

BASE DE DATOS DE LA VIALIDAD INVERNAL 2014



Comité técnico 2.4

Vialidad invernal



Govern d'Andorra



Andorra
2014

AIPIR - PIARC



BASE DE DATOS
DE LA VIALIDAD
INVERNAL 2014



ISBN -
Deposito legal -
Andorra la Vella del 2014



Prólogo

Esta nueva publicación de la base de datos y gestión de la vialidad invernal consolida, en el tiempo, la iniciativa que tuvo lugar por primera vez en el XI Congreso Internacional de vialidad invernal de la AIPCR celebrado en Sapporo el año 2002. Desde aquella primera edición, se ha convertido en una tradición que en cada nuevo congreso vea la luz una nueva versión de este acreditado documento.

Acreditado, en efecto, porque agrupa, en un conjunto homogéneo y coherente, una descripción de las prácticas en materia de vialidad invernal de más de veinte países repartidos por todo el planeta. Unidad en la presentación del documento, que es común a todos los países, y en las diferentes rúbricas que permiten tener una visión general de las características climáticas y las operativas.

Esta versión 2014, que es la cuarta, acompaña al XIV congreso internacional de vialidad invernal, que ha tenido lugar en Andorra, y se ha enriquecido no tan solo con la puesta al día de cada uno de los países participantes, informando sobre las últimas novedades en este campo, sino que también con la participación de los nuevos países que han completado esta rica colección de conocimientos y experiencia.

La base de datos y gestión de vialidad invernal también proporciona información actualizada sobre la investigación reciente llevada a cabo en cada país; se trata de introducir los conceptos y tecnologías que se implementarán en un futuro.

El invierno, por su parte, sigue siendo impredecible: a veces suave, a veces muy intenso, a veces corto, a veces muy largo. El cambio climático, sin duda, afecta a estas variaciones; que nos reservan cada año sorpresas, y hace que la vialidad invernal sea una actividad difícil de dimensionar y programar, mientras que la demanda del servicio es cada vez más importante en un marco presupuestario cada vez más restringido. Cuando se trata de hacer las cosas tan bien, o mejor, con un gasto menor, la experiencia de los demás resulta indispensable.

Esta actividad es fundamental para numerosos países: por un lado contribuir a la seguridad del usuario en los diversos modos de desplazamiento, sea en automóvil, a pie, en bicicleta o en transporte público, y por otro lado favorecer la actividad económica ya que numerosos sectores utilizan el «método justo a tiempo» y dependen de la posibilidad de circular por las carreteras.

Se trata de trabajar respetando cada vez más el medio ambiente y globalmente aplicar enfoques para promover el desarrollo sostenible.

Agradecemos aquí, por la realización de esta nueva versión, al comité organizador andorrano, y especialmente al Sr. David Palmitjavila, miembro del comité técnico 2.4 y representante de Andorra, Sr. Jordi Garcia, Responsable de Conservación y Explotación de Carreteras del Gobierno de Andorra y miembro del CT 24, que han sabido organizar todo el conjunto, así como al Sr. Rick Nelson y al Sr. José Carlos Valdecantos, respectivamente secretarios anglófono y hispanófono del mismo comité

Además de la adquisición de conocimiento y de información, la ambición de este documento es ofrecer un momento de lectura agradable, complementado con ilustraciones y fotografías, que permiten visualizar que es realmente el invierno en la carretera y como afrontarlo.

Didier Giloppé,

Presidente del comité técnico AIPCR 2.4 Vialidad Invernal



Índice

 **ALEMANIA**

 **ANDORRA**

 **AUSTRIA**

 **BÉLGICA**

 **CANADÁ**

 **CANADÁ-QUEBEC**

 **DINAMARCA**

 **ESLOVENIA**

 **ESPAÑA**

 **ESTADOS UNIDOS**

 **ESTONIA**

 **FINLANDIA**

 **FRANCIA**

 **ISLANDIA**

 **ITALIA**

 **JAPÓN**

 **REPÚBLICA DE COREA**

 **LETONIA**

 **LITUANIA**

 **MARRUECOS**

 **NORUEGA**

 **NUEVA ZELANDA**

 **PAÍSES BAJOS**

 **REINO UNIDO**

 **REPÚBLICA CHECA**

 **SUECIA**

 **SUIZA**



ALEMANIA



1. Demografía y carreteras

1.1 Información sobre el país

Alemania, en el centro de Europa, limita con los Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo, Francia, Suiza, Austria, República Checa, Polonia y Dinamarca y tiene acceso marítimo al mar del Norte y mar Báltico.

La República Federal de Alemania se compone de 16 estados federales, incluidas las 3 "ciudades-estado" (Berlín, Hamburgo, Bremen), cuyos territorios de diferente tamaño oscilan entre los 71.000 km² (Baviera) y los 2.700 km² (Saarland). Cada estado alemán tiene su propia constitución y autoridades públicas. Cada estado tiene una autoridad propia de carreteras.

Área		356.700 km²	
Latitud		47°16'a 55°03'N	
Población		82,0 millones	
Longitud de carreteras 2002-12-31	Carreteras federales	Autopistas federales (Auto- bahnen; 4- y 6- carriles separados)	12.800 km
		Carreteras federales	40.600 km
	Otras	Carreteras estatales	86.600 km
		Carreteras comarcales	91.500 km
		Carreteras de comunidades / urbanas	413.000 km
	Total		644.500 km
Capital		Berlín	
Latitud		52°30'N	
Habitantes		3,5 millones	

1.2 Red viaria y tráfico

Durante las últimas décadas, Alemania se enfrenta a un enorme aumento del tráfico en las carreteras. Hoy en día, el tráfico de pasajeros (pasajeros-km) de las carreteras supone más del 90% del tráfico total, el tráfico comercial (toneladas de mercancía-km) supone aproximadamente el 67% del tráfico total, mientras que el resto del tráfico se distribuye entre otros modos de transporte y viaje, es decir, ferrocarril, por agua o aire. Las autopistas en Alemania (las denominadas "Autobahnen"), con una longitud de 12.800 kilómetros, contienen más del 40% del tráfico total de toda la red de carreteras, que incluye la red clasificada como rural y la red vial interurbana (formada por autopistas federales, carreteras federales y estatales y carreteras regionales) a pesar de que éstas representan sólo alrededor del 6% de la longitud total de la red de carreteras.

El enorme incremento de los volúmenes de tráfico que ha tenido lugar en los últimos años continuará aún más rápidamente en el futuro como consecuencia de los acontecimientos políticos y económicos en curso, especialmente debido al proceso de unificación europea. Se espera que la ampliación de la Unión Europea hacia países del este suponga en los próximos años un incremento en la cantidad de tráfico al "país de paso", es decir, Alemania, debido a una intensificación de la cooperación económica.



Red principal de carreteras en Alemania (red de autopistas)

La extensión de la red de carreteras en los últimos años y también en un futuro próximo no se corresponde con el incremento del tráfico, por lo que el volumen de tráfico en las carreteras aumenta y, con ello, las congestiones también. Por todo ello, es sumamente importante mantener la seguridad del tráfico, las condiciones de conducción óptimas y la disponibilidad de una capacidad suficiente de las carreteras durante todo el año, incluso durante la temporada de invierno. Como consecuencia de ello, las futuras operaciones de mantenimiento de carreteras y, en especial, las invernales cobran importante relevancia.

Las Administraciones de Carreteras del Estado se encargan de la planificación, construcción y mantenimiento, incluido el mantenimiento invernal, de las autopistas federales, autopistas y carreteras estatales. El Ministerio Federal, mediante el Departamento de Transporte, tiene las competencias de supervisión legal y técnica de las carreteras troncales federales.

Clasificación de carreteras		Propiedad y obligación financiera para la planificación, construcción y mantenimiento	Administración de la planificación, construcción y mantenimiento
Carreteras troncales federales	Autopistas federales	Gobierno federal	Estados federales dependientes del gobierno federal
	Carreteras federales		
Carreteras estatales		Estados federales	Estados federales
Carreteras regionales		Regiones	Regiones parcialmente estados federales a cargo de las regiones
Carreteras de la comunidad / urbanas		Comunidades / Ciudades	Comunidades / Ciudades

2. Clima

2.1 Descripción general de las zonas climáticas

Alemania tiene un clima templado donde son característicos los cambios súbitos de clima. Existe una transición gradual del clima marítimo en las tierras bajas del noroeste al clima continental en las regiones del sureste. Mayoritariamente son predominantes los vientos del oeste y precipitaciones durante todo el año. También son típicos los frecuentes vientos fríos (continentales) y las tormentas de nieve procedentes del este de

Europa afectando al sureste de Alemania. En las tierras bajas del norte, las cantidades de precipitación anual oscilan entre los 500 mm y los 700 mm en las zonas bajas de montaña, en la parte central de Alemania oscilan entre 700 mm y 1500 mm y en el sur, cerca de la región alpina, son de hasta 2.000mm. Las variaciones diarias y anuales de temperatura generalmente no son extremas, excepto en el sureste de Alemania y en la región alpina. Las temperaturas medias en enero varían de + 1,5 °C a - 0,5 °C en las tierras bajas, en la región alpina la temperatura media puede llegar por debajo de - 6 °C, dependiendo de la altitud (véase el cuadro posterior)

Típico del clima alemán es el cambio frecuente de temperatura, a menudo alrededor de los 0 °C, con episodios de congelación y descongelación alternos. Esto supone muchos problemas para el mantenimiento invernal.

Las grandes nevadas suceden solo en las regiones montañosas y las zonas circundantes. Baviera, el estado más meridional de Alemania, incluyendo la cara norte de los Alpes, es la región con más nevadas de Alemania. En ella, la vialidad invernal tiene lugar de noviembre a abril, mientras que en otras partes de Alemania el período de invierno es más corto. Pero incluso en Baviera hay grandes diferencias en la cantidad de nevadas en función de las distintas zonas de la región, según se indica:

Estado de Baviera	Acumulación anual de nieve (medida en las estaciones de mantenimiento de las autopistas)	
	Media de los últimos períodos invernales	Máximos en invierno 2005/06
Región del frente alpino	440 cm	1030 cm
Región con montañas bajas	210 cm	645 cm
Áreas bajas, valles con ríos	50 cm	125 cm

Gran parte del centro y el norte de Alemania recibe la misma cantidad de nieve que las zonas más bajas y los valles de los ríos del sur de Alemania. Otras características típicas del clima son la gran variación en la severidad de los inviernos consecutivos, en relación con la temperatura y la cantidad de nieve. Los principales problemas para la gestión invernal son: la temperatura a menudo cambiante alrededor de 0 °C y las nevadas fuertes y breves.

2.2 Índice invernal

El Instituto Federal de Investigación de Carreteras está realizando investigaciones para definir un índice invernal a fin de encontrar una correlación entre la severidad del invierno y el consumo de sal necesaria para el control de la nieve y el hielo, y también para probar la eficacia de la tecnología de la sal previamente humedecida.

Las investigaciones muestran que el factor más relevante para el consumo de sal es la cantidad y la frecuencia de las nevadas en las regiones nevadas. En las regiones con menos nevadas existe un factor relevante, el número veces que la temperatura varía alrededor de 0 °C

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1 Normas y disposiciones

La obligación legal de hacer mantenimiento invernal procede de un deber general del Código Civil alemán. Ésta se recoge en las leyes federales (Bundesfernstraßengesetz), las leyes estatales (Straßen-und Straßenreinigungsgesetze der Länder) y en los estatutos de las ciudades. El Reglamento sobre los requisitos, la organización y la realización del mantenimiento invernal se recoge en las Directrices para la Ejecución de Vialidad Invernal (Richtlinien für den Winterdienst auf Straßen, 2010). Para las máquinas quitanieves se estipula el siguiente ciclo de tiempo-período de servicio para autopistas y carreteras:

1. Autopistas y carreteras, las cuales junto con la red viaria de autopistas tienen un tráfico significativo 2 horas
(a diario las 24 horas)
2. Cruces de autopistas 2 horas
(a diario las 24 horas)
3. Carreteras federales y estatales 3 horas
(a diario entre las 6 a.m. y las 10 p.m.)

Estaciones meteorológicas (próximas a las autopistas) (m por encima del nivel del mar)		Datos meteorológicos (Media d-30 años) - Meses invernales más destacados -									
		Temperaturas mínimas diarias medias [° C]				Precipitación media [mm]					
		Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Total	Total año
1	Kiel (17 m)	- 0,3	- 2,1	- 1,8	0,4	74	65	40	54	233	777
2	Schwerin (59 m)	- 0,9	- 2,6	- 2,1	0,3	55	46	33	42	176	620
3	Hannover (53 m)	- 0,7	- 2,2	- 2,0	0,3	60	52	37	48	197	665
4	Berlín (48 m)	- 1,0	- 2,7	- 2,1	0,7	53	43	34	37	167	584
5	Bonn (62 m)	1,0	0,0	0,5	2,6	52	47	37	46	182	678
6	Erfurt (312 m)	- 2,2	- 3,6	- 3,4	- 0,5	30	25	26	36	117	492
7	Frankfurt (112 m)	- 1,0	- 2,1	- 1,6	0,9	54	44	40	51	189	658
8	Hof (474 m)	- 3,3	- 5,0	- 4,5	- 1,8	63	53	44	47	207	708
9	Stuttgart (373 m)	- 2,2	- 3,3	- 2,4	0,3	48	44	42	44	178	719
10	Munich (527 m)	- 3,7	- 5,1	- 4,0	- 0,8	60	53	52	56	221	967
11	Villingen – Schwenningen (720 m)	- 3,5	- 5,0	- 4,5	- 2,5	85	77	74	68	304	915
12	Kempten (705 m)	- 5,1	- 6,2	- 5,0	- 1,9	90	83	78	79	330	1273
13	Bad Reichenhall (455m)	- 4,0	- 6,5	- 4,5	- 1,0	128	125	110	120	438	1665
14	Garmisch-Partenkirchen (719 m)	- 5,7	- 6,5	- 5,1	- 2,3	92	85	77	96	340	1364

Para las actividades de esparcimiento de sal pura los períodos de tiempo estándar son más cortos. El nivel de exigencia para el mantenimiento invernal se da en la tabla posterior

3.2 Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

Las actividades de vialidad invernal tienen que planificarse y organizarse con mucha antelación y comprensión, ya que el inicio y alcance exactos del invierno próximo son casi imprevisibles. El mantenimiento invernal se tiene que realizar eficaz y eficientemente desde el comienzo del invierno. Solo una planificación cuidadosa garantiza una gestión más económica de vialidad invernal. Por lo tanto, los siguientes planes deben hacerse con anticipación:

Planes prioritarios

Estos planes regulan la prioridad y la intensidad del tratamiento de las distintas vías de la red vial y recogen qué agentes abrasivos o fundentes se van a utilizar en dichas carreteras.

Es necesario confeccionar una lista de prioridades, sobre todo en las zonas urbanas, debido a que el mantenimiento invernal se puede llevar a cabo de forma sucesiva y no en todas partes simultáneamente. Algunos criterios útiles son:

- categoría de la vía (autopistas, carreteras federales, etc.), en las ciudades son carreteras principales, secundarias, calles residenciales,
- volumen de tráfico (intensidad media diaria),
- Tráfico especial (carreteras con transporte público o tráfico de autobús escolar, caminos de acceso para rescatar estaciones de servicio, etc.)

Nivel de Exigencia para el mantenimiento invernal				
	Carreteras con la función de tráfico	Período con tráfico	Condiciones del tiempo o de la carretera	
			Nevadas, carreteras heladas, escarcha	Nevadas continuas y copiosas Ventiscas severas, avalanchas, lluvia helada
1	autopistas federales y tramos adicionales de carreteras que, conectadas con la red de autopistas, tienen una función significativa en el tráfico	24 horas (diario)	transitabilidad a través de carriles, enlaces, ramales en los nudos e intersecciones; pasabilidad en zonas de estacionamiento, arcones	transitabilidad en al menos un carril por cada sentido de la circulación, los ramales más importantes en los nudos e intersecciones, así como las vías de acceso a las áreas de servicio en caso de necesitar cadenas para nieve; pasabilidad no garantizada en las zonas de estacionamiento sin servicio
2	Carreteras rurales importantes con mucho tráfico en horas punta, carreteras con transporte público	De las 06.00 a.m. A las 10.00 p.m. (diario)	transitabilidad	transitabilidad, en caso de necesitar cadenas de nieve, en autopistas multicarril al menos un carril por sentido del tráfico en caso de necesitar cadenas de nieve
3	Otras carreteras rurales	Apropiado según las demandas del tráfico local	transitabilidad	transitabilidad en caso de necesitar cadenas de nieve
4	Aceras, carril-bici, carriles multifuncionales	Apropiado según las demandas del tráfico local	transitabilidad, habilitado para peatones	La transitabilidad no puede ser garantizada
5	Zonas de aparcamiento en conexión con carreteras importantes y otras más (puntos 2 y 3)	Apropiado según las demandas del tráfico local	pasabilidad	La pasabilidad no puede garantizarse

“transitabilidad” significa que son previsibles obstrucciones como resultado de nieve residual o - según la duración de la vialidad invernal - un manto de nieve localmente uniforme, y de manera similar posible presencia local de carreteras resbaladizas como resultado de escarcha o carreteras heladas incluso después del esparcimiento.

“habilitado para peatones” exige que un carril se mantenga libre de nieve y hielo para permitir que dos peatones puedan cruzarse con cuidado (aprox. entre 1,0 y 1,2 m).

“pasabilidad” en las zonas de aparcamiento y arcones significa que las vías de acceso y carriles a las zonas de aparcamiento y arcones puedan usarse adecuando el tipo de conducción a los obstáculos existentes y que un aparcamiento apropiado sea posible.

“apropiado según las demandas del tráfico local” significa que la vialidad invernal sea ejecutada cuando el tráfico concreto lo demande. En casos particulares supondrá la no ejecución de ningún mantenimiento invernal.

- lugares especiales propensos a accidentes (pendientes pronunciadas, curvas y cruces peligrosos, tramos con deslizamientos frecuentes en invierno, como puentes, caminos forestales, caminos muy sombríos).

Planes para la retirada de la nieve y esparcimiento de la sal

Estos planes asignan tripulación y vehículos para las actividades de mantenimiento invernal a ciertas rutas y en ciertas secuencias. Existen diferentes planes según las diferentes condiciones meteorológicas.

Calendario para las guardias del personal, planes de turnos de trabajo

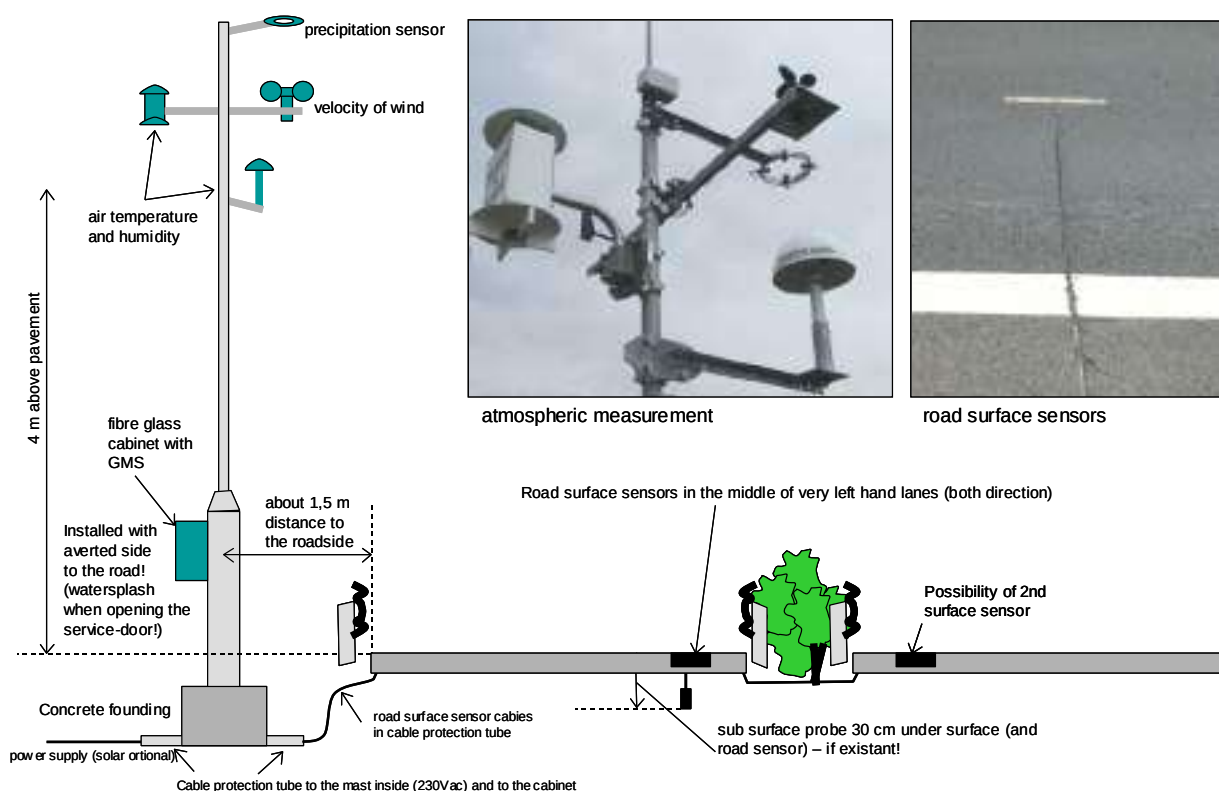
Estos planes regulan la base de guardias en el día a día o semana a semana del personal designado en espera de actuar rápidamente fuera del horario normal de trabajo, con el fin de cumplir con el nivel de exigencia de Vialidad Invernal. El servicio de 24 horas en las autopistas requiere la planificación de turnos.

Estrategia para el control de la nieve y hielo

La estrategia utilizada en Alemania en carreteras rurales y las vías principales urbanas en relación con las actividades de mantenimiento invernal es lograr la restitución del "color negro", es decir, pavimentos libres de nieve y hielo tan pronto como sea posible, con el fin de mantener el flujo de tráfico durante el máximo tiempo posible y también mejorar la seguridad vial: la llamada política de pavimento limpio".

En los casos en que se puedan esperar carreteras cubiertas de hielo en el futuro inmediato por la predicción del tiempo, esta política conduce al esparcimiento de sal preventiva, que ha sido lo más utilizado en los últimos años. En las carreteras secundarias y las de menor rango en las zonas urbanas y en los municipios, en general, donde menores velocidades de conducción prevalecen, se lleva a cabo "un mantenimiento invernal diferenciado". Hay una gradación en la política de vialidad invernal dependiendo de la función y los volúmenes de tráfico de estas carreteras y calles, y también de las condiciones meteorológicas: la aplicación de agentes fundentes en las carreteras principales y la denominada "cero abrasiva", por ejemplo, sólo retirada de la nieve en las calles residenciales.

Utilizar los agentes abrasivos que se usaban en otros tiempos se ha convertido en una actividad menos frecuente en los últimos años. Un estudio realizado en nombre de la Umweltbundesamt alemana (Agencia Federal del Medio Ambiente) ha demostrado mediante la investigación del análisis del ciclo de vida (LCA) que los materiales fundentes tienen efectos ecológicos menos negativos que los agentes abrasivos. Y otros estudios relativos a la seguridad del tráfico mostraron que los materiales fundentes conllevan un riesgo de accidente mucho más bajo en las carreteras principales y en pendientes pronunciadas en las zonas urbanas. En calles residenciales con tráfico lento y escaso no existe ningún problema de seguridad si no se efectúa ninguna aspersión.



Estación meteorológica en la carretera con sensores atmosféricos y de superficie

Para la optimización de la gestión de mantenimiento invernal son necesarias información actualizada y previsiones sobre el tiempo y las condiciones de las carreteras. Actualmente es común en Alemania una vigilancia y observación detalladas del tiempo en las carreteras por parte del Sistema Nacional de Información Meteorológica de las Carreteras - RWIS ("Straßenzustands- und Wetterinformationssystem - SWIS"). El RWIS combina amplias previsiones meteorológicas sinópticas del Servicio Meteorológico Alemán (Deutscher Wetterdienst - DWD) con datos obtenidos de las estaciones meteorológicas locales e instalaciones de detección de hielo ubicadas en toda la red de carreteras. El resultado da lugar a predicciones individuales para las distintas zonas con diferentes climas locales. El DWD ofrece las previsiones atmosféricas muy detalladas de las carreteras a las estaciones de mantenimiento de carreteras varias veces al día a medio (3 días) y corto plazo (24 horas). Además se emiten alertas meteorológicas para los acontecimientos críticos repentinos, que estén incluidas en las previsiones generales atmosféricas de las carreteras. La información se distribuye por la red informática y llega directamente a los ordenadores del RWIS en las estaciones de mantenimiento. Se están implantando mejoras que permitirán extender el servicio mediante la instalación de estaciones de vigilancia meteorológica y sensores en el pavimento para la detección de hielo en todos los puntos críticos de la red vial. En la actualidad existen estaciones meteorológicas en los laterales de las carreteras, principalmente en las autopistas, pero también en otras carreteras rurales, aproximadamente hay 1.000 instalaciones en Alemania. Adicionalmente los centros de vigilancia obtienen información y datos procedentes de las estaciones meteorológicas ubicadas en los laterales de las carreteras con sensores atmosféricos y de superficie.

Se miden y proporcionan los siguientes datos:

- temperatura del aire
- temperatura de superficie de la carretera
- humedad relativa
- punto de rocío (calculado con la temperatura del aire y la humedad relativa)
- Precipitación (tipo, intensidad)
- estado de la superficie de la carretera

opcional:

- temperatura de las diferentes capas del firme de la carretera (capa intermedia) en varias profundidades
- viento (dirección y velocidad)
- temperatura de congelación
- sal residual

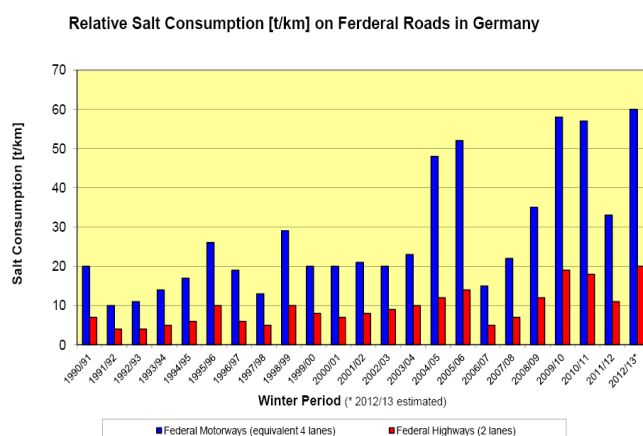
3.3 Evaluación de las medidas de control de la nieve y el hielo

En función de condiciones meteorológicas variables en períodos consecutivos de invierno, el consumo de sal y los gastos de vialidad invernal muestran grandes diferencias. Todos los datos aportados se refieren a las autopistas y carreteras federales.

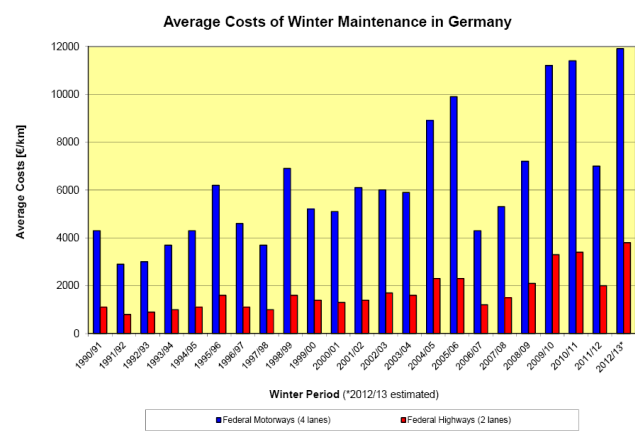
Es evidente que los últimos períodos de invierno han sido mayoritariamente más fuertes que los anteriores. Hubo largos períodos con fuertes nevadas, a menudo expandiéndose por todo el país. Esto conllevó altos consumos de sal y un alto coste de mantenimiento invernal.

Hubo problemas con el suministro de sal durante muchas semanas. Como resultado de estas experiencias en los períodos de invierno 2009/10 y 2010/11 se elaboraron nuevas directrices para el almacenamiento y gestión de la sal. Después de esto, la capacidad de almacenamiento de sal casi se duplicó hasta 2012, pasando de 1,2 a 2,4 millones de toneladas.

Como promedio, en los últimos 5 años, fueron esparcidas 48 t de sal por km de autopista y 16 t por km de carretera por cada período invernal. En las autopistas se gastaron 9.500 € por km para cada período de invierno, en las carreteras 2.900 € por km. Estos valores son más del doble de la media de los últimos 20 años antes.



No existe un presupuesto especial para el mantenimiento invernal, sólo un presupuesto anual para el mantenimiento vial. Los gastos variables anuales para mantenimiento invernal tienen que ser cubiertos por el presupuesto de mantenimiento de carreteras. Esto supone que, después de inviernos extremos, otras actividades de mantenimiento de carreteras tienen que ser pospuestas o incluso son necesarios fondos adicionales con cargo al presupuesto de obras.



En la última década se ha hecho un gran trabajo de investigación para optimizar el mantenimiento invernal y para disminuir los gastos y el impacto ambiental. La utilización de sal previamente mojada (con el 30 por ciento de salmuera) es hoy una técnica habitual estándar en Alemania.

Pero en los últimos años, en Alemania se utiliza cada vez más la pulverización de sal en salmuera líquida. A partir de investigaciones exhaustivas y experiencias prácticas, se ha concluido que la pulverización líquida es la mejor práctica para la aspersión preventiva cuando las temperaturas rondan los 0 °C.

La nueva estrategia invernal de eliminación y aspersión en la vialidad invernal en Alemania se muestra en la siguiente tabla. Para cada rango de temperatura existen densidades de aspersión recomendadas, todas ellas publicadas en 2012 en las nuevas directrices.

Expected Road Condition	Recommended Winter Maintenance Strategy
Hoar Frost	Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Freezing Moistness	Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Freezing Wetness	Preventive Spreading - Pre-Wetted Salt or Liquid Spreading*
Freezing Rain	If possible Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Snow Fall	1. If possible Preventive Spreading with Pre-Wetted Salt 2. During Snowfall Snow Removing and Spreading with low salt density 3. After Snowfall Intensive Snow Removing and Spreading with Pre-Wetted Salt
*Liquid Spreading only to temperatures down to -6°C	

Por todo ello, la aspersión líquida se utilizará cada vez más en Alemania en el futuro.

Los operadores de mantenimiento invernal cambiarán su flota de máquinas solo pre-humectantes por una combinación de esparcidores de líquidos y humectación previa. El esparcimiento de líquido se puede hacer mediante las máquinas que están especializadas para ello o con esparcidores combinados que puede realizar tanto difusión líquida como pre-humedecida.

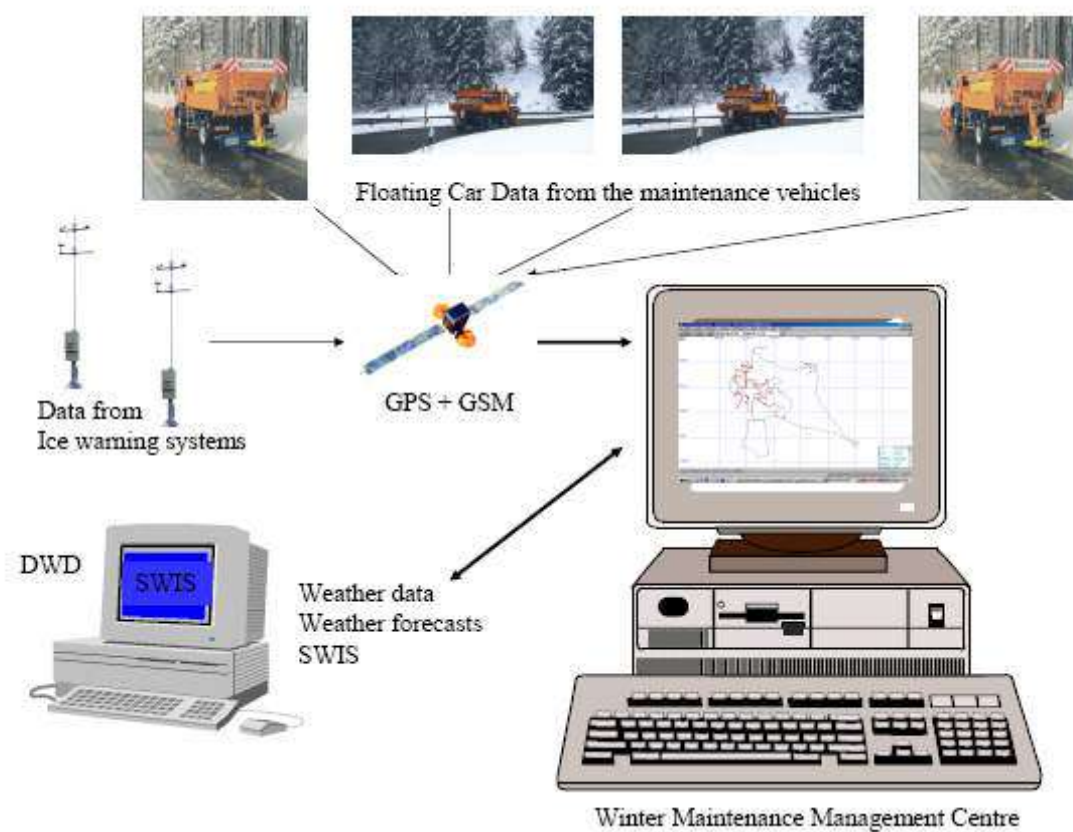
Dependiendo de cada situación particular se utiliza una u otra máquina. Normalmente, en las autopistas se utilizan máquinas especiales de pulverización de líquido, mientras que en las ciudades se utilizan más esparcidores combinados.



Esparcidor que puede esparcir sal pre-humedecida o salmuera solamente.

3.4 Seguridad e información vial

La información relativa a previsiones meteorológicas y estado de las carreteras está disponible en varios sistemas, tales como radio, televisión, Internet y teléfono. Además, los conductores serán informados por radio si son necesarias cadenas para circular o si los conductores de camiones, especialmente los de camiones con cargas peligrosas, tienen que detenerse en el siguiente lugar de estacionamiento o área de descanso. En las regiones montañosas, las señales de tráfico dan información acerca del cierre de los pasos de montaña y, si son obligatorios, la utilización de neumáticos de invierno o cadenas. En varios tramos de autopista se utilizan sistemas de señalización variable para el control del tráfico, por ejemplo durante las nevadas o durante condiciones resbaladizas. En Alemania se establecen cada vez más frecuentemente sistemas o planes de gestión de mantenimiento invernal. Cuando se utiliza toda la información actualizada del RWIS, desde los sistemas de alerta de hielo hasta los vehículos de mantenimiento (datos del coche en movimiento), es posible realizar un mejor mantenimiento invernal.



Sistema de gestión del mantenimiento invernal con datos del coche en movimiento suministrados por el vehículo de mantenimiento



ANDORRA



1. Demografía y carreteras

1.1. Información sobre el país

El Principado de Andorra es un microestado (468 km²) situado entre España y Francia, en medio de la cordillera montañosa de los Pirineos. Su población actual es de más de 85.000 habitantes, con una densidad de 182 habitantes/km², la mayor parte de la cual vive concentrada en el fondo de los valles. Los sectores económicos más importantes son la construcción y sus derivados, el financiero y, sobre todo, la restauración y el comercio. Cada año, más de once millones de turistas visitan el país (aproximadamente el 80% parten el mismo día y el 20% restante permanecen al menos una noche en el país), atraídos, sobre todo, por la oferta comercial y la práctica de deportes de montaña, especialmente en invierno (el Principado de Andorra tiene la mayor concentración de estaciones de esquí de los Pirineos, con 315 kilómetros de pista).

1.2. Red viaria y tráfico

Las comunicaciones hacia el exterior se realizan exclusivamente por carretera, a través de dos vías fronterizas: hacia España por la frontera del río Runer, a cerca de 800 metros de altitud, y a 140 kilómetros de la ciudad de Lleida o a 200 kilómetros de Barcelona. La comunicación con Francia es más difícil, ya que la frontera se encuentra en Pas de la Casa, a 2.000 metros de altitud, lo que dificulta el tráfico durante los meses de invierno. Las ciudades francesas más próximas son Toulouse, a 190 kilómetros, y Perpiñán, a 170 kms.



2.- Curvas isocronas de acceso al Principado

Apenas algo más de 40 kms separan la frontera española de la frontera francesa. Esta carretera pasa por la capital, donde el tráfico medio se aproxima a los 100.000 vehículos diarios. La otra carretera principal discurre entre Andorra la Vieja y la parroquia de Ordino. Las demás vías de la red de carreteras se componen casi en su mayoría de carreteras de alta montaña.

2. Clima

2.1. Repaso de las zonas climáticas

Desde un punto de vista regional, podemos incluir al Principado de Andorra en la esfera del clima mediterráneo, aunque es necesario tener en cuenta toda una serie de factores geográficos que influyen notablemente sobre el comportamiento climático.

1.- Mapa oficial de carreteras

El país está dividido administrativamente en siete parroquias: Canillo, Encamp, Ordino, La Massana, Andorra la Vieja, San Julián de Loria y Escaldes-Engordany. Más de la mitad de la población del país se concentra en las dos grandes aglomeraciones de Andorra la Vieja (la capital del país) y Escaldes-Engordany.

En primer lugar está el relieve, y el importante desnivel de altitud presente en el Principado. Una gran parte del país está a 2.000 metros, por lo que forma parte del campo de los climas de montaña, donde las precipitaciones son más abundantes que en los valles, las temperaturas son más bajas, la oscilación térmica es más notable y el viento está más presente. A partir de 2.000-2.200 metros, es probable que nieve de diciembre a abril con regularidad. La situación es diferente durante la parte más calurosa del año, sobre todo en verano, cuando la actividad convectiva genera intensas precipitaciones, a menudo bajo forma de tormentas de corta duración.

El otro factor geográfico importante a tener en cuenta es la distancia de Andorra respecto al mar. La proximidad del océano Atlántico favorece la entrada de vientos húmedos por la vertiente francesa de los Pirineos. Esta característica conlleva notables precipitaciones en forma de nieve durante la temporada invernal, sobre todo en las montañas de la mitad norte del país. Andorra está bajo la influencia de climas templados (en función de las precipitaciones) principalmente en el invierno. Estas advecciones septentrionales llegan con mayor dificultad a la mitad sur, la cual está bajo la influencia de la entrada de masas de aire húmedo mediterráneas, y a un nivel continental más alto.

Finalmente, podemos decir que el clima de Andorra se define por los niveles: Montañoso – Mediterráneo – Templado..



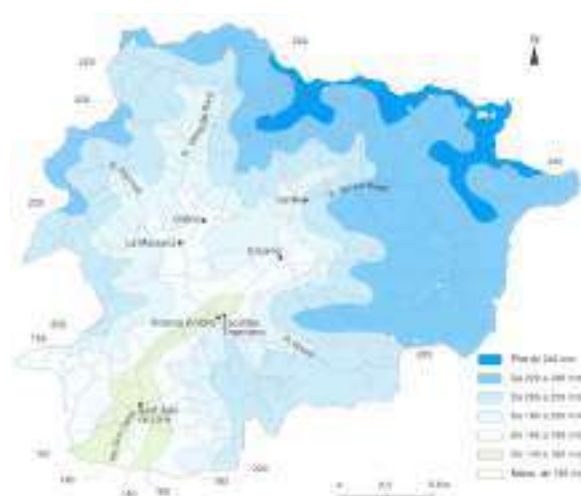
3.- Temperaturas medias del mes de enero en Andorra (Raso, 1999)

2.2. Datos climáticos notables

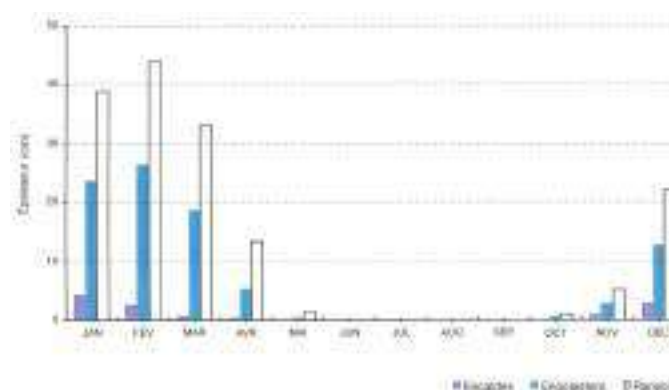
En los mapas 3 y 4, que nos muestran las cifras medias de precipitaciones y temperaturas durante el período frío anual en Andorra, podemos ver que los sectores norte y este del Principado son las zonas donde se concentra la probabilidad máxima de nieve en el suelo.

La gráfica 5 proporciona información sobre los meses que tienen más nieve en el suelo, notablemente enero, febrero y marzo.

Como conclusión, subrayamos que las cantidades máximas de nieve acumulada en 24 horas durante el período 1986-2003 fueron de 85 centímetros a 2.100 metros (Pas de la Casa), de 56 cms a 1.600m (Ransol) y de 40 cms a 1.100m (Escaldes).



4.- Precipitaciones medias del mes de enero en Andorra (Raso, 1999)



5.- Distribución mensual del espesor medio de nieve en Escaldes (1100m), Engolasters (1600m / soleado) y Ransol (1600m / sombra) (Raso, 1999)

2.3. Índices invernales

El Gobierno, directamente con sus equipos, se encarga del mantenimiento de las carreteras y utiliza unos índices que no se basan únicamente en las condiciones meteorológicas para indicar las dificultades causadas por el invierno. Las nevadas de cada invierno y las cantidades de sal utilizadas son la referencia para evaluar el rigor del invierno.



6.- Gráfica de las toneladas de sal por temporada

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1. Normas y disposiciones

• Clasificación de carreteras

Las carreteras se clasifican en dos tipos:

- Las carreteras generales, propiedad del Gobierno
- Las carreteras secundarias, que pertenecen a las corporaciones locales, los municipios.

• Obligación legal

En tanto que propietaria, la Administración central tiene la obligación de cuidar las carreteras generales que aseguran la circulación a nivel nacional. De acuerdo con la ley de delimitación de competencias, es el Gobierno quien debe también garantizar el mantenimiento de las carreteras secundarias.

• Niveles de servicio

En período invernal, el Departamento de Ordenación del Territorio determina el nivel de servicio en base a dos criterios: la clasificación funcional de la carretera y la intensidad media diaria (IMD).

Nivel de servicio	Clasificación de las carreteras
Nivel de servicio 1: Carretera siempre abierta.	Carreteras generales y carreteras secundarias con una elevada IMD.
Nivel de servicio 2: Carretera siempre abierta durante el día y parcialmente por la noche.	Carreteras secundarias.

Hablar de carretera abierta en el caso de vialidad invernal consiste en hablar de la estrategia de la “calzada negra”, es decir, que cuando se producen precipitaciones de nieve, el objetivo es llegar lo más pronto posible para eliminar la nieve y el hielo

de la carretera. Las nuevas tecnologías y un mayor parque de maquinaria permiten controlar mejor las inclemencias meteorológicas y acortar los plazos en las intervenciones.

3.2. Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

Andorra tiene una larga tradición en la gestión de la vialidad invernal y comparte con agrado su experiencia en materia de retirada de nieve con los países vecinos, acudiendo en su ayuda cuando hay situaciones extremas. Este fue el caso de las grandes nevadas de Cataluña (España) en los años 1962 y 2001.



7.- Col d'Envalira, 1960

Todo el mantenimiento de carreteras, en lo que concierne a la vialidad invernal, es gestionada por equipos del Gobierno. Los equipos municipales solo se encarga de las calles del interior de las localidades. En cualquier caso, cabe remarcar la buena cooperación existente en este campo entre las siete parroquias y la administración central.

• Organización sectorial de la retirada de nieve

La forma en «Y» de la red de carreteras, que sigue el fondo de los valles, condiciona la división sectorial. En base a las características físicas y climáticas, se han dividido los equipos de vialidad invernal en dos sectores:

Sector Valle del Norte, con una red de 200 km de carreteras. Sector Valle de Oriente, que solo tiene una red de 70 km, pero que debe garantizar el tráfico permanente por el col d'Envalira a 2.408 m de altitud.

• Programa de trabajo del personal

La organización y los planes de trabajo del personal de vialidad invernal son programados en función del sector:

En el Valle del Norte todo el personal trabaja de guardia. Ya desde hace varios años se aumentó el número de efectivos para afrontar los niveles de servicio exigidos, ya que en caso de nevadas continuas (más de 2 días) había dificultades para proveer suficientes equipos de trabajo, sobre todo de noche.

No hay que olvidar que estos equipos garantizan la retirada de nieve de la única vía de comunicación con España.

En el Valle de Oriente, sector donde debe asegurarse la comunicación con la frontera francesa, a más de 2.000 metros, el método de trabajo es diferente. Cerca del Col de Envalira y de la frontera hay un centro de trabajo, situado estratégicamente, donde el personal de retirada de nieve está presente desde por la mañana hasta la noche, todos los días de la semana. Durante la noche, hay personal de guardia que puede ser convocado en función de las condiciones meteorológicas.

• Inspección y control invernal

Durante la temporada de Vialidad Invernal, del 1 de noviembre al 30 de mayo, un servicio de inspección recorre todas las carreteras, prestando especial atención a los puntos más problemáticos. La finalidad de este servicio es prevenir los riesgos de heladas matinales en carretera en horas punta de tráfico.

En caso de heladas o nevadas, los inspectores previenen a los equipos encargados de dispensar sal o retirar nieve. En función de las condiciones meteorológicas, estos equipos realizan una vigilancia continua del estado de las carreteras.

• Equipos quitanieves

En total, el Gobierno tiene 20 máquinas quitanieves, equipadas igualmente con dispensadores de sal y salmuera



8.- Quitanieves

Asimismo, dispone de esparcidores de sal/salmuera y turbo-fresadoras para la limpieza de las zonas más afectadas por la nieve.

De este modo, la media es de una máquina quitanieves por cada 13,5 kilómetros de red de carreteras, además de los camiones de extendido de fundentes (sal/salmuera) y las turbo-fresadoras.



9.- Turbo-fresadora

• Prevención de aludes

Durante toda la temporada invernal siempre está en estado de alerta un servicio de asistencia técnica, que cuenta con expertos en aludes. En el Principado se controlan 12 puntos donde los aludes pueden alcanzar las carreteras. Esta vigilancia corre a cargo de una empresa externa e incluye 3 tipos de acciones:

1.- Vigilancia de la capa de nieve y de las previsiones meteorológicas tras nevadas.



10.- Barreras protectoras, Canal de Nicolau, El Serrat.

2.- Peritajes de estimación de un riesgo localizado cuando la situación lo requiera.

3.- Actuaciones preventivas con cañones que provocan avalanchas, Catex y Gazex.



11.- Gazex en Les Fonts, Arinsal.

3.3. Evaluación de las medidas de mantenimiento invernal

Cada año, todos los servicios participantes en el dispositivo de nieve (servicios quitanieves del Gobierno, servicio de Policía, servicios de tráfico y servicios quitanieves municipales) hacen un balance de la temporada y trabajan para incorporar las mejoras necesarias con vistas a la siguiente temporada. Existe en la economía de Andorra un vínculo muy importante entre la vialidad invernal, el turismo y el tráfico y el PIB. Por ello, el trabajo conjunto de todo el personal asociado a estos sectores estratégicos proporciona las herramientas necesarias para la toma de decisiones estructurales.

3.4. Seguridad e información vial

• Sistema de información

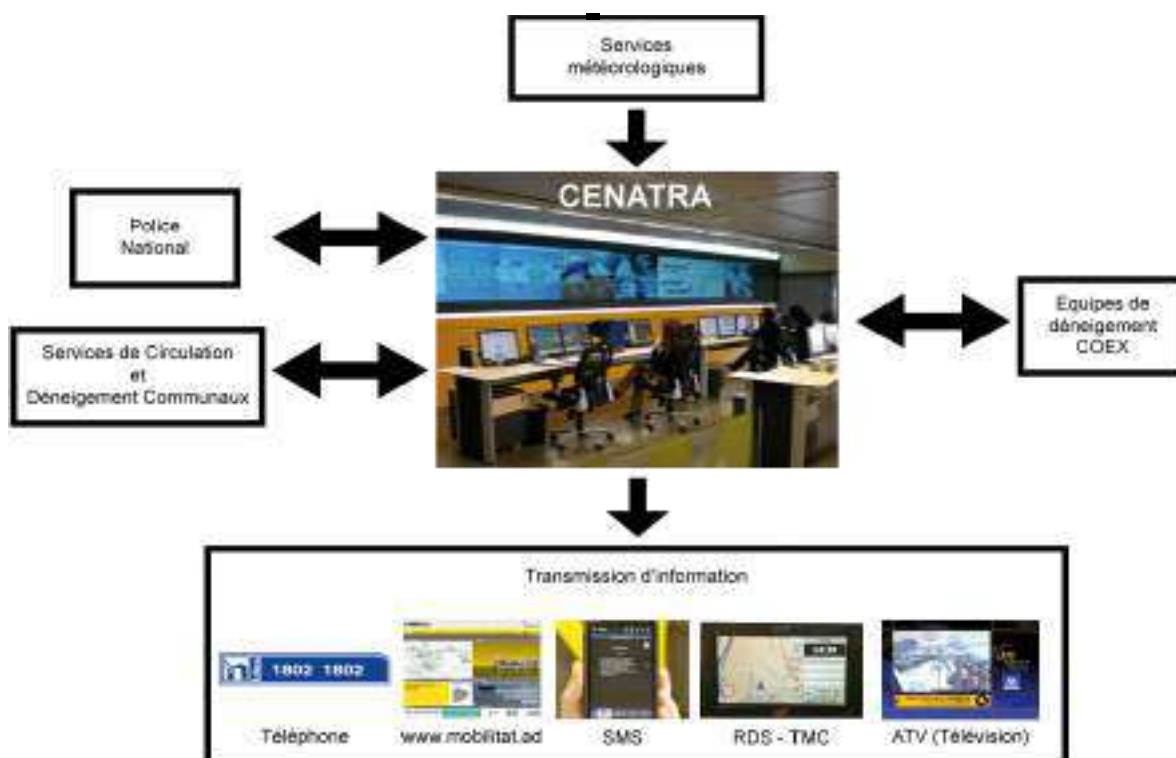
La Agencia de Movilidad, servicio al cual pertenecen el Centro Nacional de Tráfico (CENATRA) y los equipos quitanieves del Servicio de Conservación y Explotación de Carreteras (COEX), se dedican a la promoción y difusión de campañas publicitarias para sensibilizar a los usuarios sobre una conducta responsable y la utilización de las infraestructuras viarias en caso de nevadas. Estas iniciativas se han materializado en la campaña “los colores de la nieve”.



12.- Panel de mensaje variable

En la gestión de la vialidad invernal la información es primordial. Por ese motivo se cuenta con una infraestructura de comunicación cuyo núcleo está ubicado en el Centro Nacional de Tráfico (CENATRA).

NIVEAU VERT IL COMMENCE À NEIGER	NIVEAU JAUNE NEIGE SUR LA CHAUSSEE	NIVEAU ROUGE CHAUSSEE COUVERTE DE NEIGE	NIVEAU NOIR CHAUSSEE IMPRATICABLE
			
- La circulation n'est pas perturbée. - Respecter le principe de prudence. - Ne pas dépasser la vitesse de 80 km/h. Suivre attentif à l'évolution de la météo. Prudence dans les courbes, les descentes et les croisements à cause de la possible présence de verglas.	- Usage des chaînes ou pneus spéciaux à une vitesse maximale de 60 km/h. - Il est conseillé aux camion et semi-remorques arrêtés de ne pas circuler. Il faut la vitesse, notamment dans les virages et les descentes. Eviter tout manœuvre brusque et augmenter la distance de sécurité. Ne pas continuer le voyage si le temps se dégrade et l'on ne possède pas d'équipements spéciaux (chaînes, vêtements adaptés, etc.).	- Usage des chaînes ou pneus spéciaux à une vitesse de 30 km/h. - Usage obligatoire des chaînes pour les autobus. - Il est interdit de circuler aux véhicules de transport de marchandises de plus de 3500 kg de PMA. Si la circulation est perturbée, il est possible de reporter le voyage. Ne pas utiliser la voiture ou camion pour les courses ou l'on prie la circulation. Ne pas dépasser les vitesses autorisées si l'on doit partir de la province.	Risque de rester immobilisé longtemps sur la route. En cas d'immobilisation, se couvrir le corps et chercher à se réchauffer. Ne pas laisser la voiture dans les embouteillages ou l'on risque de gêner le passage des secours.



Por un lado, los equipos de inspección y de control de carreteras del Servicio de Conservación y Explotación de Carreteras (COEX) previenen al CENATRA de las incidencias, con un feedback constante entre la Policía Nacional y los Servicios de Circulación y quitanieves municipales. Por otro lado, el CENATRA informa de las condiciones de la carretera a través de paneles de mensaje variable y diferentes medios de comunicación (SMS, servicios web, RDS-TMC, boletines de radio, etc.).



13.- Panel de mensaje variable

4. Investigación y estudios en curso

4.1 Nuevas tecnologías

Proyectos que están en marcha:

- Equipos de comunicación a bordo (sistema TETRA) para conocer en tiempo real la posición exacta de toda la maquinaria quitanieves y los datos de los sensores que analizan las condiciones de trabajo de cada vehículo.
- Estaciones láser automáticas presentes en la maquinaria difusora de sal con medidores de la humedad relativa, la temperatura de la superficie y la temperatura del aire con el fin de calcular el índice exacto de sal y salmuera.
- Sensores de hielo en carretera
- Generalización del uso de la salmuera.



4.- Estación de producción de salmuera

5. Referencias

Web del Gobierno del Principado de Andorra
www.govern.ad/

Agencia de Movilidad y Explotación de Carreteras
www.mobilitat.ad/

IEA Instituto de Estudios Andorranos
www.iea.ad/

CENMA
Centro de estudios de la nieve y la montaña de Andorra
www.cenma.ad/

El Clima d'Andorra
J.M. Raso Nadal, 1999
Ministeri d'Educació, Joventut y Esports (Govern d'Andorra)



AUSTRIA



1. Demografía y carreteras

1.1. Información del país



Figura 1 – República de Austria

Austria se encuentra en la parte sur del centro de Europa. Los países vecinos son: en el norte, Alemania y la República Checa; en el este, Eslovaquia y Hungría; en el sur Eslovenia e Italia; y en el oeste Suiza y Liechtenstein.

La extensión del país es de 83.879 km², con una población de 8,46 millones. La topografía está dominada por los Alpes del Este y la cuenca del Danubio.

Viena, la capital de la República de Austria, se encuentra en la parte oriental del país. La ciudad cuenta con 414 km², con una población de 1,73 millones de personas.

Austria es un país muy industrializado con un sector terciario significativo. Las industrias químicas y eléctricas, la agricultura y el turismo son los principales sectores de la economía local.

El territorio tiene un amplio sistema de carreteras y ferrocarriles. El Aeropuerto Internacional de Viena es un nodo central para los vuelos que comunican la parte occidental y oriental de Europa.

El país es un estado federal democrático, formado por nueve regiones:

- Viena (1,73 millones de personas),
- Niederösterreich (1,62 millones de personas),
- Burgenland (0,29 millones de personas),
- Oberösterreich (1,42 millones de personas),
- Salzburgo (0,53 millones de personas),
- Steiermark (1,21 millones de personas),
- Kärnten (0,56 millones de personas),
- Tirol (0,71 millones de personas) y
- Vorarlberg (0,37 millones de personas).

Autopistas y carreteras federales son propiedad de la empresa ASFINAG. Todos los vehículos tienen diferentes obligaciones para utilizarlas. Los titulares de coches y motos tienen que comprar un adhesivo para usar las autopistas; autobuses y camiones deben estar equipados con el dispositivo automático de peaje 'go box'. El sistema de red de carreteras (planificación, conservación estructural y mantenimiento invernal) es administrado por las regiones.

1.2. Red viaria y tráfico

Área	83.879 km ²	
Población	8,46 millones	
Longitud de las carreteras	Autopistas	2.185 km
	Carreteras regionales principales	9.959 km
	Carreteras secundarias & rurales	23.680 km
	Carreteras municipales	78.766 km
Latitud (capital)	48° 13' 11" N	
Longitud (capital)	16° 22' 12" O	

Tabla 1

La red de carreteras públicas comprende aproximadamente 114.590 km de longitud. Hay 6,2 millones de vehículos certificados como tráfico austriaco. 4,5 millones de vehículos de pasajeros conducen un promedio de 13.500 km al año.

2. Clima

2.1 Descripción general de las zonas climáticas

Austria es un país mayoritariamente alpino, situado en una zona de transición entre el clima continental y el marítimo. El clima invernal se caracteriza por la influencia cambiante entre leves masas de aire húmedo que llegan a Austria procedentes del Océano Atlántico y el aire frío y seco, relacionado con fuertes áreas de alta presión sobre el este de Europa.

En cuanto a la aparición de fuertes nevadas Austria se puede dividir en zonas diferenciadas:

El norte de Austria recibe con frecuencia grandes cantidades de nieve fresca cuando el aire húmedo fluye desde el noroeste hacia los Alpes. Cuando choca contra el borde norte de la cordillera, el aire asciende, se enfría y, por lo tanto, es incapaz de mantener su humedad, cayendo en forma de nieve al suelo;

Fuertes tormentas de nieve golpean el sur de Austria, en conexión con las bajas presiones mediterráneas centradas sobre el norte de Italia;

En las tierras bajas del Este y Norte de Austria, fuertes nevadas son extraordinariamente raras y ocurren como consecuencia del aire frío que proviene del norte de Europa o, como en el sur de Austria, consecuencia de las bajas presiones sobre el mar Mediterráneo, en el caso de que las temperaturas sean lo suficientemente bajas para producir nevadas;

La lluvia helada puede afectar a las carreteras austriacas un par de veces cada invierno. A veces se produce cuando los frentes cálidos se acercan al país desde Europa occidental y la lluvia que cae se congela al chocar con una fina capa de aire frío cerca de la superficie.

La niebla o niebla helada también pueden ser un problema para el tráfico. Esto ocurre como consecuencia de una marcada inversión térmica, cuando el aire frío del Este de Europa es superado en altitudes de 600 a 1.200 m por una capa mucho más cálida de aire.

Las ventiscas de nieve pueden causar condiciones catastróficas en las carreteras en las planicies austriacas y, por lo tanto, superficies propensas al viento, si las temperaturas son lo suficientemente bajas.

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1. Normas y disposiciones

Las normas de circulación son el fundamento jurídico legal para todas las actividades de mantenimiento invernal. Los operadores de tráfico son responsables de mantener un adecuado estado de la carretera, que incluye el mantenimiento invernal. Los procedimientos de mantenimiento de la vialidad invernal se dividen en carreteras rurales (cuadro 2) y vías urbanas (tabla 3) con 4 (rural) o 7 (urbano) categorías diferentes.

En caso de nevadas o aceras resbaladizas, éstas se han de mantener entre las 6:00 (6:00 AM) y 22:00 (10:00 PM) horas. La responsabilidad es de los dueños de las propiedades cercanas.

3.2. Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

Autopistas y carreteras federales son administradas y operadas por la ASFINAG (Autobahn und Straßen Finanzierungs AG). Las carreteras rurales o municipales son administradas por las regiones (Lands de la República Federal), las ciudades o municipios. No existe en Austria una oficina de conservación invernal que imparta instrucciones a las autoridades de tráfico.

3.2.1 Director de Carretera

Austria cuenta con 240 centros de servicio dirigidos por los llamados Directores de Carretera. Ellos se encargan de la organización de una oficina de servicio en verano e invierno. Forma parte de su trabajo la planificación, ejecución y seguimiento de las actividades relativas a la administración vial. Tienen que comprobar los informes del tiempo y, en caso

de pronósticos que afecten el estado de la carretera, tomar las decisiones pertinentes.

Los Directores de Carretera también son responsables de la organización del servicio de su propio personal y de los recursos del material que se esparce, como arena o sal.

3.2.2 Contratación de empresas privadas

Las empresas privadas también participan en las actividades de mantenimiento en invierno. La contratación con la Administración de carreteras supone la participación en un procedimiento de licitación. Los términos de un contrato dependen de los requisitos establecidos por la Administración de carreteras.

Los camiones necesitan una placa de montaje para fijar la pala quitanieves en el vehículo y las conexiones necesarias para que el sistema hidráulico pueda levantar y girar la pala. Los conductores son contratados por la compañía en cuestión. El equipo adicional, necesario para ejecutar la obra, formado

por esparcidores o palas quitanieves, es suministrado por la Administración de Carreteras.

Los contratos cubren un período de 3 a 5 años. Esto depende de los requisitos establecidos por la Administración de carreteras.

En un mapa se indican las carreteras que se tienen que limpiar o los puntos donde esparcir material. Pueden contener información adicional (número del mapa de mantenimiento invernal, área, dirección / número de teléfono de las existencias, sentidos únicos de circulación).

Para el suministro de recursos de esparcimiento (sal común o sal gema, cloruro de calcio, arena) se emite una licitación a escala europea. La licitación se llevará a cabo por la unidad central de la Administración de carreteras. Los contratos tienen una validez de un año. Es habitual incluir algunas cláusulas en el contrato. Por ejemplo, para obtener una prestación adicional, después de una operación de mantenimiento de invierno, existe una cláusula que obliga a entregar material nuevo en un plazo de 48 horas.

Situación del tiempo, estado de la carretera	Categoría A	Categoría B	Categoría C	Categoría D
1. Riesgo de escarcha o hielo	Carreteras, autopistas y sus cruces	Carreteras regionales con un volumen de tráfico diario mayor a 5.000	Carreteras regionales con un volumen de tráfico diario entre 1.000 y 5.000	Carreteras regionales con un volumen de tráfico diario menor a 1.000
2. Nevadas ligeras, nieve y hielo, ligeras acumulaciones de nieve	Un recorrido de inspección por día	Un recorrido de inspección por día	Un recorrido de inspección por día	Un recorrido de inspección por día
3. Nevadas copiosas, acumulaciones de nieve	Transitabilidad de todos los carriles, cruces y caminos de acceso a las estaciones de servicio. Tratamiento con agentes fundentes- Desaparición completa. Pueden aparecer carreteras nevadas	Transitabilidad; Preferentemente tratamiento con agentes fundentes . Espesor de nieve de hasta 10 cm posible. No se pueden excluir detecciones entre 22-6	Transitabilidad; Tratamiento con arena o agentes fundentes; Espesor de nieve de hasta 10 cm posible. No se pueden excluir detecciones grandes entre 20-7 y en el fin de semana.	Transitabilidad; Tratamiento con arena o agentes fundentes Detecciones grandes no pueden ser excluidas.
4. Grandes acumulaciones de nieve, avalanchas, hielo extremo (p.ej. Lluvia helada)	Transitabilidad de al menos un carril por sentido, cruces y caminos de acceso a las estaciones de servicio entre 0-24. Tratamiento con agentes fundentes - Se favorece su desaparición completa . Podrían aparecer carreteras nevadas. Transitabilidad de los estacionamientos y arcén no garantizada. Si es necesario transitar se tendrán que utilizar cadenas para nieve.	Transitabilidad de al menos un carril por sentido Favorece el tratamiento con agentes fundentes Posibilidad de grandes detecciones debidas a gruesos de nieve de más de 10 cm Si es necesario transitar se tendrán que utilizar cadenas para nieve. En caso de vertido de arena - sólo después de la finalización de la retirada de la nieve	Transitabilidad de al menos un carril por sentido Tratamiento con agentes fundentes o arena Posibilidad de grandes detecciones debidas a gruesos de nieve de más de 10 cm Si es necesario transitar se tendrán que utilizar cadenas para nieve.	Transitabilidad de al menos un carril por sentido si es necesario con cadenas para nieve. Tratamiento con agentes fundentes o arena. Retirada de la nieve con espesores de nieve de 10 cm (8 a 20).
Tiempo de servicio de la vialidad invernal	00 - 24 Intervalos de tratamiento según necesidad	4 - 22 Intervalos de tratamiento según necesidad	5 - 20 Intervalos de tratamiento según necesidad	8 - 20 Intervalos de tratamiento según necesidad
Tiempo de circulación	Máx. 3 horas	Máx. 5 horas	Máx. 5 horas	----
Anotación	Tiempo de circulación = Tiempo entre dos tratamientos, Transitabilidad = Posibilidad de uso de vehículos con equipamiento invernal, Nevadas copiosas = Más de 10 cm en 3 horas			

Tabla 2: Categorías de conservación invernal en las carreteras locales

AUSTRIA



	P1	P2	P3
	Carreteras interiores en las ciudades principales, vías de acceso, carreteras con líneas de autobuses / tranvías, carreteras de acceso hospitales públicos y estaciones de bomberos	Carreteras con menor tráfico, carreteras secundarias en áreas residenciales y comerciales, carreteras de montaña	Carreteras con menor tráfico, de carácter rural
Tipo de tratamiento	Retirar la nieve y esparcir	Retirar la nieve y esparcir	Retirar la nieve y esparcir
Tiempo de servicio	4-22	5-22	6-22
Profundidad máx. de la nieve	10 cm	10 cm, más grueso por la noche	10 cm, más grueso por la noche
Intervalo de tratamiento	Máx. 5 horas	Máx. 12 horas	Máx. 12 horas
Tratamiento con	Preferible agentes fundentes	Preferible agentes fundentes, si pertinente con abrasivos	Abrasivos, agentes fundentes si es necesario
Estado de la superficie después del tratamiento	Carretera húmeda o seca, posibilidad de ligeras detecciones	Carretera húmeda o seca, esporádicamente posibilidad de hielo	Posibilidad de carreteras nevadas y detecciones

	P4	P5	P6	P7
	Calzadas separadas conectando vecindarios o con tráfico diario significativo de gente que se dirige al trabajo	Calzadas separadas como conexión a accesos locales o rutas turísticas.	Aceras separadas, áreas peatonales, rutas escolares, caminos hacia hospitales, paradas del transporte público dentro de la competencia de la autoridad local	Plazas de aparcamiento, parkings, avenidas o lugares con mucho tráfico.
Tipo de tratamiento	Retirar la nieve y esparcir material	Retirar la nieve y esparcir material	Retirar la nieve y esparcir material	Retirar la nieve después de otros tratamientos
Duración del servicio	6-19	6-19	6-22	Sin especificar
Espesor máx. nieve	10 cm, más por la noche	Posibles detecciones	Posibles detecciones	Posibles detecciones
Intervalo de tratamiento	Máx. 12 horas	Según necesidad	Según §93 StVO o §1319a ABGB	ninguno
Tratamiento con	Preferible fundentes , si necesario abrasivos	Fundentes o abrasivos	Fundentes o abrasivos	Fundentes o abrasivos
Condición de la superficie después del tratamiento	Carretera seca, esporádicamente es posible hielo o arena en la carretera	Transitabilidad esporádica, posibilidad de hielo o arena en la carretera	Carretera seca, esporádicamente posibilidad de hielo o bache	Dependiendo de las posibilidades. Restricciones debido a las posibles acumulaciones de nieve

Tabla 3: Categorías de conservación invernal en áreas urbanas (Condición temporal: nevadas ligeras)

3.2.3 Técnicas de esparcimiento

Existe una obligación legal que obliga a mantener durante el invierno todas las vías públicas en Austria. El tipo de material de esparcimiento depende de la categoría de la carretera (ver tabla 2). En la categoría A de carreteras, la difusión de la sal es obligatoria y no se permite el uso de arena. En las categorías B y C, existe una mezcla de rutas de esparcimiento de sal, rutas con una mezcla de sal / arena esparcida (por ejemplo, 1:10) o rutas en las que la Administración de carreteras utiliza solamente arena.

La aplicación de sal pre-humedecida (tecnología F 30) es una práctica común (Fig. 2). Si los camiones no están equipados con los aparatos necesarios, es posible cargar una mezcla de sal seca (sal gema o sal común) y arena.



Figura 2 – Camión con pala quitanieves y equipamiento F 30 para uso urbano o carretera

Los servicios de invierno en las regiones alpinas a menudo requieren la contratación de máquinas quitanieves con turbo-fresadora. Debido al riesgo de aludes, en muchas zonas de los Alpes, se producen bloqueos temporales de las carreteras. El área pre-alpina a 60 km al oeste de Viena (Fig. 3) se ve afectada

a menudo por nevadas violentas. El uso de quitanieves con turbo-fresadora es habitual en las actividades de servicio de invierno en la región alpina.



Figura 3 – Quitanieves turbo-fresadora en la zona de Lilienfeld (Baja Austria)

Algunas carreteras de alta montaña permanecen cerradas completamente durante el período invernal. Las actividades de limpieza de la nieve comienzan en abril. Para el Grossglockner Hochalpenstrasse (Fig. 4) son necesarios 25 días de trabajo para eliminar de 600.000 m³ a 800.000 m³ de nieve. Las paredes de nieve tienen una altura de hasta 21 m.



Figura 4 – Retirada de la nieve en el Grossglockner Hochalpenstraße

3.2.4 Consecuencias ambientales de los fundentes de hielo y arena

El uso de fundentes de hielo puede tener repercusiones negativas en el medio ambiente. En muchas carreteras de Austria el uso de cloruros está prohibido por razones medioambientales. Algunos tipos de árboles (por ejemplo, el castaño o árbol plano) son muy sensibles a la sal o cloruro de calcio. Para reducir los efectos nocivos al mínimo es necesario el uso de fundentes de hielo, que son menos dañinos. En algunas zonas de Viena se utiliza el carbonato de potasio en lugar del



Figura 5 – Camión con dispositivo de pulverización de salmuera

Cuando se usa arena durante el mantenimiento invernal también se genera polvo. Para poder utilizar barredoras, la temperatura en la superficie tiene que llegar al menos a +3 °C. Antes de barrer la arena, estas máquinas extienden agua para evitar la generación de una gran cantidad de polvo. La ciudad de Viena también está utilizando barredoras (Fig. 5) que utilizan salmuera de cloruro de sodio en lugar de agua. El barrido de la superficie de la carretera se puede realizar con temperaturas inferiores al punto de congelación durante un período de tiempo seco.

3.2.5 Sistema de información de la meteorología vial

Los nueve Lands de la República Federal tienen contratos especiales con los institutos del servicio meteorológico. Hay varias previsiones del tiempo para todo el país, pero con la consideración de que el clima, dentro de un área pequeña, requiere un gran número de informes meteorológicos especiales. Algunos de los institutos de clima más importantes son:

- El Instituto Central de Meteorología;
- Control de Austro (tiempo para los vuelos);
- El servicio meteorológico militar;
- Meteomedia

Los siguientes parámetros meteorológicos son comunes para el servicio de carretera en invierno:

- Temperatura del aire [° C];
- Temperatura de la superficie [° C];
- Dirección y fuerza del viento (valores promedio y máximo);
- Estado y tendencias del tiempo;

- Efectividad del tiempo (por ejemplo, débil, moderado, fuerte);
- Precipitación (por ejemplo, llovizna, lluvia, nieve, lluvia, nieve, hielo);
- Tipo de precipitación (por ejemplo, ducha, lluvia helada, de vez en cuando);
- Intensidad (por ejemplo, fácil, moderado, fuerte);
- Límite de la nieve caída [m];
- Cantidad de nieve fresca [cm];
- Observaciones del meteorólogo.

Los responsables tienen que agrupar esta información. Con la ayuda de estos informes podrán tomar sus decisiones.

Las carreteras austríacas cuentan con más de 370 sistemas de predicción de hielo instalados principalmente en las autopistas. Los valores medidos se transmiten por las líneas arrendadas a la Administración de carreteras. En casos excepcionales, se utilizan módems seleccionados. En general, las estaciones se instalan en los puntos más fríos de las carreteras y puentes. La determinación de la ubicación de nuevas estaciones se lleva a cabo a través de mapas térmicos y la experiencia del Director de Carretera o de los conductores de máquinas quitanieves.

Algunas administraciones de carreteras tienen conexión con el radar meteorológico y el sistema de EUMETSAT. Las informaciones adicionales suelen ser muy importantes para el Director de Carretera ya que le permiten tomar decisiones sobre el inicio, la duración y el final de una actividad de gestión invernal.

3.2.6 Seguridad e información vial

Las diferentes emisoras de radio y televisión informan sobre el tiempo previsto y actual y el estado de la carretera. La información meteorológica también está disponible en Internet y para los teléfonos inteligentes (smartphones). En algunos puntos del país están instaladas cámaras climáticas. La situación meteorológica se puede observar tanto en la región turística como en las áreas urbanas. Desde 2008, los neumáticos de invierno son obligatorios en carreteras con nieve o hielo entre el 1 de noviembre y el 15 de abril. A pesar de esta regulación, la mayoría de accidentes son causados por vehículos insuficientemente equipados.

La información relativa a las condiciones de vialidad invernal debería darse lo más pronto posible. Algunas señales de tráfico indican un límite de velocidad por el peligro que supone el deslizamiento en carreteras. La policía puede prescribir el uso de cadenas para ruedas en algunas carreteras.

3.2.7 Zonas previstas para la acumulación de nieve en las zonas urbanas

Se otorga un especial énfasis al mantenimiento invernal en las zonas urbanas aunque no esté relacionado con las carreteras. Debido a la falta de espacio en las carreteras, grandes cantidades de nieve deben ser eliminadas rápidamente. Por esta razón, hay zonas previstas para acumular la nieve (Fig. 6) en las grandes ciudades. La nieve puede ser vertida en los flujos de agua. Esto supone un problema para la protección del medio ambiente, ya que se mezcla una gran cantidad de arena y otros materiales con la nieve.

El almacenamiento de la nieve tiene lugar en las llamadas zonas de vertido de nieve. En estos lugares la nieve se derrite lentamente y las sustancias residuales se pueden retirar después del invierno.



Figura 6 – Zona para el almacenamiento de nieve

4. Investigación y estudios en curso para mejorar la vialidad invernal

El Consejo Austriaco de Investigación de Carreteras y Tráfico es el responsable de todas las actividades relativas a la investigación de todo tipo de construcción y mantenimiento de carreteras.

Entre otras cosas, hay un grupo de trabajo que se ocupa de la vialidad invernal. Se compilan directrices e instrucciones sobre la eficiencia en el mantenimiento invernal.

La comparación de las situaciones típicas de vialidad invernal con las tasas prácticas de aplicación muestran un alto potencial de ahorro al evitar el uso innecesario de sal. Esto lleva a preguntarse cuáles son los ratios óptimos de aplicación y las estrategias de vialidad invernal para todas las situaciones usuales que se pueden aplicar en la práctica del mantenimiento invernal. Para responder a estas preguntas, los estados federales de Austria, la compañía que gestiona las carreteras austríacas

(ASFINAG) y el Ministerio Federal de Transporte (BMVIT) financiaron un proyecto de investigación en la Universidad de Tecnología de Viena. Basado en extensas experiencias y pruebas de laboratorio de 2010 a 2012 en el Instituto de Transporte, se pudo determinar el complejo impacto mecánico y físico de todos los factores principales y su influencia sobre el mantenimiento invernal. Pruebas prácticas y un debate permanente con personal seleccionado completaron la verificación y la aplicación de las conclusiones en un modelo integral de vialidad invernal. Otros resultados incluyen una guía compacta y práctica de mantenimiento invernal y cursos de formación para el personal de mantenimiento de invierno.

Además de los principios de tratamiento se han desarrollado estrategias de mantenimiento de invierno, ratios de aplicación y recomendaciones de gestión para los escenarios usuales de invierno. Estos escenarios se componen de las condiciones de las carreteras claramente distinguibles y escenarios de desarrollo del tiempo en función de su importancia para el mantenimiento de invierno y los usuarios de la carretera. Estos escenarios se resumen en la Tabla 4 con los cuadros de condiciones típicas de carretera y una visión general de las estrategias de mantenimiento de invierno. Las recomendaciones en la gestión invernal no sustituyen la experiencia local ni la responsabilidad del personal de mantenimiento de invierno y la adaptación de las tasas de aplicación para los requisitos especiales (por ejemplo, en los puentes, firmes drenantes, etc.) Sin embargo, impulsan una evaluación armonizada de la situación con el fin de lograr mejores resultados en la gestión de la vialidad invernal.

En el verano de 2013 estarán terminados los proyectos de investigación que se encuentran en marcha y que tienen en cuenta las nuevas tecnologías de aplicación de la sal, los nuevos fundentes de hielo y la evaluación de un sensor basado en las posibilidades del mantenimiento de invierno.

5. Referencias

Magistrat der Stadt Wien, MA 48: Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

Asfinag Service Gesellschaft, www.asfinag.at

Anforderungsniveau für den Winterdienst

Der Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr

[http://www.grossglockner.at/de/grossglockner/Optimierung der Feuchtsalzstreuung](http://www.grossglockner.at/de/grossglockner/Optimierung%20der%20Feuchtsalzstreuung)

<http://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/verkehr/strasse/feuchtsalzstreuung.html>

Documentación gráfica	Estado de la carretera	Tratamiento recomendado
	Carretera seca:	Salazón mínima sólo en la escarcha:
	No se esperan superficies deslizantes Temperatura en superficie: -30°C a $+60^{\circ}\text{C}$ Alta resistencia al deslizamiento, $\mu = 0,6 - 1,0$	Tratamiento no necesario
	Escarcha posible o esperada (normalmente entre las 2 - 4 AM)	Tratamiento preventivo $5 - 10^* \text{ g/m}^2$ cuando empieza la escarcha
	Carretera húmeda o mojada:	Salazón a temperaturas inferiores a 0°C:
	Temperatura en superficie $> 0^{\circ}\text{C}$ Resistencia moderada al deslizamiento, $\mu = 0,4 - 0,7$	No necesita tratamiento (Vigilar la temperatura!)
	Temperatura en superficie $\leq 0^{\circ}\text{C}$ Carretera húmeda Resistencia moderada al deslizamiento, $\mu = 0,2 - 0,6$	Tratamiento preventivo con $5 - 10^* \text{ g/m}^2$ antes del inicio de congelación
	Temperatura en superficie $\leq 0^{\circ}\text{C}$ Carretera mojada Resistencia muy baja al deslizamiento, $\mu = 0,1 - 0,6$	Tratamiento de 20 a 40^* g/m^2 antes de la helada crítica Mensajes de aviso si empieza la formación de hielo negro!
	Nieve junto a huellas de las ruedas:	Retirada de nieve y salazón:
	Sin nevadas Huellas de ruedas libres de nieve Resistencia moderada al deslizamiento, $\mu = 0,3 - 0,5$	Retirada de nieve y salazón con $10 - 20^* \text{ g/m}^2$, para eliminar la nieve remanente
	Nevadas inferiores a $0,5 \text{ cm/intervalo}$ Resistencia baja al deslizamiento, $\mu = 0,2 - 0,4$	Retirada de nieve y salazón con $10 - 20^* \text{ g/m}^2$
	Nevadas más de $0,5 \text{ cm/intervalo}$ Nieve en huellas de las ruedas Resistencia baja al deslizamiento, $\mu = 0,2 - 0,4$	Retirada de nieve y salazón con 10 g/m^2 (retirar recubrimiento!) hasta que finalice la nevada, después retirada de nieve y salazón con $10 - 20^* \text{ g/m}^2$
	Nieve en huellas de las ruedas:	Retirada de nieve y salazón:
	Sin nevadas Carretera cubierta de nieve Resistencia baja al deslizamiento, $\mu = 0,2 - 0,3$	Retirada de nieve y salazón $20 - 30^* \text{ g/m}^2$, para eliminar la nieve restante
	Nevadas inferiores a $0,5 \text{ cm/intervalo}$ Resistencia baja al deslizamiento, $\mu = 0,2 - 0,3$	Retirada de nieve y salazón con $10 - 20^* \text{ g/m}^2$
	Nevadas superiores a $0,5 \text{ cm/intervalo}$ Resistencia baja al deslizamiento, $\mu = 0,1 - 0,3$	Retirada de nieve y salazón con 10 g/m^2 (retirar recubrimiento!) hasta que finalice la nevada, después retirada de nieve y salazón con $20 - 30^* \text{ g/m}^2$
	Resistencia muy baja al deslizamiento	Salazón según necesidad:
	Sin precipitación Temperatura de la superficie de la carretera $\leq 0^{\circ}\text{C}$. Resistencia muy baja al deslizamiento, $\mu = 0,05 - 0,2$	Tratamiento preventivo si es posible, tratamiento máximo en puntos críticos. Posteriores tratamientos en caso de necesidad
	Hielo negro y posterior precipitación (Nieve o lluvia) Resistencia muy baja al deslizamiento, $\mu = 0,05 - 0,2$	Tratamiento máximo hasta que el hielo sea eliminado. Cierre de tramos de carreteras en caso de necesidad. Apertura después del cierre solo si la resistencia al deslizamiento es suficiente

Tabla 4: Recomendaciones para la vialidad invernal



BÉLGICA



ÍNDICE

1. Demografía y red vial

1.1. Información de país



Belgian road network (main roads)

Bélgica es un país de tamaño pequeño (30.528 km²), pero densamente pobladas (10,67 millones), situado en el corazón de Europa. El país ocupa una posición de privilegio entre los Países Bajos, Francia, Alemania y Gran Bretaña, y limita con el Mar del Norte, el mar más concurrido en el mundo. Bruselas, la capital del país, es también la capital de la Unión Europea y un centro financiero internacional. La economía del país se basa sobre todo en el comercio de exportación (2/3 de la producción del país se exporta). La salud financiera belga depende en gran medida de su infraestructura de transporte. La red de carreteras y ferrocarriles es por lo tanto una de las más densas en el mundo.

El país es un estado federal con 3 regiones: la región flamenca en el norte (6,16 millones de personas), la región de Bruselas Capital en el centro (1,05 millones), y la región de Valonia en el sur (3,46 millones). Estas tres regiones son autónomas en varias áreas, incluyendo la construcción, la gestión y el mantenimiento de las autopistas y autovías en sus territorios. Flandes y la región de Bruselas Capital son relativamente planas (de 0 a 100 m), mientras que la región Valona contiene las Ardenas, un grupo de mesetas 400 a 690 m de altitud y salpicada de numerosos valles.

1.2. Red vial y tráfico

La red de carreteras comprende 1.763 km de autopistas, 12.613 km de carreteras (nacional) (ambos administrados por las autoridades regionales) y 139.219 km de carreteras municipales y provinciales.

Área	30,528 km ²	
Población	10.67 million	
Longitud	Autovías	1,763 km
	Regionales	12,613 km
	Provinciales	1,349 km
	Locales	137,870 km
Latitud (capital)	50°50'N	

(Datos 2008) (<http://www.belgium.be>; <http://statbel.fgov.be>)

De los 6,48 millones de vehículos en Bélgica, 5,13 millones son turismos, que viajan una distancia media de 15.636 km al año (2007). El tráfico también es importante por la noche, especialmente el tráfico comercial. El transporte por carretera representa el 73% del total del transporte de mercancías. El tráfico promedio diario (2007; 6 a.m. a 10 p.m.) por autopistas es de aproximadamente 51.000 vehículos (con máximos llegar a cerca de 150.000 en determinados segmentos cerca de las grandes ciudades) y unos 10.000 vehículos en las carreteras regionales.

Tráfico: 98.79 millardo veh-km	
Autopistas:	35.85 millardos veh-km
Regionales:	40.70 millardo veh-km
Communales:	22.24 millardo veh-km
turismos:	77.02 millardo veh-km
Camiones (y vehiculos comerciales) de transporte:	19.71 millardo veh-km

2007 traffic statistics (<http://statbel.fgov.be>)

La importancia económica de la carretera es, por tanto, enorme incluso en invierno. Como resultado, una de las tareas de las autoridades responsables de las carreteras es mantener la red de carreteras transitable en todo momento, por lo que existe de un departamento especial para mantenimiento de invierno.

2. Clima

2.1 Zonas climáticas

Debido a la ubicación geográfica del país, el clima está muy influenciado por la proximidad del mar. Avanzando hacia el interior, detrás de una llanura costera a unos pocos kilómetros, el terreno se eleva gradualmente hacia el sur y el sureste y se caracteriza por numerosos valles. Esta diversidad da lugar a muy diferentes microclimas locales que se deben considerar en la gestión de invierno mantenimiento de las carreteras.

2.2 Estadísticas de temperature, heladas y precipitación

Bélgica tiene un clima templado con inviernos suaves y lluviosos. En invierno, las condiciones meteorológicas pueden ser muy irregulares en el entorno de los 0 °C. Se producen frecuentes y abundantes precipitaciones en invierno, la mayoría de las veces en forma de lluvia o chubascos que dejan la red húmeda o mojada. El número de días de nieve varía considerablemente dependiendo de dónde se encuentre en el territorio: de alrededor de 12 días/año en la costa a 60 días/año en las Ardenas [3]. El número de días con heladas en Bruselas sigue siendo moderado, en 52 días al año. Es el número de ciclos de congelación y descongelación que más caracteriza los inviernos en Bélgica. En general, cuanto más nos acercamos a las Ardenas, más desciende la temperatura media y aumenta el número de días con heladas, hasta un promedio de 115 días al año. Localmente las diferencias en las condiciones climáticas entre las secciones de carretera son lo suficientemente significativas como para crear diferentes tipos de situaciones que reduzcan el agarre de la carretera.

2.3 Índices invernales

No se emplean índices invernales en Bélgica. Los índices de "consumo" sí se emplean para valorar la severidad de un invierno.

- **Balanced Scorecard:** La autoridad flamenca carretera emplea un buen número de recursos (tanto humanos como financieros) para lograr sus objetivos estratégicos y operacionales. Uno de estos objetivos estratégicos se trata de minimizar el impacto sobre el medio ambiente. Por consiguiente, es importante analizar si alguna de las medidas (un número excesivo de intervenciones, dotaciones demasiado altas) de mantenimiento invernal fueron superiores a las necesarias. El objetivo final es el de utilizar tan poca sal como sea posible y lograr el objetivo operativo (evitar carreteras resbaladizas). Por lo tanto, se

elaboró un índice M (= Z/R), que representa la relación entre la cantidad de sal (Z) y un valor de referencia R definida por la siguiente fórmula:

$$R = \sum_{i=1}^9 O_i \times (7g/m^2 \times X1_i + 33g/m^2 \times X2_i) / 10^6$$

donde:

O: es la zona de la carretera tratada en cada una de la región de 9 zonas climáticas.

X1: es el número de noches en que la superficie de la carretera cae por debajo de 0 °C y donde el punto de rocío es mayor que la temperatura de la superficie vial.

X2: es el número de noches en invierno con chubascos o nevadas en una superficie de hielo.

La administración de carreteras Valona también desarrolla normas de calidad e indicadores de desempeño relacionados con la dureza del invierno (véase § 4.2).

3. Gestión invernal de carreteras (en carreteras regionales y autovías)

3.1 Estándares y normas

Obligación legal de realizar mantenimiento de invierno

El mantenimiento invernal realizado por las tres administraciones regionales es un servicio que se proporciona a los usuarios de la carretera y a la economía del país. Se realiza entre mediados de octubre y mediados de Abril.

Clasificación de las carreteras - Niveles de servicio - optimización de rutas

el nivel de servicio a la carretera tiene por objeto, en la medida en que las circunstancias nos lo permitan, asegurar el mantenimiento o el restablecimiento de las condiciones normales de circulación en todas las situaciones excepcionales invierno, teniendo en cuenta la clasificación de carretera y del volumen de tráfico. Para cada nivel de servicio necesario, las operaciones de mantenimiento deben haberse completado en un plazo de 4 horas a partir de la decisión de actuar.

En teoría, la capacidad de servicio de cada carretera se mantiene. En el caso de condiciones extremas de invierno, y cuando los recursos disponibles son insuficientes, se ha dado prioridad a ciertas carreteras (autopistas, carreteras nacionales, carreteras utilizadas por transporte público). La administración debe tomar las medidas (qué se extiende, retirada de nieve, señalización, etc.) necesarias para garantizar que el hielo o la nieve no resulten excesivamente sorprendentes a los usuarios.

Normas de calidad, indicadores de rendimiento

Los contratos de mantenimiento, en la actualidad, todavía están orientados a asegurar medios, en lugar de ligarlos a la consecución de resultados reales o los niveles de servicio.

Recursos Humanos

El reglamento de la organización de mantenimiento de invierno local se explica en detalle en un plan de organización (reglamento interno) específico de cada distrito. Este documento expone cómo está organizada cada una de las tareas asociadas con mantenimiento de invierno.

Es acorde a la legislación belga sobre tiempo de trabajo aprobada el 2000-12-14. [3] Esta ley establece que el trabajo no podrá exceder un promedio de 38 horas por semana durante un período de referencia de 4 meses (sin excepción).

Normas relativas a los tipos y las características de los materiales y equipos

La mayoría de la sal que se utiliza en carreteras belgas es el cloruro de sodio (NaCl), ya sea como sal de roca, sal evaporada o en salmuera. Los contratos de suministro se establecen antes de la temporada de invierno (en Valonia: contratos de tres años en tres fases anuales, con una revisión de la 2ª y 3ª años de los precios unitarios establecidos inicialmente); estos contratos precisan las características que debe tener la sal (pureza, antiaglomerantes, tamaño de grano), así como las cantidades anticipadas y embalaje.

Los proveedores están obligados a aportar pruebas de la existencia de niveles de existencias adecuados en Bélgica. En particular, la región Valona requiere que se transporte a través de vías navegables de interior (canales) y puertos (para fomentar la intermodalidad). Los contratos de suministro permiten tres formas de NaCl (salmuera, sal evaporada y sal de roca con una amplia gama de tamaños de grano) anualmente. En términos generales, se usan esparcidores desmontables diseñados para sistemas de carreteras medianas y grandes (con una capacidad de alrededor de 5 m³); los hay accionados por rueda, impulsados por un motor auxiliar, por el sistema hidráulico de la carretilla o conectados a uno de los ejes del camión.

Cada administración regional ha creado sus propios requisitos técnicos sobre esparcidores (accesorios, señalización, sistema de tracción y sistema de alimentación), pero en general los esparcidores siempre deben estar equipado para el esparcido de sal húmeda así como con un sistema para ajustar con precisión el ancho y la velocidad de esparcido. El pliego de condiciones de las licitaciones se refieren, entre otras cosas, a la CROW 131 publicación. [2]

La mayoría de los esparcidores de Flandes han sido equipados con un sistema que recoge y analiza automáticamente los

datos de extendido (desde 1996). Los camiones usados para el mantenimiento de invierno por el Ministerio de la Región de Bruselas están equipados con un sistema de seguimiento en tiempo real GPS. Un sistema de este tipo también se están desplegando en Valonia (véase § 4.1).

Flandes		
	Autovías	Regionales
Distritos	93 km/distrito	275 km/distrito
Esparcidores (» 5 m³) & quitanieves	8.1 km/esparcidor	24 km/esparcidor
Valonia		
Distritos	87 km/distrito	212 km/distrito
Esparcidores (» 5 m³) & quitanieves	7.5 km/esparcidor	26.5 km/esparcidor
Bruselas		
Distritos	11 km/distrito	320 km/distrito
Esparcidores (» 5 m³) & quitanieves	3.7 km/esparcidor	20 km/esparcidor
Bélgica (media)		
Distritos	86 km/distrito	229 km/distrito
Esparcidores (» 5 m³) & quitanieves	7.8 km/esparcidor	23.9 km/esparcidor

Los km incluyen carriles de ida y vuelta, rampas y enlaces

Gestión de las carreteras: distritos y equipo en el caso de máximo despliegue (esta es una situación media y es el resultado de dividir el número de kilómetros por el número total de distritos, esparcidores y quitanieves)

Las administraciones regionales de carreteras colaboran un número de compañías privadas (alquiler de camión y conductor, así como alquiler de esparcidor en Valonia), cuyo equipo es probado y calibrado antes del inicio del período invernal. En general, el tratamiento de rutas, la cantidad de esparcidores y su capacidad se determina para completar cada ruta dentro de un espacio de 4 horas desde la decisión de actuar (el tiempo de respuesta después de la llamada a iniciar el tratamiento es de 1 hora; el tiempo de tratamiento es de 2 a 2,5 horas), considerando una tasa media dotación entre 15 y 30 g/m²).

3.2 Organización y operative de la vialidad invernal

La organización de mantenimiento de invierno en carreteras belgas es la responsabilidad de:

- Las tres autoridades regionales para los 14.376 km de carreteras regionales a través de diversas ramas centrales y 74 distritos locales; todas las operaciones de mantenimiento invernal se llevan a cabo o se dirigen desde estos centros locales.



Descentralización de la vialidad invernal

- Las autoridades locales (589 municipios y 10 provincias) para las carreteras provinciales o comunales (estas carreteras no se han examinado en este documento).

Tareas de distrito

El mantenimiento invernal realizado por los distritos comprende las siguientes tres tareas principales:

- un papel director gerente para el distrito, que está encargado de controlar el buen comportamiento del mantenimiento invernal y ofrece la orientación necesaria para asegurarse de que las instrucciones son bien entendidas y aplicadas,
- una función de coordinación para el "coordinador de mantenimiento invernal" quien supervisa el día a día de las operaciones. Empleando su conocimiento de la carretera, de las condiciones climáticas (observadas y previsiones) y los resultados de las inspecciones, es el que toma las decisiones necesarias para las intervenciones, las llamadas de los miembros del personal y de los contratistas privados, y determina el tipo de tratamiento que se ha de aplicar y la cantidad de sal que se utiliza. Por último, es responsable de la codificación o registro de los datos relacionados con la entrega de los servicios y la gestión de hielo aplican (véase también § 4.2);
- Una función de ejecución, realizada primordialmente por contratistas privados; el apoyo logístico de los contratistas consiste en suministrar los camiones con los conductores, así como, a veces, esparcidores para soluciones de sal (sólo en Valonia, desde 2000) y quitanieves.

Estas tareas se detallan en diversos documentos internos y se actualizan cada año (planes de organización general, planes territoriales, planes de distrito).

Partenariado Público/privado para la implementación de la vialidad invernal

La ejecución de las tareas de vialidad invernal está en mano de contratistas privados en la mayor parte de la red

	Nivel de privatización	% of operations (most recent winters)
Flandes	Conductores y camiones	100%
Bruselas	Conductores y camiones	» 97%
Vallonia (240 contratos privados)	Conductores camiones y esparcidores	86% (invierno 2008-2009)

Intervenciones por contratistas

Los contratos con los contratistas privados se firman antes de la temporada, y se basan en un contrato estándar. En función de la autoridad competente de que se trate, en Bélgica se utilizan diferentes tipos de contratos, describiendo las operaciones de mantenimiento de invierno que se llevarán a cabo en el periodo definido:

- renovable en dos ocasiones, contratos de un año en la región de Bruselas Capital;
- Los contratos de tres periodos invernales con una fórmula para la revisión anual de los precios unitarios en Valonia (estos incluyen el alquiler del esparcidor pertenecientes a la empresa privada);
- contratos de tres años (dos años para carriles para bicicletas) en Flandes. La administración proporciona esparcidores y sal.

Sal y directivas

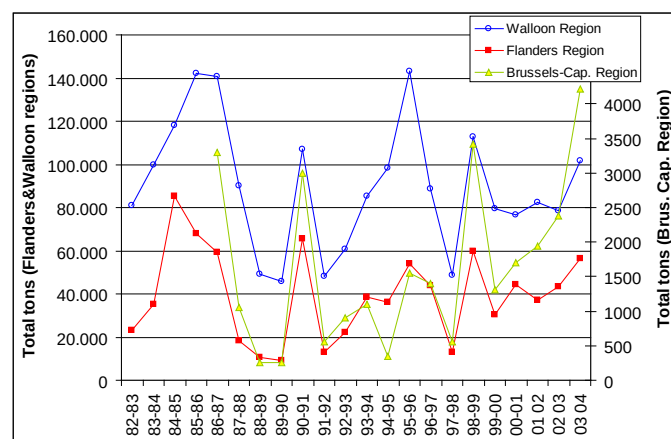
los contratos cada año, una rama central de cada administración de carreteras adjudica los contratos a proveedores diversos sal tras un procedimiento de licitación abierta, para que el invierno se pueden reponer las existencias. Estos contratos de suministros de sal se concluyó en el nivel central a fin de obtener el máximo beneficio del precio de grandes volúmenes. La rama central también supervisa la ejecución de los contratos. Por otra parte, las directivas detallan los distintos tratamientos para diversas condiciones de la carretera (a bajas temperaturas, el hielo, el asfalto poroso, etc.) y se trabaja con la industria para desarrollar material de mantenimiento invernal, etc.

Cooperación con otras organizaciones de gestión

Hay acuerdos entre las administraciones regionales, así como con las autoridades locales a fin de optimizar las rutas de tratamiento a lo largo de la red, así como para organizar las intervenciones de unas pocas rutas específicas. Además, la región Valona ofrece la información obtenida de sus sistema de clima de carretera a las comunas Valonas para ayudarles en sus procesos de adopción de decisiones.

Financiación

Los consumos anuales están ligados a la severidad del invierno. En el periodo 1982-2009, el consumo anual de sal (NaCl y CaCl_2) fue:



Consumo anual de sal en carreteras regionales belgas

El empleo de CaCl_2 supone menos de 1% del total.

	Valonia	Flandes	Bruselas
Media 2003 - 2008 en toneladas	80,931	44,586	3,154
km ²	7,192	7,650	
g/m ² /año	11.25	5.83	

Uso de sal en Bélgica: 2003-2008

El coste medio reciente es de, aproximadamente 0.25 Euro/m² (de 0.15 a 0.75 Euro/m² dependiendo de la carretera).

Los costes totales (medias 2003-2008) se dividen así:

	Compras de fundentes	Equipos y personal	Sector privado
Flandes	26%	29%	45%
Valonia	17%	26%	58%**

Gestión de las operaciones de mantenimiento invernal: medidas de control de la nieve y el hielo

se organizan las intervenciones como el tratamiento de rutas; el esparcidor se carga de tal modo que complete un circuito completo. Los circuitos se repiten según sea necesario. Los esparcidores se cargan directamente desde un silo vertical u horizontal con una pala cargadora.



Silos de sal

Hay tres tipos de tratamientos, en función de las circunstancias:
o * difusión::

- O Localizado: para evitar heladas, hielo negro, o hielo localizado. La decisión de responder y de la velocidad de esparcido depende de las condiciones climáticas (análisis meteorológico de determinados puntos críticos en el distrito afectado); la dosis recomendada varía de 7 a 10 g/m² (anti-hielo) y de 20 a 30 g/m² (deshielo);
- O Generalizado: contra la formación de hielo (pre-tratamiento): para evitar la escarcha o hielo negro para toda la red, o para evitar que las precipitaciones se peguen a la superficie de la carretera. La dotación recomendada (a menudo sal pre-humedecida) se sitúa entre 7 y 15 g/m², dependiendo de las condiciones climáticas y las previsiones. Estas intervenciones se llevan a cabo en horarios predefinidos de mañana y/o noche.
- El esparcido generalizado curativo contra hielo se lleva a cabo durante o después de las precipitaciones, y por lo general la dotación varía entre 20 y 25 g/m² con un máximo de 40 g/m²

Los Coordinadores tienen instrucciones de centrarse en la extensión preventiva (pre-curativo) tan a menudo como sea posible. La dotación se realiza con sal pre-humedecida (7 a 15 g/m² - es decir, 80% sal seca pre-humedecida con 20% de salmuera concentrada al 22% de NaCl). El ancho de distribución y la simetría se pueden ajustar en todos esparcidores desde la cabina, según el ancho y número de carriles. La administración de carreteras Flamenca fomenta el uso de sal evaporada para preventivos y sal pre-humedecida y gruesa para el deshielo. No se emplean abrasivos

Contracts also include the delivery of generalized or localized snow removal services, combined with a spreading and executed serially (simultaneous snow removal in multiple lanes) as needed.

Técnica de sal humectada

La administración Flamenca de carreteras ha adoptado una política para la renovación completa de su flota esparcidores de sal en un período de veinte años a partir de 1990 y compra sólo esparcidores de sal húmeda.

Esta misma política se aplica en Bruselas (en el invierno 2009-2010, 90% esparcidores están equipas para humectada) y, desde 2000, los contratos valones especifican alquiler de esparcidores de sal humidificada.

Sistema de información meteorológica por carretera y método

Las observaciones de las inspecciones de la red de carreteras, las de las estaciones de medición de carretera (EMC), las previsiones suministradas por la sección del clima de la Fuerza Aérea Belga y (WING) y las temperaturas de la carretera, así como el conocimiento de las características de la red de carreteras locales son los principales elementos que permiten al coordinador tomar las decisiones adecuadas en relación con mantenimiento de invierno.

Sistema de información meteorológica de carretera (RWIS) como herramienta de ayuda a la toma de decisiones

Principio: El RWIS permite la recogida automática de los datos relativos a las condiciones de superficie de la carretera, así como los datos meteorológicos, y tiene por objeto mejorar la seguridad vial, anticipando las condiciones meteorológicas que puedan resultar en carreteras resbaladizas.

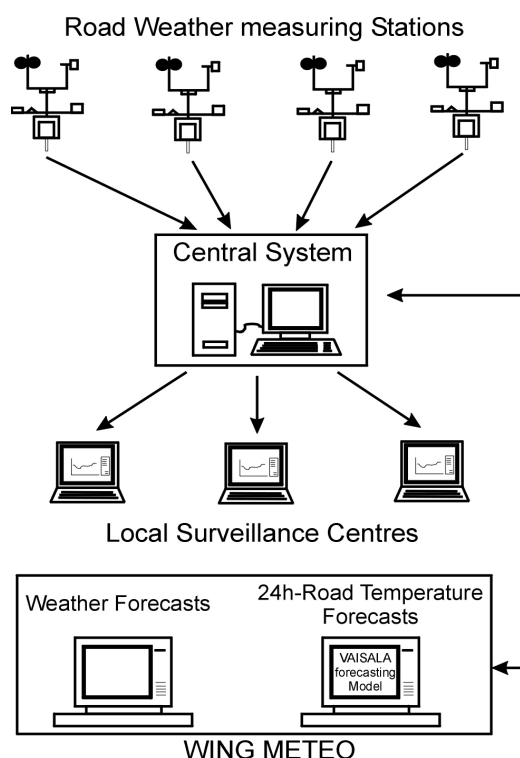


Diagrama del RWIS

Hay 2 sistemas de este tipo en Bélgica (regiones de Flandes y Valonia), que en total tienen:

1. 99 estaciones de medición de carretera (EMCs) en las redes Valona y flamenca. Cada region se divide en zonas de comportamiento homogéneo y las EMC se instalan en puntos representativos. Hay 2 tipos de EMC:
 - a) Primarias (34): en carreteras con tráfico intenso, equipadas, por un lado, por un lado, con sensores atmosféricos, medición de la temperatura y humedad del aire, velocidad y dirección del viento, el tipo, la intensidad y volumen total precipitado, global y radiación atmosférica y, por otro lado, los sensores que miden los cambios en la temperatura por carretera en la superficie, así como a una profundidad de 5, 10 y 20 cm;
 - b) Secundarias (65): Similar, pero más pequeña, no mide características de viento ni temperaturas de carretera a profundidades de 10 y 20 cm, ni recogen los datos relativos a la radiación.



EMC Primaria (izq) en carretera Flamenca y EMC secundaria (dcha) en carretera Valona

- c) El sistema central descarga los archivos de datos EMC cada 6 o 10 minutos,
- d) Las observaciones también se transmiten a WING (oficina meteorológica), que permite ajustar las previsiones relativas a la temperatura de la superficie vial. Los primeros pronósticos son siempre al mediodía, y cubren un período de 24 horas; estos se ajustan si hay una desviación ($> 1^{\circ}\text{C}$) respecto de las siguientes observaciones de la superficie de la carretera. Todos los datos observados y las previsiones son puestos a disposición de los distritos a través del "sistema central" y se puede ver a través de diversos gráficos, cuadros y mapas..

Estos componentes también se complementan con un sistema de mapeo térmico para ofrecer un servicio más amplio herramienta de apoyo para la toma de decisiones para el administrador local. Los mapas térmicos (la térmica impresiones

fueron hechas inicialmente de termometría infrarroja con un vehículo operado en la red) lo hace posible, dentro de un área climática homogénea, con el fin de determinar simultáneamente con las observaciones, en 3 conjuntos de circunstancias (nublado, cielo despejado o medio), las zonas más frías y zonas más calientes de la red de carreteras.

En la región de Flandes estos mapas indican, para cada condición climática, la temperatura relativa (en comparación con una temperatura promedio de la superficie de la carretera a lo largo de la red), utilizando un código de color correspondiente a una escala en incrementos de 1° C. La combinación de estos mapas de temperatura relativa con las previsiones realizadas para cada zona climática homogénea representada por una EMC, permite establecer un pronóstico (24 horas) térmico de la superficie de la carretera.



mapa en tiempo real de carreteras valonas

3.3 Evaluación de medidas de mantenimiento invernal

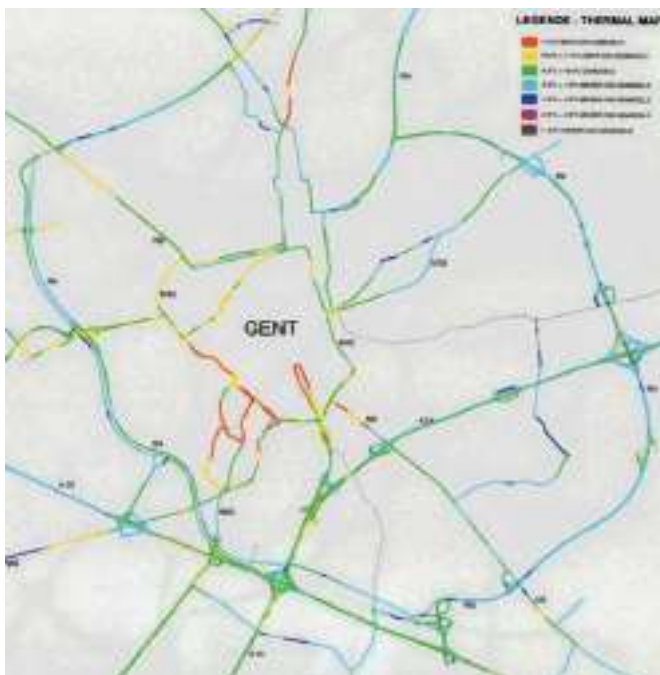
Costes y beneficios de las actividades de mantenimiento invernal - medida de la eficacia

Todos los datos relativos a las actividades de mantenimiento invernal (previsiones, decisiones, acciones llevadas a cabo, recursos humanos y equipos utilizados, labor realizada por los contratistas privados y consumo de sal) se registran a diario en los distritos. Esta información es recogida por las divisiones centrales o territoriales tanto para presentar cada mes de la temporada de invierno (octubre a abril), como para almacenar todas las estadísticas relativas a mantenimiento de invierno (red vial mantenida, los medios utilizados, fundentes, el coste).

En la actualidad se utiliza "índices de consumo (ver § 2.3 and 4.2).

Prácticas que pueden conducir a una reducción de gastos o una mejor conservación del medio ambiente - métodos para reducir el uso de fundentes manteniendo los niveles de servicio

El registro, el análisis y presentación de datos sobre el esparcido de fundentes (cantidades de sal, recursos humanos y materiales empleados, costes, etc.) alienta a todos los actores implicados para contribuir al ahorro de dinero y el medio ambiente.



Previsión de mapa térmico para carreteras flamencas

En Valonia, donde se asientan las impresiones térmicas parcialmente actualizada cada año de temperatura relativa mapas están vinculados a los datos observados por el EMCs para proporcionar una temperatura en tiempo real mapa de la red de carreteras. Estos mapas son también utilizados por el centro de gestión del tráfico para informar a los usuarios de la carretera la existencia de zonas más frías.

Se organiza con frecuencia, entre los sucesivos períodos de invierno, reuniones anuales y formación complementaria. Desde el año 2000, con su nuevo sistema de contratación de mantenimiento de invierno con el sector privado, la administración de carreteras Valona ha actualizado la flota de esparcidores de sus carreteras. Hoy en día, los esparcidores de sal humectada son propiedad de empresas privadas y se les supone una mayor exactitud de esparcido de sal, adaptada a las condiciones de la carretera.

Sin embargo, antes de que un contrato de varios años se inicie, cada máquina debe someterse a una inspección técnica para evaluar sus características técnicas y los resultados en materia de ancho y exactitud de esparcido.



Assessment of the maintenance—payment regulations

Las intervenciones se evalúan principalmente como parte de la red las inspecciones, así como en el análisis de la información recopilada por cada distrito. Los trabajos de mantenimiento se pagan por hora según el número de horas de trabajo.

3.4 Seguridad e información de tráfico

Información a los usuarios de la carretera - uso de las tecnologías de la información

La Fuerza Aérea Belga la sección del clima (Wing) publica boletines en Internet con las previsiones meteorológicas sobre las condiciones de la carretera.



Ejemplo de boletín codificado por colores en internet <http://www.mil.be/meteo/>

Las administraciones regionales de carreteras también proporcionan información sobre el tráfico de los centros de gestión de tráfico (tres en Bélgica). Estos centros de control y gestión de tráfico (a veces incluyendo transporte público) en torno a las ciudades y a lo largo las redes de carreteras regionales.

Dentro de estos centros, los datos se recopilan mediante los siguientes medios:

- Pantalla de visualización de tráfico: varios cientos de las cámaras colocadas en lugares estratégicos a lo largo de la red permiten que las condiciones de tráfico se vigilen en tiempo real.
- Dispositivos de recuento: el recuento de vehículos se realiza habitualmente con la ayuda de espiras o cámaras diseñadas especialmente.
- Llamadas de usuario: se colocan teléfonos de emergencia a intervalos de 2 km a lo largo de las autopistas. Además se habilitan números de para los usuarios que deseen informar sobre un acontecimiento que pueda presentar un peligro u obstaculizar la circulación.
- Detección Automática de incidentes
- Información sobre obras en la carretera
- Información Meteorológica y mantenimiento de invierno: el RWIS de las regiones valona y flamenca recoge diversos tipos de datos de y, gracias a las previsiones y mapas térmicos, proporciona una herramienta para la toma de decisiones a los directivos en el centro de gestión del tráfico. La información acerca del esparcido y las medidas adoptadas por distritos también es enviado de vuelta al centro de gestión del tráfico.

Los centros de gestión de tráfico distribuir información a los usuarios de la carretera a través de diversos canales. De la información proporcionada debe ser E medios son comúnmente utilizados:

- Paneles de señalización variable (PSV): Un efectivo método de comunicación con los usuarios



- **Radio:** las emisoras trabajan de cerca con los gestores de tráfico.
- **Webs:**
 - <http://www.bruxellesmobilite.be>
 - <http://www.verkeerscentrum.be/>
 - <http://routes.wallonie.be/trafiroutes>



Información de tráfico en Flandes (<http://www.verkeerscentrum.be/>) –

---: congestión; ---: denso; ---: normal; ----: sin datos; obras.

Localmente, en zonas especialmente sensibles y peligrosas, la niebla se utilizan sistemas de detección de niebla a lo largo de la carretera, conectado a paneles de mensaje variable o señales luminosas.

Intercambio internacional de información sobre el estado de las carreteras

El intercambio automático de información entre las regiones adyacentes de gestión del tráfico se organiza sobre la base de un protocolo estándar europeo (OTAP system).

4. I+D+I y estudios de mejora de la vialidad invernal

Como cada administración regional desarrolla su propia política de gestión invernal, en los siguientes capítulos se presentará una lista no exhaustiva de los más interesantes estudios y proyectos en curso en las regiones.

4.1. Nuevas tecnologías

La administración de carreteras de la región de Flandes ya ha equipado un tercio de sus esparcidores con un sistema de control automático programado utilizando coordenadas

geográficas, así como una herramienta para orientar los controladores basados en características específicas de cada ruta. Este es un paso más hacia la vigilancia del medio ambiente y efectos presupuestarios de las actividades de esparcido, así como al incremento de la seguridad vial.

Además, se han dado los primeros pasos para implementar un sistema de gestión coordinada invierno; ese sistema debería estar vinculada a una base de datos conectada a las interfaces geográficas.

La región de Bruselas- Capital ha elaborado un mapa térmico de toda su red de carreteras y planea instalar varias estaciones de medición meteorológica de carretera.

En Valonia hay otro proyecto en etapas iniciales, en este caso sobre posicionamiento en tiempo real (GPS) de esparcidores en el campo. En 2005, la región Valona comenzó una revisión de un intercambio de datos protocolo estándar y en el diseño de un GPS común de transmisión de la señal, para poder gestionar los datos desde diferentes modelos de esparcidores, en su mayoría propiedad privada y en consecuencia, cada uno con su propio mando de control. El despliegue de un sistema (de un total de 300 máquinas) se completaría en invierno 2009-2010. La visualización y el sistema operativo, llamado IRIS, se desarrolló al mismo tiempo. Se compone de un módulo "mapa" (seguimiento en tiempo real y gestión de rutas), un módulo "historia" (red y los datos relacionados con la prestación de servicios) y un módulo de "Estadísticas" o analítico.



IRIS – modo Mapa

Está planificada una fase posterior para permitir la gestión automática de los datos relativos a los servicios prestados por las empresas privadas y las relativas a las existencias sal.

4.2 Nuevos enfoques de gestión

La administración flamenca también planea establecer un nuevo nivel de servicio y planea incluir en los contratos de mantenimiento que firma con contratistas privados una obligación de resultados, los cuales se basan en el grado de satisfacción de los usuarios.

Desde el año 2005, la región de Bruselas Capital gestiona también la propagación material anti-hielo sobre 72 km de caminos para bicicletas. Esta actividad se ha incrementado considerablemente, ya que los ciclistas esperan mantenimiento de invierno similar al practicado en las carreteras. El objetivo es hacerlos utilizables dentro de 24 horas después de una caída de nieve. El ancho de los carriles para bicicletas requiere el uso de vehículos especiales. También se están llevando a cabo estudios de retirada de nieve en los pasadizos, aparcamientos, etc.

La administración de carreteras Valonia quiere desarrollar normas de calidad e indicadores de resultados asociados con la dureza del invierno. Para ello, utiliza dos grandes programas de ordenador: *Météoroutes* y *NEVE*, así como un índice de invierno riguroso (WHRI).

Météoroutes es el nombre que se le da al sistema de Información Meteorológica de carretera (véase § 3.2). La herramienta *NEVE* está disponible para el coordinador de mantenimiento invernal y le permite gestionar todos los asuntos relacionados con servicio de invierno con cuatro categorías de información: repositorios, los servicios prestados por el sector privado y por la administración de carreteras, gestión de deshielo y las estadísticas.

Es de vital importancia para un gestor de carretera analizar rápidamente si los medios (recursos humanos y materiales) disponibles son adecuados en vista de la realidad meteorológica. Con este fin, un índice de invierno riguroso se calcula a través *Météoroutes* al final de cada mes y para cada una de las 51 estaciones de medición meteorológica de Carretera (primarias y secundarias) .de Valonia

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{WHRI} = 1.07 g + 2.1 n$$

Donde *g* es el número de días de helada en la superficie de la carretera (= días efectivos con la carretera $t^{\circ} \leq 0^{\circ} \text{C}$) y *n* es el número de días de nieve con una carretera $t^{\circ} < 0^{\circ} \text{C}$. El factor de 1,07 se incluye para tener en cuenta la imprecisión de las previsiones meteorológicas, el factor de 2.1 se basa en la hipótesis de que en una retirada de nieve los costos de operación son, en promedio dos veces el de un tratamiento preventivo.

5. Referencias

[1]: SNEYERS R., VANDIEPENBEECK M. [1995]. Notice sur le climat de la Belgique. Publication scientifique et technique N°002. Institut Royal Météorologique de Belgique

[2]: C.R.O.W. [1998]. Standaardisatie strooimachines – De juiste apparatuur voor elke specifieke situatie. CROW publicatie 131.

[3]: Moniteur Belge [05.01.2001]. DECEMBER 14, 2000. - Loi fixant certains aspects de l'aménagement du temps de travail dans le secteur public.

Contacto:

x.cocu@brrc.be ; thierry.decoux@spw.wallonie.be ; planning.coordination@mow.vlaanderen.be ; meteo.routes@mrbc.irisnet.be



Retirada de nieves en carril ciclista en Bruselas (7 enero, 2009)



CANADÁ



1. Demografía y red vial

1.1. Información de país

El País más grande del mundo y está rodeado por los Estados Unidos y el Ártico, los océanos Pacífico y Atlántico. El noventa por ciento de la población está situada a 160 km de EEUU. La capital de Canadá, Ottawa, está situada en el sur de Ontario. Canadá depende en gran medida de sus exportaciones que son responsables de aproximadamente el 30% del PIB; por lo tanto, su red de carreteras es importante para su viabilidad como país.

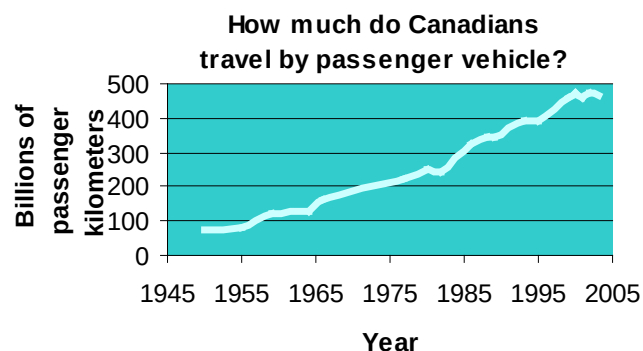
1.2. Red vial y tráfico

Área	9,093,507 km ²
Población	31,946,316
Densidad	3.51 personas/km ²
Longitud de red (km)	1,408,800
	Primarias 102,700
	Secundarias 114,600
Parque automovilístico	19,081,478
	Turismos 18,329,066
	Buses 77,447
Vehículos por 100 habitantes	574
	Latitud (capital) 45°25'N

Población y densidad

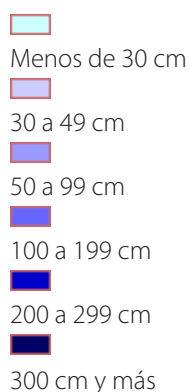
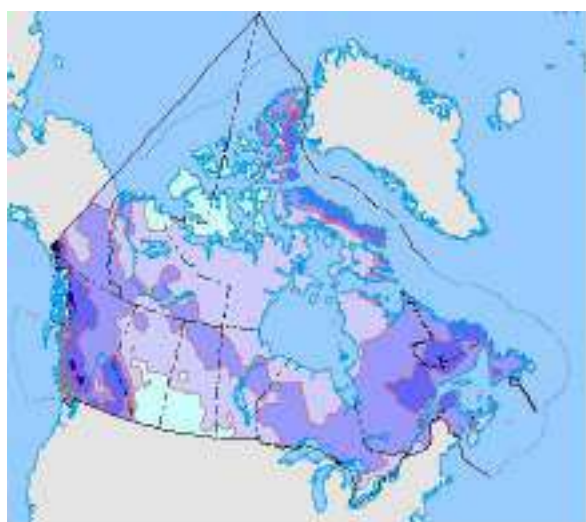
	Km ² 000s	Population 000s	Pop. Density
Canada	9,094	31,946	3.51
Newfoundland y Labrador	374	517	1.38
Prince Edward Is.	6	137	24.36
Nova Scotia	53	937	17.57
New Brunswick	71	751	10.52
Québec	1,667	7,700	4.62
Ontario	918	12,393	13.50
Manitoba	554	1,170	2.11
Saskatchewan	592	995	1.68
Alberta	642	3,202	4.98
British Columbia	925	4,196	4.54
Yukon	474	31	0.07
Northwest Territories	1,183	43	0.04
Nunavut	1,936	30	0.02

La siguiente gráfica representa el incremento en pasajeros-kilómetro de 1945 a 2003.



2. Clima

2.1. Zonas climáticas



Este mapa muestra la media de profundidad máxima de la nieve en centímetros calculada a lo largo de 18 temporadas invernales (1979 a 1997). En el sur de Canadá esto se produce normalmente en los meses de enero o febrero, mientras que el tiempo máximo de acumulación se produce mucho más tarde en las zonas de montaña y en el Ártico. Las principales características del mapa son los pronunciados máximos de acumulación de nieve en la cordillera occidental, donde la profundidad de nieve puede exceder varios metros, con un máximo secundario en Québec y Labrador. En el sur de Canadá por lo general estos máximos están relacionados con su proximidad a los océanos, que actúan como fuentes de humedad y de tormentas de invierno, y al efecto orográfico de las montañas en oeste de Canadá. Los dos máximos están vinculados por una banda de mayor acumulación de nieve que sigue en la zona de bosque boreal; ésta es una de las zonas con tormentas de invierno más severas. Al norte de esta zona la cubierta de nieve es relativamente baja por la influencia del Ártico (poca nieve compactada por fuertes vientos).

En el sur, la profundidad de la nieve se ve limitada por la menor acumulación en temporada y sublimación de la nieve en las praderas canadienses.

2.2. Estadísticas de temperature y precipitación invernal

Temperatura mínima media (°C)

ciudad	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Whitehorse	-13.0	-19.1	-22.0	-18.7	-12.3
Yellowknife	-17.7	-27.7	-30.9	-28.1	-23.3
Vancouver	3.1	0.8	0.5	1.5	3.1
Kelowna	-2.7	-6.4	-7.4	-5.5	-2.4
Edmonton	-8.2	-13.9	-16.0	-13.1	-7.3
Calgary	-8.9	-13.4	-15.1	-12.0	-7.8
Regina	-10.7	-18.5	-21.6	-17.1	-10.3
Winnipeg	-9.6	-19.1	-22.8	-18.7	-11.0
Toronto	-0.7	-6.7	-10.5	-9.7	-5.0
Ottawa	-2.8	-11.1	-15.3	-13.3	-7.1
Montréal	-2.2	-10.8	-14.9	-13.4	-6.9
Québec City	-4.3	-13.4	-17.6	-16.0	-9.4
Fredericton	-3.5	-11.4	-15.5	-14.1	-7.8
Charlottetown	-1.1	-8.1	-12.6	-12.4	-7.1
Halifax	-0.7	-7.1	-10.7	-10.2	-5.8
St. John's	-0.7	-5.5	-8.6	-9.3	-6.2
Goose Bay	-8.1	-18.3	-23.3	-21.9	-15.4
Iqaluit	-16.7	-26.9	-30.6	-32.2	-28.6

Canadian Climate Normals 1971-2000



Retirada de nieve en las provincias marítimas

Ciudad	Media anual de nieve (cm)	Media anual de días con precipitación helada
Whitehorse	145.0	2
Yellowknife	151.8	11
Vancouver	48.2	1
Kelowna	101.8	2
Edmonton	123.5	8
Calgary	126.7	6
Regina	105.9	14
Winnipeg	110.6	13
Toronto	115.4	10
Ottawa	235.7	17
Montréal	214.2	13
Québec City	315.9	15
Fredericton	276.5	13
Charlottetown	311.9	17
Halifax	230.5	16
St. John's	322.3	38
Goose Bay	458.8	13
Iqaluit	235.8	6

Canadian Climate Normals 1971-2000

2.3. Índices invernales

La Asociación de Transporte de Canadá (ATC) ha encargado recientemente un proyecto para desarrollar un Índice de Severidad de Invierno de Canadá, permitiendo así a las jurisdicciones evaluar un determinado invierno con respecto a los anteriores. Esta herramienta también podría utilizarse para dar a los equipos de mantenimiento de carretera mejor información, para apoyar la necesidad de ajustes financieros en los programas de mantenimiento invernal de carreteras, y relacionar la gravedad de un invierno con respecto al consumo de sales.

3. Gestión vial invernal

3.1. Estándares y reglas

La mayoría de las conservaciones de carreteras de las jurisdicciones de Canadá dividen su inventario vial en tres o más categorías de servicio de invierno. Los objetivos de nivel de servicio se adaptan a diferentes niveles de actuación en

función de los volúmenes de tráfico y tipo de carretera. Los objetivos van desde la superficie de nieve compacta en las carreteras secundarias hasta un "pavimento negro" a lo ancho de rutas de gran volumen. Muchas jurisdicciones aplican en la actualidad un tiempo máximo permitido para restablecer el estado de la superficie a sus objetivos de servicio.

En la última década las políticas oficiales de respuesta a las tormentas han adoptado cada vez más medidas anti-hielo como una herramienta para alcanzar niveles de servicio aceptables con un consumo mínimo de productos químicos de descongelación. La difusión de información meteorológica (sistemas RWIS) en todo el país ha permitido una la extensión de técnicas de aplicación de líquidos anti-hielo.

Las jurisdicciones con gran volumen de tráfico, como Ontario, han instalado sistemas fijos contra la formación de hielo en algunos de los puentes y estructuras de defensa contra las heladas.



Retirada de nieve en Canadá © COREL Corporation 1994

Niveles de servicio típicos en Canadá

	Autovías	Carreteras arteriales	Carreteras de conexión	Carreteras locales
Maintenance Standard				
Condición de superficie	limpio	limpio	Carril central limpio	Nieve compactada con abrasivos
Tiempo máximo hasta alcanzar nivel de servicio	4-12 horas desde el final de la tormenta	12 horas desde el final de la tormenta	12 horas desde el final de la tormenta	12-24 horas desde el final de la tormenta
Acumulación de nieve antes de retirada con cuchilla	≥ 2 cm	≥ 2 cm	≥ 5 cm	≥ 8 cm
Material				
Sal	Según necesidades	Según necesidades	Según necesidades	N/A
Arena	Temperatura de superficie ≤ -10 °C	Temperatura de superficie ≤ -10 °C	Temperatura de superficie ≤ -10 °C	Según necesidades

3.2. Organización y operativa del mantenimiento invernal



RWIS

Existen actualmente más de 250 RWIS operativas en Canadá. Un esfuerzo coordinado entre las provincias y territorios, Transportes de Canadá y el Ministerio del Medio Ambiente de Canadá, en la instalación de otros varios centenares estaciones en los próximos años. El gobierno federal confirmó el siguiente soporte integrado para una red de RWIS en Canadá:

- Environment Canada proporcionará servicios de datos básicos, tales como datos en tiempo real control de calidad, la creación de una base de datos nacional integrada de RWIS y proporcionará pronósticos numéricos del tiempo y otros productos
- Está ofreciendo hasta un 50% de la financiación para la compra y la instalación de un número de RWIS a instalar a lo largo de la Red de Carreteras Nacional de Canadá.

La mayoría de las provincias y territorios están en alguna etapa en la implantación de su porción de la red nacional. Algunos de ellos ahora negocian y firman de acuerdos con departamentos federales, mientras que otros llevan bastante tiempo y otros todavía están ejecutando ensayos o estudios preliminares.

Las provincias y territorios han colaborado estrechamente con el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá, y se contó con el apoyo de Transporte de Canadá en todos los aspectos del desarrollo de la red nacional: desde el desarrollo y aceptación de especificaciones comunes para el equipo RWIS hasta los protocolos comunes para el intercambio de datos y metadatos. La colaboración continúa con el sector universitario, así como organizaciones no gubernamentales (ONG) como la Asociación de Transporte de Canadá (TAC) para el desarrollo de índices de gravedad de invierno y definiciones uniformes de las condiciones de la superficie de pavimento.

Las provincias y territorios mantienen la esperanza de integrar más componentes de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) en su mantenimiento invernal con el objetivo de proporcionar una óptima conservación de carreteras, acompañada de una reducción de los impactos ambientales y los costos. También se espera que el conjunto integrado de datos nacionales serán

de gran ayuda para el sector ITS en Canadá y en toda América del Norte, así como para las tecnologías dedicadas a carreteras e información meteorológica - 511.

Con la implementación de una red nacional RWIS, Canadá será un líder mundial y tecnología meteorológica integrada a gran escala.

3.3. Evaluación de las medidas de control de nieve y hielo

Las provincias se están moviendo para mejorar la gestión de sal en la carretera en sus jurisdicciones en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá. La mayoría de departamentos canadienses de transporte se han convertido en departamentos de tecnología mejorada para ayudar en el esfuerzo. Los esparcidores, casi universalmente, se han computarizado incluyendo control de la velocidad de avance para mejorar la precisión y registro de uso de material.

El uso de localización automática de vehículos (AVL) está aumentando a medida que los organismos tratan de identificar la ubicación de aplicación de los productos químicos y las rutas del quitanieves. La instalación de sensores de infrarrojos (IRS, por sus siglas en inglés) en los vehículos de patrulla para verificar las temperaturas de pavimento y ajustar tasas de aplicación de producto químico se está convirtiendo en algo habitual.

Gestión Ambiental de los fundentes de carretera: un paso hacia el desarrollo sostenible

La llegada del frío y las tormentas de invierno significa que las autoridades encargadas de las carreteras deben tomar una serie de medidas para mantener las calles y carreteras seguras. Las sales para carretera son las soluciones más utilizadas: son los principales fundentes utilizados en las carreteras. De hecho, se utilizan casi 5 millones de toneladas de sales en Canadá cada invierno.

En el contexto del desarrollo sostenible y la necesidad de garantizar tanto la seguridad de los canadienses en la carretera como la protección de los ecosistemas, tenía que encontrarse un mejor sistema de gestión de sales para carretera. En Canadá, el concepto de desarrollo sostenible se ha incluido en la legislación federal, en particular en la Ley Canadiense de Protección del Medio Ambiente, 1999.

El reto es promover una utilización más eficaz de la sal con el fin de reducir las cantidades liberadas en el medio ambiente, reduciendo así la contaminación de los ecosistemas, cultivos y fuentes de agua potable.

Código de prácticas

El 3 de abril de 2004, el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá publicó el Código de Práctica para la Gestión Ambiental

de las sales. Este Código, elaborado con la participación de las municipalidades y las autoridades encargadas de las carreteras, recomendando que las partes interesadas comparen su gestión actual de las sales de carretera con las prácticas recomendadas por expertos en transporte, en particular las mejores prácticas de gestión elaboradas por la Asociación de Transporte de Canadá.

Además de las provincias y territorios, el Código de Prácticas está dirigido a los ayuntamientos y otras autoridades responsables de las carreteras que utilizan o son responsables del uso de más de 500 toneladas de sal por año en las vías públicas de Canadá. También está destinado a los municipios y otras entidades que tienen zonas vulnerables dentro de sus fronteras que puedan verse afectadas por las sales de carretera (por ejemplo, los humedales a lo largo de la carretera).

Estas áreas deben ser identificadas por los municipios y las autoridades encargadas de las carreteras, posiblemente con la asistencia de organizaciones medioambientales locales y regionales.

Algunos ejemplos típicos de zona vulnerable son:

- pozos de casas rurales situadas cerca de las carreteras o en los sitios donde se almacena la sal;
- parques nacionales y provincial, reservas de vida silvestre;
- las zonas cercanas a las vías fluviales y los humedales;
- zonas más susceptibles a la sal, y
- áreas donde crecen algunos productos agrícolas, por ejemplo, plantaciones de frutales en la región de Niágara en el sur de Ontario.

Sin embargo, también se alienta a otras jurisdicciones a quienes el Código no está directamente dirigido a adoptar las mejores prácticas de gestión que se aplican a las condiciones locales y a seguir el Código. El Código de Prácticas, desarrollado en cooperación con los agentes municipales y provinciales, es un instrumento voluntario que permite a la jurisdicción de implementar soluciones adecuadas a sus circunstancias.

Las tasas de cumplimiento del Código y la aplicación de las mejores prácticas de gestión en los próximos cinco años servirán para determinar si son necesarias medidas de control más estrictas. Medio Ambiente de Canadá también ha creado un programa de seguimiento para evaluar los progresos realizados en la aplicación del Código.

Los numerosos avances implementados en materia mantenimiento vial invernal por las administraciones de carretera, en algunos casos con apoyo del gobierno federal, a través de Canadá en los últimos años auguran para el futuro una mejora de la movilidad y seguridad automovilística invernal, además de mejoras en el desempeño ambiental.



Quitanieves en British Columbia



CANADÁ-QUEBEC



1. Demografía y carreteras

Situado en la parte noreste de América del Norte, la provincia de Quebec se abre hacia el Océano Atlántico y se extiende desde la frontera con Estados Unidos hasta el Ártico.

La provincia de Quebec se puede dividir geológicamente hablando en tres grandes regiones: el Escudo Canadiense, compuesto esencialmente de granito y gneis antiguo; la llanura arcillosa del Bajo San Lorenzo; y la extensión de la cordillera americana de los Apalaches, en su mayoría compuesta por rocas sedimentarias. La geografía de Quebec es relativamente plana, raramente se sobrepasan los 900 metros de altitud. La parte norte de Quebec tiene vegetación de tundra, apoyada de manera más o menos continua en una capa de hielo permanente o permagel. Más al sur se encuentra la zona de taiga (299.900 km²) seguido por el bosque boreal, hogar de fauna y vegetación muy diversificada (761.000 km²).

El sistema de ríos de Quebec es amplio y cubre un total de más de 355.000 km². Se puede dividir en dos sistemas distintos: uno en dirección este hacia el Océano Atlántico a través del río San Lorenzo y su estuario, y otro en dirección oeste y norte hacia la bahía de James y las bahías del Hudson y de Ungava.



El río San Lorenzo, que tiene 12.600 km de longitud con un flujo anual de 12.600 m³ / s (cerca de la ciudad de Quebec), es la verdadera puerta de entrada al continente norteamericano. Es en las orillas de este río donde la mayoría de los quebequeses ha

elegido vivir. A pesar de que Quebec es una sociedad pluralista, donde diversas culturas conviven en estrecho contacto, el 80% de su población habla francés. La parte habitada de Quebec está a menos de 1.000 kilómetros de los grandes centros urbanos e industriales del noreste de Estados Unidos, constituyendo un grupo de más de 100 millones de habitantes.



Figura 1 – Red de carreteras de Quebec

Tabla 1 – Demografía y carreteras

Población de Quebec	7.979.700 habitantes (80% vive en ciudades)
Población de la región de Montreal	3.824.221 habitantes ⁽¹⁾
Territorio	1.667.441 km ²
Latitud	45° ° a 60°
	Montreal: 45° 28' (80% de la población vive por debajo de la latitud 47°)

(1) Incluye la ciudad de Montréal y 90 municipios vecinos.

En Quebec, la competencia en materia de transporte es compartida por los gobiernos federal y provincial. En consecuencia, la red de carreteras se encuentra bajo la responsabilidad de Quebec, mientras que los sectores marítimo, aéreo y ferroviario caen principalmente bajo la jurisdicción del gobierno federal.

Las ciudades y municipios de Quebec (1.288 en total) son responsables de mantener la vía pública que utilizan los vehículos y los peatones, por ejemplo, calles, avenidas y bulevares para cada municipio.

Tabla 1A – Ciudades de Quebec de 100.000 habitantes y más (2011)

Montreal	1,7 M hab.
Quebec	0,71 M hab.
Laval	0,404 M hab.
Gatineau	0,262 M hab.
Longueuil	0,237 M hab.
Sherbrooke	0,158 M hab.
Saguenay	0,144 M hab.
Lévis	0,138 M hab.
Trois-Rivières	0,130 M hab.
Terrebonne	0,107 M hab.

El Ministerio de Transportes de Quebec (MTQ) ha establecido un sistema de clasificación de las carreteras, que sirve como base para la gestión del día a día de la red de carreteras que están bajo su responsabilidad. Este sistema hace que sea posible clasificar y agrupar las carreteras en base a su función e importancia. Esta clasificación funcional de la red está acorde con las vigentes en otras provincias de Canadá y en los Estados Unidos.



Las carreteras así clasificadas se utilizan para unir los principales núcleos de población, los equipamientos y los territorios de importancia nacional y regional (Tabla 2).

A excepción de la red local, donde los municipios de Quebec son responsables de ella (106.800 km), estas vías (Tabla 3) son responsabilidad de la jurisdicción del MTQ.

Tabla 2 – Clasificación funcional del Ministerio de Transportes de Quebec

Clasificación	Características
Red de autopistas	Todas las infraestructuras de autopistas
Red nacional	Carreteras interregionales y las que conectan con las principales aglomeraciones urbanas. (> 25.000 habitantes)
Red regional	Las que unen aglomeraciones urbanas secundarias (de 5.000 a 25.000 habitantes) con aglomeraciones urbanas mayores.
Red colectora	Conecta pequeñas aglomeraciones urbanas (< 5.000 habitantes) con aglomeraciones urbanas mayores
Red local	Permite la conexión entre sí de pequeñas aglomeraciones urbanas y acceder a propiedades privadas.
Red de acceso a los recursos	Conduce a la explotación forestal y las áreas mineras, obras hidroeléctricas y áreas recreativas y de conservación de la Corona.

Tabla 3 – Red mantenida por el Ministerio de Transportes de Quebec

Red	Longitud ⁽¹⁾	IMD significativa ⁽²⁾
Autopistas	(5.849 km)	34.800 ⁽³⁾
Nacional	(9.020 km)	4200
Regional	(5.515 km)	3100
Colectoras	(7.836 km)	1530
Acceso a recursos	(2.284 km)	240
Total	(30.552 km)	

(1) Longitud: Kilómetros (dos carriles)

(2) IMD: Intensidad media diaria anual del tráfico. Estos valores no tienen en cuenta el tráfico urbano local.

2. Clima

Desde el paralelo 45, en el sur, hasta el extremo norte, Quebec abarca 15 grados de latitud. Su clima es frío y húmedo en gran parte debido a su ubicación septentrional y marítima. En el interior de los 1.667.441 km² del territorio quebequés existen cuatro tipos de clima, con amplias variaciones de temperatura y precipitación.

El clima ártico en el norte lejano está marcado por un invierno duro, muy frío y seco y una corta temporada de deshielo. En Kuujuaq, por ejemplo, la duración del período libre de heladas es de sólo 115 días. Existen pocas precipitaciones registradas y éstas no superan los 530 mm por año. Ésta es la precipitación más baja en Quebec.

El clima subártico, entre los paralelos 50 y 58 °, consta, por lo general, de inviernos largos y muy fríos y veranos cortos y frescos. Las precipitaciones son escasas. La temperatura media anual de Chapais y Sept-Îles se aproxima al punto de congelación.

El clima continental se encuentra en las regiones más pobladas de Quebec, por debajo del 50° paralelo norte. Este clima se caracteriza por veranos calientes y ligeramente húmedos e inviernos fríos y bastante largos. La amplitud térmica de este clima es de aproximadamente 30°C y la precipitación es importante durante todo el año, por lo general superando los 900 mm por año.

El clima marítimo del este se encuentra en Îles-de-la-Madeleine. Este clima se compone de inviernos largos pero bastante suaves y veranos cortos, cálidos y lluviosos.

Otras características climáticas

- El suelo se congela durante al menos cuatro meses a una profundidad que varía de 1,2 m a 3 m. En algunas áreas, el período frío, incluso puede durar de septiembre a mayo;
- El invierno es la temporada más larga. Afecta a todo el territorio quebequés. Dependiendo de la región, puede durar un promedio de 18 a 25 semanas y el número de días de nieve varía de 70 a más de 120;
- Quebec recibe un promedio de 280 cm de nieve cada año. En algunas zonas de montaña, la acumulación puede incluso alcanzar los 6 m.

Tabla 4 – Temperatura y precipitaciones

	Montreal (Alt. 36 m)	Quebec (Alt. 64 m)	Sept-Îles (Alt. 55 m)	Gaspé (Alt. 34 m)
Tª media anual (°C)	6.1	4.0	0.8	2.9
Tª media en enero (°C)	-10.4	-12.8	-15.3	-11.9
Tª media en julio (°C)	20.9	19.2	15.3	16.6
Días sin hielo (Tª > 0°C)	210	189	163	162
Precipitación anual (mm)	760	924	757	752
Nevada anual(cm)	214	316	412	380
Días con nieve (s)	80.6	107	119	106



3. Gestión de la vialidad invernal

3.1. Marcos legislativo y normativo

La Ley de Carreteras establece el marco que guía al Ministerio de Transportes de Quebec en el cumplimiento de su misión. Este marco se refiere al reparto de la gestión de la red de carreteras junto con los municipios. En particular, se establece la competencia del MTQ en las carreteras determinadas por el Gobierno de Quebec y define los poderes y obligaciones asociados a la gestión de carreteras. Las responsabilidades del MTQ en materia de vialidad invernal se definen en la Sección 14 de la ley.

Niveles de servicio

Durante las operaciones de limpieza de nieve en las grandes ciudades de Quebec, se da prioridad a las carreteras más grandes (avenidas y arterias principales) de modo que la gente pueda moverse con seguridad y los servicios de transporte público puedan mantenerse. A continuación, se da prioridad a las operaciones de limpieza de nieve de vías colectoras, que conectan las calles residenciales con las principales arterias, y a las calles cercanas a escuelas, guarderías, hospitales y servicios públicos. Finalmente, las operaciones de limpieza de nieve se llevan a cabo en las calles residenciales y locales. Como regla general, las operaciones de limpieza de nieve comienzan cuando la nieve acumulada en el suelo excede un umbral predeterminado.

En el período de invierno, el MTQ determina los niveles de servicio de la red de carreteras bajo su responsabilidad en base a dos criterios principales: la clasificación funcional de la red y la intensidad media diaria de tráfico de invierno (IMD invierno) registrados.

Tabla 5 – Determinación de los niveles de servicio

Clasificación funcional	IMD invierno	Nivel de servicio
Autopista	-	Carretera despejada ⁽¹⁾
	> 2.500	Carretera despejada ⁽¹⁾
Carretera nacional	£ 2.500	Carretera parcialmente despejada ⁽²⁾
	> 2.500	Carretera despejada ⁽¹⁾
Carretera regional	£ 2.500	Carretera parcialmente despejada ⁽²⁾
	> 2.500	Carretera despejada ⁽¹⁾
Vías colectoras y accesos a los recursos	de 500 a 2.500	Carretera parcialmente despejada ⁽²⁾
	< 500	Carretera con una superficie de nieve dura ⁽³⁾

(1) Carreteras cuyos carriles, incluyendo los arcenes, se encuentran libres de nieve y hielo en toda su anchura.

(2) Carreteras cuyos carriles se encuentran libres de nieve y hielo en una anchura de 3 m en los tramos rectos y en una anchura de 5 m en áreas críticas.

(3) Carreteras cuyos carriles y arcenes están en una base de nieve dura como máximo de 3 cm de espesor.

Estándares de calidad e indicadores de rendimiento

En los últimos años, el Ministerio de Transportes de Quebec ha implementado diversas medidas para mejorar su rendimiento de vialidad invernal. Así pues, para cumplir con las cuestiones dictadas por la Ley de Administración Pública de mayo de 2000, el Ministerio utiliza un indicador de actuación para la vialidad invernal (ver sección 3.3). También se está desarrollando un índice de severidad de invierno que ayudará a comparar objetivamente la intensidad de los inviernos y el impacto en los esfuerzos de mantenimiento invernal.

Materiales

La extensión de la red de carreteras y la necesidad de garantizar un suministro seguro y eficaz a numerosos puntos de servicio llevó al MTQ a establecer un acuerdo contractual por el que se encomienda a un único proveedor de servicios el suministro de una parte importante del cloruro de sodio (sal gema) que se utiliza para mantener la red. Este acuerdo básicamente establece las características técnicas que este producto debe tener para cumplir con los requisitos del MTQ. Estas características se extraen, entre otras cosas, de las normas vigentes en América del Norte.

Tabla 6 – Requisitos para la sal fundente

Abertura del tamiz	Mínimo (% que pasa)	Máximo (% que pasa)
12.5 mm	—	—
10 mm	95	100
5 mm	20	90
2.5 mm	10	60
630 µm		11

Tabla 7 – Gradación de las especificaciones de los rangos para los abrasivos

Abertura del tamiz	AB-5 (% que pasa)	AB-10 (% que pasa)
10 mm	-	100
8 mm	100	-
5 mm	85-99	95-100
2.5 mm	1-15	-
1.25 mm	0-5	0-70
630 µm		0-50
315 µm		0-35
160 µm		0-15
80 µm		0-5

AB-5: Tipo bien adaptado a los abrasivos compuesto por piedra triturada y el rango de gradación.

AB-10: Abrasivos compuestos por arena cribada, piedra triturada o grava triturada o sin triturar.

En cuanto a la normativa, el Gobierno de Canadá publicó el 3 de abril de 2004, bajo la Ley de Protección del Medio Ambiente de Canadá, un código de prácticas invitando a las administraciones de carreteras a implementar medidas para reducir el daño ambiental causado por la sal de las carreteras. Quebec cuenta con su propia legislación de protección del medio ambiente que contiene, en particular, los reglamentos que rigen la eliminación de los residuos de la nieve.

Por otra parte, cuando se aprobó la Ley de Desarrollo Sostenible, en abril de 2006, el gobierno de Quebec instituyó en las administraciones públicas un marco de gestión para garantizar que los poderes y las responsabilidades se ejercerían en la búsqueda del desarrollo sostenible. Este es el telón de fondo sobre el que el Ministerio de Transportes de Quebec elaboró la Estrategia de Quebec para la gestión ambiental de las sales de la carretera, instando a los distintos gestores de red (ciudades, municipios y el MTQ) a elaborar planes para la gestión ambiental de las sales de la carretera. El Ministerio ya ha implementado un plan desde el año 2008, especificando los objetivos generales y las acciones a tomar con respecto a la gestión ambiental de las sales de la carretera.

Instalaciones

En Quebec, el Código de Seguridad Vial (CSV) regula el uso de los vehículos en la vía pública y, en particular, establece el marco para el uso de cadenas y clavos en los neumáticos en la red de carreteras. Su utilización está autorizada del 15 de octubre al 1 de mayo y se limita a ciertas categorías de vehículos. En 2008, un reglamento sobre el uso de los neumáticos diseñados específicamente para conducir en invierno entró en vigor en Quebec. Esto afecta a todos los vehículos de pasajeros registrados en Quebec, incluidos los taxis, del 15 diciembre al 15 marzo ambos inclusive. A partir del 15 de diciembre del 2014 los neumáticos de invierno tendrán que incluir un pictograma que muestra una montaña con un copo de nieve superpuesto, o estar equipados con clavos de conformidad con el [Reglamento sobre el uso de dispositivos antideslizantes](#).

Tabla 8 – Clavos, cadenas y neumáticos de invierno - vehículos autorizados

Equipo	Autorización
Clavos	Vehículos comerciales y con pasajeros con un peso total de carga máxima inferior o igual a 3.000 kg
Cadenas	Vehículos de emergencia y retirada de nieve
Neumáticos de invierno	Vehículos de pasajeros ⁽¹⁾ y taxis registrados en Quebec, incluyendo vehículos de pasajeros de alquiler

(1) Capacidad de transporte para un máximo de 9 personas.

Equipos asignados al mantenimiento de la red

Todos los vehículos de motor en Quebec incluido el equipo asignado a la vialidad invernal y su uso, está sujeto al CSV y otras leyes y reglamentos:

- La ley sobre los propietarios, operadores y conductores de vehículos pesados establece el marco para el transporte por carretera mediante la introducción de un sistema administrativo para el registro de los propietarios y operadores de vehículos pesados, asignando ratios de seguridad y la imposición de sanciones en caso de infracciones;
- El Reglamento sobre las horas de conducción y descanso de los conductores de vehículos pesados obliga a los operadores de vehículos pesados a someterse a un control de las horas conducidas y el trabajo realizado. En consecuencia, para garantizar la seguridad pública y hacer posible despejar las carreteras de acumulaciones de nieve y esparcir anticongelantes o abrasivos, el conductor de un camión quitanieves puede conducir hasta un máximo de 15 horas por turno de trabajo. Sin embargo, él o ella debe cumplir con ciertas normas, incluyendo las siguientes:

Tabla 9 – Retirada de nieve - Horas de conducción y descanso

Obligaciones	Reglas
No se puede conducir si el número de horas consecutivas trabajadas es:	> 16 horas
Número de horas consecutivas de descanso antes de comenzar un nuevo turno de trabajo	≥ 8 horas
Número de horas de tiempo de vuelta durante un período de 3 días durante los cuales se trabajan 3 turnos de trabajo	≥ 30 horas
Número de horas de conducción de los 3 turnos de trabajo	≤ 39 horas

Horas de conducción: Horas durante el cual el conductor tiene el control de un vehículo pesado con el motor encendido.

Horas de trabajo: Periodo de tiempo que incluye las horas dedicadas a la conducción y diversas funciones.

Asimismo, los propietarios o titulares de los vehículos pesados deben llevar a cabo una inspección visual y auditiva de algunos componentes de su vehículo para evitar accidentes que pueden ser causados por el mal estado del vehículo;

- La Regulación sobre los límites de carga y el tamaño del vehículo aplicables a vehículos de carretera y a conjuntos de vehículos de carretera persigue garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera y proteger las infraestructuras viarias (puentes y carreteras). Esta normativa establece diversas normas que limitan, entre otros aspectos, el tamaño y la carga de los vehículos operados en la vía pública. Además, en la primavera, para tener en cuenta la capacidad de carga reducida de la red de carreteras durante el periodo de deshielo, se imponen restricciones de carga de acuerdo con tres áreas definidas. Según la evolución de las condiciones meteorológicas, el inicio y el final del periodo de restricción de la carga puede ser avanzado o retrasado.



Figura 2 – Áreas de restricción de carga

3.2. Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

La estructura organizativa del Ministerio de Transportes de Quebec está muy descentralizada. Se compone de una Dirección General Operativa a la cual reportan 59 centros de servicio, repartidos en 14 territorios diferentes de Quebec. Estas unidades territoriales se benefician de una autonomía significativa en cuanto a la gestión de recursos y trabajan junto a las organizaciones regionales y municipales presentes en la comunidad.

La responsabilidad del mantenimiento de la red recae directamente en los centros de servicios, muchos de los cuales establecen acuerdos contractuales, ya sea con el sector privado (el 67,5% de la red) o con los municipios interesados (el 13,5%). El MTQ es responsable de mantener el 19,0% de la red. Para los trabajos de mantenimiento diario, el MTQ, igual que el sector privado, promueve el uso de camiones de tres ejes.

Tabla 10 – Camión quitanieves

Características básicas	Especificaciones
Capacidad del eje trasero	18,000 kg
Capacidad del eje frontal	9,000 kg
Peso bruto del vehículo	27,000 kg
Motor	Diesel: 223 kW mínimo
Suspensión trasera	Neumática
Chasis	Pieza entera
Esparcidor	9 m ³
Ala quitanieves	3,658 mm
Quitanieves unidireccional	3,048 mm
Montaje frontal	Sí

Este tipo de vehículo se llama “multifuncional”, ya que posibilita (alternativa o simultáneamente) llevar a cabo tanto la retirada de nieve como las operaciones fundentes en la red. Esta funcionalidad múltiple facilita la sincronización de las operaciones y asegura mayor eficacia. Estos vehículos también están equipados con un regulador de difusión y, desde 2009, con señales luminosas específicas para las operaciones de limpieza de nieve. Estas nuevas medidas, destinadas principalmente a aumentar la visibilidad de las operaciones de mantenimiento de toda la red, también se utilizan en otros tipos de equipos de mantenimiento (máquinas quitanieves turbo fresadoras) que se pueden encontrar en la red primaria del Ministerio de Transportes de Quebec.



Los contratos de retirada de nieve los concede el MTQ siguiendo un proceso regulado. Tales contratos se adjudican a través de un concurso convocado para el sector privado o bien negociados con los municipios, que también gestionan red (106.800 km).

Estos acuerdos contractuales, esencialmente basados sobre una medida de resultados, se establecen por un año e incluyen una cláusula de renovación, por lo general, por dos años adicionales. Debido a que el precio de la oferta (o negociado) es un todo incluido, el contratista (municipio) puede mantener la relación contractual con el MTQ en vigor por un período máximo de tres años. Este enfoque permite al contratista distribuir mejor los riesgos financieros inherentes a la ejecución del contrato y a la severidad de los inviernos. Estos acuerdos incluyen generalmente el suministro de los materiales necesarios para el mantenimiento de la red por parte de los contratistas (sal y abrasivos).

Para completar su equipo de mantenimiento, el MTQ alquila camiones quitanieves con conductor. Éstos últimos informan directa y exclusivamente al MTQ y están integrados en los equipos de mantenimiento existentes. Estos contratos se basan en un número mínimo de horas de servicio y no incluyen el suministro de materiales por parte de los contratistas.

Gestión operativa

La sociedad en la que se apoya el MTQ para el mantenimiento de la red se basa en expectativas claras con respecto a los resultados esperados. Por lo tanto, dependiendo del tipo de red mantenida, dentro de cada contrato otorgado (documentos administrativos y técnicos) existen requisitos específicos en cuanto a la retirada de nieve, los fundentes y las patrullas de la red.

El MTQ supervisa toda la red de la que es responsable para asegurar el cumplimiento de las expectativas establecidas. Para dirigir este ejercicio y garantizar la uniformidad de las prácticas de vigilancia de la red, el MTQ define, a través de sus delegaciones territoriales, los marcos de gestión de seguimiento de los

trabajos de mantenimiento invernal. Además, el MTQ está trabajando para implementar, de manera limitada, centros integrados de vigilancia (CIV) da la red. Gracias a la tecnología adaptada, estos centros supervisan las condiciones atmosféricas de la carretera como apoyo a la gestión de las actividades operacionales llevadas a cabo en la red.

Cierre de carreteras

El Ministerio de Transportes de Quebec puede decidir prohibir temporalmente el tráfico circulante en una carretera para garantizar la seguridad de los automovilistas. Esta decisión se toma siempre junto a cuerpos de emergencias, municipios y fuerzas policiales interesadas. El MTQ puede decidir unánimemente el momento adecuado para restablecer el tráfico.

Cooperación entre gestores de la red

La diversidad de problemas invernales que surgen en Quebec y los territorios de Canadá y la cantidad de actores involucrados en este tema, exigen una constante puesta en marcha de esfuerzos de coordinación. Con el fin de promover el intercambio de conocimientos y la formación en este campo, el MTQ trabaja en estrecha colaboración con otros gestores de redes que se enfrentan a problemas similares. Esta cooperación da lugar a fructíferos intercambios en diversas asociaciones de transporte, tales como la Asociación de Transportes de Canadá (ATC), el Comité Técnico de Vialidad Invernal de la Asociación Mundial de Carreteras (PIARC) y la Asociación Quebequesa de Transportes (AQTr).

Es en este espíritu de puesta en común de conocimientos y experiencias que el MTQ, en colaboración con la AQTr, lidera la *Table d'expertise sur la viabilité hivernale*. Los miembros de este grupo provienen de diferentes ambientes (clientes, socios industriales, instituciones educativas, asociaciones profesionales, etc.). El objetivo de este grupo, compuesto por representantes de las principales ciudades de Quebec y la industria de retirada de nieve, es compartir las prácticas en la materia y, en particular, los resultados de la labor del Comité Internacional sobre Vialidad Invernal de la PIARC. El MTQ también continúa trabajando con el ministerio francés de Ecología, Desarrollo Sostenible y Energía en un enfoque común centrado en los fundentes y el medio ambiente. El trabajo realizado hasta la fecha ha puesto de manifiesto los posibles temas de discusión que podrían utilizarse como base para un análisis comparativo de las prácticas en Francia y Quebec.

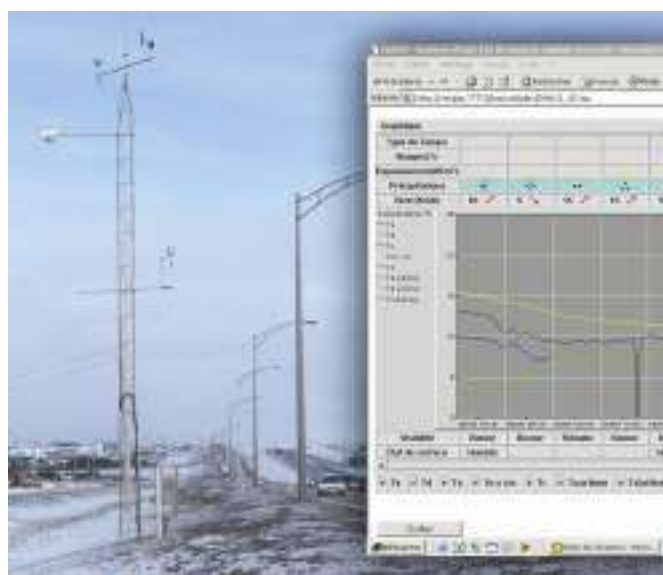


Figura 3 – Estación meteorológica en carretera y sistema DVH-6024

Formación y meteorología vial

➤ Estación meteorológica fija en carretera

Gracias a su diseño de arquitectura abierta, la estación desarrollada en su totalidad por el Ministerio de Transportes de Quebec ofrece gran flexibilidad en cuanto a la selección de los diferentes sensores de los que se compone. Esta estación mide con precisión los principales parámetros meteorológicos y viales que tienen un impacto en las variaciones de las condiciones la carretera. Al utilizar sensores integrados en la estructura de la carretera, la estación proporciona datos que ayudan al proceso de toma de decisiones en relación con el período de restricción de la carga de vehículos en la red vial de Quebec durante el deshielo de primavera. Se han desarrollado dos tipos de estaciones: uno ofrece una gama completa de medidas (véase el cuadro 11); el segundo es una estación eficiente y menos cara, limitada a medir solo ciertos parámetros específicos de carretera y meteorología. En la actualidad (2013), el Ministerio cuenta con una red de 49 estaciones meteorológicas de carretera, algunas de las cuales están equipados con cámaras de 24 horas que transmiten el estado del tiempo y las carreteras de toda la red al personal de mantenimiento. Para que sea más fácil manejar e interpretar los datos recogidos, está disponible un sistema informático (SMR) para respaldar el trabajo del personal asignado a las operaciones. Un segmento de previsión (condiciones meteorológicas y viales [Ts]) se muestra en el sistema SMR, aunque el pronóstico del tiempo se contrata al sector privado. El sistema SMR también muestra imágenes de

radar del medio ambiente de Canadá, lo que ofrece al personal de mantenimiento un mejor conocimiento de la intensidad y distribución de las precipitaciones susceptibles de afectar al territorio de Quebec.

➤ Estaciones meteorológicas móviles de carretera

Diseñadas por el Ministerio de Transportes de Quebec, las estaciones meteorológicas móviles de carretera complementan la información recogida por las estaciones fijas. Este equipo instalado en vehículos de patrulla del MTQ ofrece un retrato preciso del comportamiento de la superficie de la carretera a lo largo de toda la ruta recorrida por el vehículo patrulla. La interpretación de los diversos parámetros medidos permite al operador del vehículo anticiparse a la formación de hielo en la carretera y corregir la estrategia de esparcimiento, si es necesario, sobre la base de los datos recogidos.



Figura 4 – Estación meteorológica móvil de carretera

Tabla 11 – Funcionalidades- Estaciones fijas y móviles

Funcionalidades disponibles	Estación fija	Estación móvil ⁽¹⁾
Intensidad / dirección del viento	Si	No
Visibilidad	Si	No
Intensidad y tipo de precipitación	Si	No
Temperatura del aire (T_a)	Si	Si
Humedad relativa (U) ⁽¹⁾	Si	Si
Presión atmosférica (P) ⁽¹⁾	Si	Si
Cálculo del punto del rocío (P_r) ⁽¹⁾	Si	Si
Condiciones de la superficie - Punto de congelación (salmuera residual)	Si	No
Temperatura de la superficie de la carretera (T_{sp}) ⁽¹⁾	Si	Si
Concentración de la salmuera residual	Si	No

Balance de radiación total	Si ⁽²⁾	No
Propagación del frente de hielo en el interior de la carretera ⁽¹⁾	Si	No
Posicionamiento geográfico de los datos	-	Si
Visualización de los datos en tiempo real	-	Si
Recuperación de datos para su análisis	-	Si
Cámaras fijas	Si ⁽²⁾	N/A

(1) Estación simplificada

(2) En un número limitado de estaciones

Para apoyar el despliegue, se ofrecen sesiones anuales de formación al personal asignado a las operaciones dentro del Ministerio y para los proveedores de servicios que trabajan con el Ministerio. El Ministerio también ha desarrollado un programa de formación sobre la vialidad invernal en cooperación con la AQTr que contiene una parte específica sobre las condiciones meteorológicas de la carretera. Estas sesiones de formación técnica están disponibles para todos los que trabajan en el mantenimiento de invierno en Quebec.

3.3. Evaluación de las medidas de mantenimiento invernal

La inmensidad del territorio y la diversidad de la economía de Quebec ha hecho que la red provincial de carreteras sea compleja y con alta demanda. La apertura de la economía, el volumen de las exportaciones al mercado norteamericano y el suministro de recursos naturales y productos manufacturados de las zonas periféricas son factores que explican el papel vital de la red de carreteras en el desarrollo económico de Quebec.

Tabla 12 - La economía del Quebec en cifras

Producto interior bruto (2010)	274.000 M\$
Principal socio comercial	Estados Unidos
Proporción de las exportaciones internacionales a los Estados Unidos (2010)	68% (54.000 M\$)

Para asegurar la vialidad en la temporada de invierno de 2011-2012, el Ministerio de Transportes de Quebec dedicó más de 260 M \$ (\$ CAN) a operaciones directas en la red de carreteras bajo su gestión. Consciente de los problemas económicos y sociales relacionados con la retirada de la nieve en la red y al desafío que representa su gestión en un contexto de escasez de recursos, el MTQ acometió:

- con la industria de la limpieza de nieve un reposicionamiento y definición de un mejor equilibrio con respecto a los riesgos asociados. Este nuevo reparto consiste principalmente en la reducción de la duración de los contratos o el uso de diferentes modos de gestión de contratos durante los períodos de transición entre temporadas, o para el uso de herramientas tecnológicas como GPS, etc.;
- la medición del cumplimiento de los servicios prestados por los contratistas con los requisitos y las especificaciones mencionadas en los documentos contractuales. En consecuencia, cada ruta de vialidad invernal mantenida por contratistas privados bajo contrato con el MTQ ($\approx 68\%$ de la red) se evalúa de acuerdo a una tabla que contiene los criterios de calidad del servicio en relación con la calidad del servicio de retirada de nieve y de deshielo, la calidad de la comunicación y la colaboración, así como el cumplimiento de los plazos establecidos en el contrato. Esta medida forma parte de uno de los objetivos (que el 100% de los contratistas de vialidad invernal cumplan los requisitos establecidos anualmente) que figuran en el Plan Estratégico 2008-2012 del MTQ. A través de este enfoque y de los asociados con la vigilancia y la supervisión de su red, el MTQ cuida que, en la práctica, la calidad del mantenimiento de la red superior de carreteras continúa cumpliendo con unos requisitos de calidad muy altos, con el fin de garantizar unos desplazamientos seguros y funcionales. En consecuencia, desde 2005, el MTQ ha integrado este indicador en su informe anual de gestión, un informe que se entrega, de conformidad con lo dispuesto por la Ley de Administración Pública, al Presidente de la Asamblea Nacional de Quebec.

Tabla 13 – Indicadores – Resultados conseguidos

Resultados	Tasa de cumplimiento de los requisitos de mantenimiento de la vialidad invernal
2009-2010	96,2 %
2010-2011	92,2 %
2011-2012	94,0 %

Nota: De acuerdo con la tabla diseñada para interpretar los resultados, una tasa de entre el 90% y el 95% indica que el contratista respondió bien a las exigencias.

3.4. Seguridad e información vial

Durante muchos años el MTQ ha llevado a cabo campañas de información y publicidad sobre la seguridad vial en condiciones invernales. Utilizando un enfoque informativo, esta campaña tiene como objetivo, en general, animar a los usuarios de la red de carreteras a ser más cuidadosos elevando sus conocimientos

acerca de los riesgos inherentes a la conducción invernal, lo que requiere un cambio de hábitos. Al mismo tiempo, estas campañas se utilizan para informar al público acerca de las limitaciones de las operaciones de mantenimiento invernal y la forma de compartir la carretera con seguridad con los equipos de mantenimiento. Los medios de comunicación utilizados para este fin abarcan mensajes difundidos en la radio, piezas informativas integradas en boletines meteorológicos y de tráfico, y mensajes en los paneles de la red de carreteras.

Además de sus actividades de comunicación, el Ministerio de Transportes de Quebec ofrece al público y a los usuarios de la red de carreteras una mayor oportunidad para informarse acerca de las condiciones de vialidad invernal. Para facilitar el acceso a la información en todo momento, a través de Internet o por teléfono, el Ministerio proporciona el servicio Quebec 511 Info Transports.



Figura 5 - Terminología para las condiciones meteorológicas viales

Además, ha desarrollado una terminología específica para informar a los usuarios acerca de las condiciones de las carreteras.

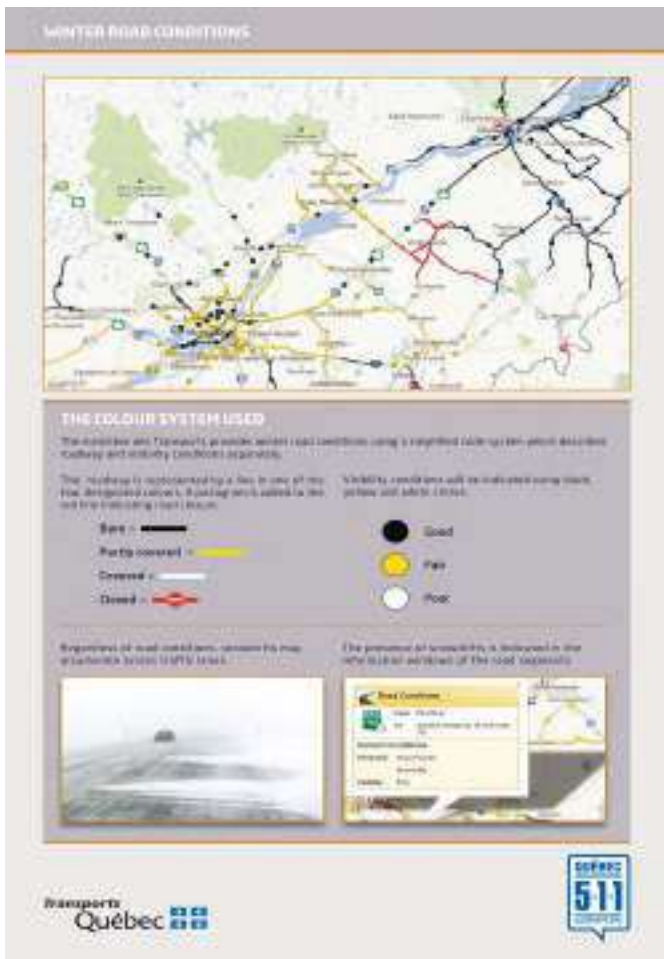


Figura 5A - Terminología para las condiciones meteorológicas viales

La terminología para las condiciones invernales de las carreteras presenta a los usuarios, de forma independiente, las condiciones de la calzada y de visibilidad. También indica la presencia de acumulaciones de nieve que pueden afectar al tráfico en la red. Este nuevo enfoque terminológico ofrece información más detallada y descripciones más precisas de las condiciones viales en la red de carreteras del sistema cubierta por el sistema de difusión de las condiciones de las vías (más de 350 tramos de carretera). Cuatro códigos de colores (negro, amarillo, blanco y rojo (para carreteras cerradas)) dan una representación visual de las condiciones de la carretera que los conductores necesitan saber antes de viajar.

Preocupado por proporcionar información de calidad a los usuarios del servicio de Estado de las carreteras en periodo invernal, el MTQ implementó un mecanismo para verificar la información suministrada a la población con el fin de detectar posibles anomalías en el sistema y obtener información sobre la que poder aportar las correcciones necesarias.

El Ministerio de Transportes de Quebec que es responsable de la red superior de carreteras, debe asumir como tal una parte

importante de las responsabilidades asociadas a la asistencia que se debe prestar a los usuarios en problemas y gestionar los riesgos asociados a estas situaciones de emergencia. Con esto en mente, el MTQ publicó una guía para el personal que ayuda a los usuarios con problemas y que contiene varios consejos sobre formas eficaces y seguras para actuar en tales circunstancias.

Centro Integrado de gestión del tráfico

Los sistemas de transporte inteligente (STI) son nuevas tecnologías que se utilizan para mejorar la gestión y el funcionamiento de los sistemas de transporte, así como los servicios para los usuarios. Tales sistemas se utilizan dentro del MTQ a través de los centros integrados de gestión del tráfico (CIGC). Estos centros aumentan la seguridad del usuario y la fluidez del tráfico mediante un mejor conocimiento de la utilización de la red, especialmente durante el invierno cuando las condiciones son difíciles. Combinado con otras herramientas de gestión, como cámaras y paneles de mensajes variables, proporcionan información en tiempo real directamente a los usuarios sobre los problemas que pueden surgir en invierno en la red.

Además, en redes con dificultades específicas (por ejemplo, tráfico elevado y de alta velocidad, gran corredor de viento), es posible realizar un enfoque preventivo sencillo para el usuario utilizando vehículos que marcan el paso o a través de la puesta en marcha de dispositivos que prohíben el acceso a partes de la red consideradas con riesgo.

4. Investigación y estudios en curso para mejorar la vialidad invernal

4.1. Nuevas tecnologías

Hoy en día, la tecnología ofrece una gran variedad de medios para obtener información precisa en tiempo real de la red de carreteras. Al igual que muchos gestores de red, el MTQ examina las posibilidades que ofrecen para poner en marcha proyectos de carácter tecnológico. Éstos son algunos ejemplos:

- El despliegue y uso de equipos a bordo de los vehículos utilizados para las operaciones de retirada de nieve y de la vigilancia de la red. Su propósito es registrar toda la información, vial u operativa (tasa de cobertura, etc.), y transmitirla en tiempo real o diferido a un centro integrado de gestión de red (comunicación vehicular de datos [CVD]);
- La utilización de una estación meteorológica fija experimental en carretera de arquitectura abierta permite medir plenamente el potencial de diferentes sensores o tecnologías aplicables al campo y disponibles en el mercado;

- El desarrollo e implantación de un sensor para medir la profundidad del hielo en las capas de la carretera.
- Uso experimental de un sistema automático de aspersión de salmuera.

4.2. Nuevos enfoques de gestión

El MTQ está en un proceso de reflexión sobre los modos de gestión utilizados actualmente. Con este fin, se están probando nuevos enfoques contractuales destinados a compartir unos riesgos diferentes de los generalmente identificados para la retirada de nieve y deshielo en su red. De esta manera, usando tecnología adaptada, el MTQ espera mejorar el control de los costes de mantenimiento de su red y fomentar la entrada de nuevos contratistas en el mercado de retirada de nieve. En el mismo sentido, dirige sus esfuerzos para diseñar una herramienta de medición flexible que permita comparar objetivamente la severidad de los inviernos de año a año y su impacto sobre los esfuerzos de mantenimiento necesarios para mantener la red de carreteras transitable y segura.

4.3. Cooperación internacional y transcontinental

A nivel técnico, el Ministerio está tratando de establecer un proyecto de cooperación basado en la vulnerabilidad del medio ambiente a los fundentes de carretera. Junto con el ministerio francés de Ecología, Desarrollo Sostenible y Energía, que es responsable del transporte, el Ministerio de Transportes de Quebec está trabajando para identificar temas de interés común que podrían utilizarse como base para un análisis comparativo de las prácticas en Francia y Quebec.

Para el Ministerio de Transportes de Quebec, la imaginación y la investigación constituyen una respuesta dinámica a los retos que presenta Quebec debido a su amplio territorio y la dureza del clima. Es centrándose en estos elementos en particular que el MTQ planea mejorar el rendimiento de los sistemas de transporte.

5. Referencias

Gobierno de Quebec
(www.gouv.qc.ca)

Ministerio de Transportes de Quebec
(www.mtq.gouv.qc.ca)

Control de carreteras de Quebec
(www.saaq.qc.ca)

Ministerio de Desarrollo Sostenible (www.mddep.gouv.qc.ca)

Asociación del Transporte de Canadá (TAC)
(www.tac-atc.ca)

Asociación Quebequesa de Transportes (AQTr)
(www.aqtr.qc.ca)

Instituto de Estadística de Quebec
(<http://www.stat.gouv.qc.ca/outils/joindre.htm>)

BOURQUE, A., and G. SIMONET. "Quebec," in *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, 2007 edition, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix and E. Bush (eds.), Government of Canada, Ottawa (Ontario), 2008, pp. 171-226.

National Climate Data and Information Archive – Environment Canada (www.ec.gc.ca)



DINAMARCA



Las carreteras municipales y carreteras son administradas por los municipios y constituyen aproximadamente el 95% de la red (70,100 km). Las carreteras nacionales son administradas por la Dirección de Carreteras de Dinamarca y constituyen el 5% restante de la red vial pública (aproximadamente 3,800 kilómetros). La red nacional acapara el 45% de todo el tráfico en kilómetros viajados por vehículos. Esto significa que el 45% de todo el tráfico en Dinamarca viaja todos los días, por el 5% (3.800 km) de las carreteras nacionales.

El Puente del Gran Belt, el Puente Øresund y la autopista Øresund son administrados por Sound and Belt Holding A/S y constan de 41 km en total.

Las carreteras individuales se clasifican acorde a su función.

2. Clima

2.1 Información general de las zonas climáticas

La posición del país en la periferia del continente Europeo, cerca de grandes masas de agua y en zona de vientos del predominantemente del oeste es el factor determinante en el clima danés. Como resultado de esta posición, experimenta veranos frescos con una temperatura media de alrededor de 16,4 °C e inviernos que no son particularmente fríos, con temperaturas medias de alrededor de 1,9 °C. Dinamarca se encuentra, por tanto, en la zona de clima templado.

La presencia de viento, más fuerte en el invierno y más débil en el verano, es bastante constante a lo largo del año. La precipitación cae durante todo el año, con la mayor precipitación en septiembre, octubre y noviembre. Los meses más secos son febrero y abril. La distribución constante de precipitación a lo largo del año se debe a la posición de Dinamarca en el cinturón de vientos del oeste predominantes.

Serie de sistemas de baja presión (ciclones) de dirección noreste, a menudo formados sobre Terranova, son la base de que el clima sea, característicamente, muy cambiante: en el espacio de pocos días el tiempo cambia típicamente de precipitación constante, que precede a un frente cálido más seco, seguido de tiempo ligeramente brumoso, posiblemente

acompañado todavía con un poco de llovizna en la siguiente masa de aire más caliente. Por último, el paso del frente frío producirá precipitaciones en forma de fuertes lluvias seguidas de tiempo despejado con pocas nubes.

Dinamarca tiene una gran exposición al fenómeno de las "carreteras resbaladizas", dado que la temperatura fluctúa alrededor de los 0°C todo el invierno. Hasta el momento, los tratamientos preventivos han sido la principal solución utilizada, se esparce sal en la carretera para evitar que esta se torne resbaladiza. Esto se consigue con el apoyo del RWIS (Road Weather Information System- sistema de información meteorológica de carretera), una tecnología empleada por la dirección de Carreteras y muchos municipios para decidir si se aplican tratamientos preventivos o no.

Las temperaturas medias para los inviernos suelen ser de 1.2 a 2.2°C. El número de días completos por debajo de 0,0°C es alrededor de 20 al año. La variación de la cantidad de nieve durante una temporada de invierno es de entre 10 a 40 cm, y los temporales de nieve que afectan al país por completo se producen un máximo de 20 veces durante un invierno.

2.2 Índice de sal

La Dirección de Carreteras danesa utiliza un índice de sal para definir la gravedad de un evento invernal en términos de las actuaciones de vialidad invernal.

Fórmula:

$$V = \sum_{1.\text{october}}^{1.\text{maj}} V_{\text{dag}}$$

$$V_{\text{day}} = a \cdot (10b + 0,1c + 7f + 18g) + 0,3a$$

a: Días con temperatura de carretera inferior a +0.5 °C

b: número de ocasiones en las que la temperatura de la carretera ha sido inferior a 0°C mientras la temp. de carretera se encontraba por debajo del punto de rocío durante un periodo de más de 3 horas y en un intervalo de al menos 12 horas.

c: denota el nº de ocasiones en los que la temperatura de la carretera cae por debajo de 0 °C

f: Si, dentro de un día en el que ha ocurrido precipitación hay temperaturas por debajo de congelación en un tiempo mínimo

de: 30 minutes, f = 1 90 min, f = 3 270 min, f = 9 420 min, f = 12 g: Cuando la temperatura de carretera ha descendido por debajo del punto de congelación sobre examinado, haya o no habido precipitación en las últimas 3 horas. Si se registran tres eventos de precipitación en el intervalo fijado, entonces g = 1

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1 Estándares y reglas

De acuerdo con la "ley sobre el mantenimiento de invierno y la limpieza de las carreteras" las autoridades danesas de carretera están obligados a: tomar medidas para limpieza de nieve y prevenir la aparición de tramos resbaladizos en las vías públicas y caminos.

Para senderos, la responsabilidad se pueden adjudicar al titular de propiedades vecinas.

Las autoridades viales determinan en qué medida y en qué secuencia se limpiará la nieve y se tratará para evitar la aparición de tramos resbaladizos. Las directrices para el desempeño de los trabajadores son designadas siguiendo las indicaciones de la policía.

Niveles de servicio en carretera:

Categoría	Tipo de carreteras
Carreteras estatales Carreteras prioritarias	- Autopistas - Carreteras regionales - Autovías europeas - Otras carreteras prioritarias
Otras carreteras estatales	Otras carreteras regionales

Además,

Categoría	Objetivos de servicio
Carreteras estatales Carreteras prioritarias	Deberían ser transitables sin inconvenientes graves 24h al día. Condiciones deseables: - Mojadas - Secas
Otras carreteras estatales	Deberían ser transitables sin inconvenientes graves 24h al día. Condiciones deseables: - Mojadas - Secas

Desired duration of Road Conditions:

Categoría	Duración deseada de condiciones por debajo de los niveles de servicio
Carreteras estatales Carreteras prioritarias	Carreteras resbaladizas sin nieve: - Escarcha helada 0 hours - Hielo 0 hours Tras caída de nieve: - Calidad primavera 2 horas - Nieve ligera 2 horas - Nieve compactada 0 horas Tras ventisquero: - Nieve conducible 2 horas - Bloqueo 0 horas
Otras carreteras	Carreteras resbaladizas sin nieve: - Escarcha helada 2 horas - Hielo 2 horas Tras caída de nieve: - Calidad primavera 4 horas - Nieve ligera 4 horas - Nieve compactada 2 horas Tras ventisquero: - Nieve conducible 4 horas - Bloqueo 0 horas

Objetivos de servicio para senderos y aceras

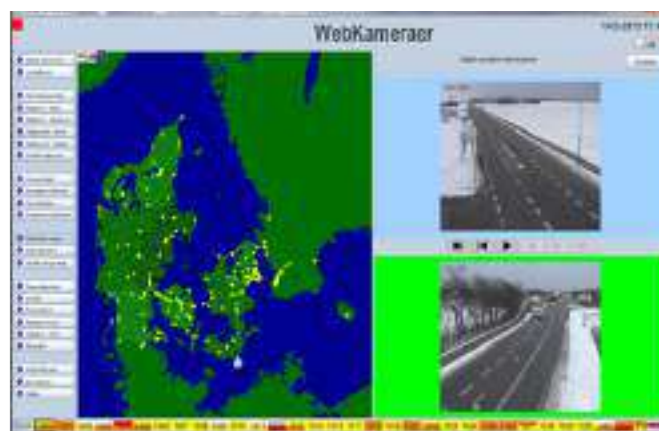
Categoría	Tipo de vía
Objetivos de servicio para senderos y aceras	- Senderos esclares - Senderos en zonas habitadas
Otros senderos y aceras	Otros senderos, aparte de senderos recreacionales

Además,

Categoría	Objetivos de servicio
Objetivos de servicio para senderos y aceras	Deberían ser transitables sin inconvenientes graves 24h al día. Condiciones deseables: - Mojadas - Secas
Otros senderos y aceras	Deberían ser transitables sin inconvenientes graves 24h al día. Condiciones deseables: - Mojadas - Secas - Nieve compactada con grava

Duración deseada de las condiciones:

Categoría	Desired duration of Road Conditions below the Service Objectives
Objetivos de servicio para senderos y aceras	Senderos resbaladizos/senderos sin nieve:
	• Escarcha helada 0 hours
	• Hielo 0 hours
	Tras caída de nieve:
	• Calidad primavera 4 horas
Otros senderos y aceras	• Nieve ligera 4 horas
	• Nieve compactada 0 horas
	Tras ventisquero:
	• Nieve transitable 2 horas
	• Bloqueo 0 horas



La unidad de servicios invernales coopera con el Instituto Meteorológico de Dinamarca (DMI) y emplea sus previsiones especiales para carretera, así como imágenes de radar y satélite. Por otra parte, el uso del sistema de información de meteorología en carretera "VejVejr" (Tiempo de la carretera), que dispone de servicio de vigilancia y predicción integrales, para conseguir predicción y monitorización integrales que suministren la mejor base sobre la que tomar decisiones relativas al tratamiento de la carretera con sal.

Con el fin de tener la imagen más completa posible, también se utiliza información sobre la carretera y la situación meteorológica webcams, la policía, consultas públicas y la vigilancia invernal.

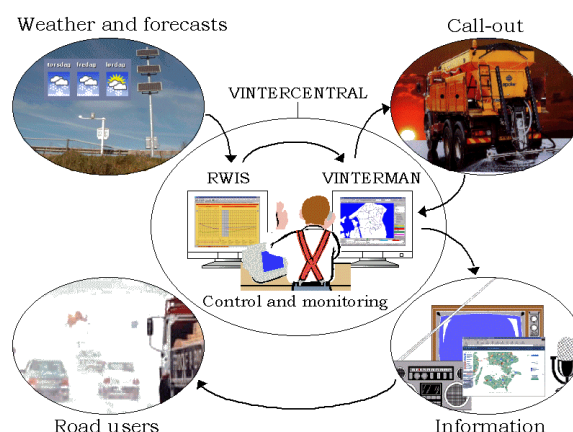
carreteras – tratamiento con sal	Aviso [Minutos]	Llegada [Minutos]
	45	Max. 180
Carreteras – retirada de nieve	60	Max. 120
Senderos, aceras y otras áreas (tratamiento y retirada de nieve)	60	Max. 180

3.2 Organización y operativa de vialidad invernal

Vías despejadas sin importar las condiciones climáticas. Las autoridades danesas de carreteras planifican los servicios de invierno en las carreteras de su red. El país está dividido en 3 regiones equipadas con un centro invernal cada una. El centro invernal es responsable de actuar en la totalidad de las carreteras nacionales. Todos transportes de mercancías por camión se suministran de acuerdo con la directiva de la UE de servicios, y son gestionados por encargo a contratistas privados.

Cómo se monitorizan las carreteras?

No siempre es fácil predecir la aparición de tramos resbaladizos de carretera cuando las condiciones meteorológicas cambian con rapidez. La unidad de mantenimiento invernal coopera, por tanto, con varias agencias empleando avanzados sistemas para monitorizar sus carreteras.



Distribución de la información

La dirección danesa de carreteras y el Instituto de Meteorología danés (DMI) han trabajado de la mano desde 1983. Su acuerdo contempla compartir información a través del RWIS (Sistema de información meteorológica de carretera, por sus siglas en inglés), que nutre principalmente de predicciones con el objetivo de mantener, de manera satisfactoria, la transitabilidad de seguridad de la vía durante los meses invernales.

El sistema Vejvejr está instalado en 84 municipios, además de un centro nacional de vialidad invernal. En todos ellos se recoge y presenta información de estaciones meteorológica y del IDM (Instituto danés de meteorología).

Esta información se comunica al el Centro de información de tráfico de la Dirección de carreteras, que está abierto las 24 horas y se mantiene en permanente contacto con el instituto danés de meteorología, la policía, los servicios de emergencia, etc...

La información también se distribuye por medio de la radio, Email, telefax, etc..., así como directamente por teléfono cuando los usuarios llaman a los centros de información.

El RWIS resalta las zonas en las que potencialmente se puede formar hielo, permitiendo actuaciones preventivas. Las estaciones están ubicadas en los puntos más fríos de la carretera. El sistema ha permitido reducir la relevancia de las patrullas y puntos de control, aunque se sigue patrullando cuando es necesario (caída de nieve, etc...).

EL RWIS está basado sobre una red de aproximadamente 400 puntos de registro, la mitad de ellos en carreteras nacionales y la otra en regionales.



El equipo de trabajo invernal decide los momentos en los que realizar tratamientos con fundentes o retirada de nieve basado en:

- Datos Online acerca del estado de la carretera provenientes de estaciones de monitorización en todo el país
- Estimaciones de evolución de cada estación
- Medidas de sal residual
- Meteorología regional
- Imágenes de radar
- Información de patrullas en la carretera
- Comentarios de Policía y usuarios
- Experiencia – condiciones locales y puntos vulnerables
- Hay 1 centro nacional invernal que da servicio a todo el país. El centro tiene turnos de guardia para asegurar que siempre se está preparado para actuar

Centro de información de tráfico

El Centro de Información de Tráfico (CIT) monitoriza el tráfico a lo largo del año y envía información a los medios. Los informes normalmente contienen información sobre retenciones y accidentes que puedan generar problemas de tráfico.

En invierno, el CIT informa sobre zonas con potencial de agarre pobre, y es parte integral de la monitorización invernal.

Métodos

La temporada de mantenimiento invernal dura, habitualmente, desde el 1º de octubre hasta el 30 de abril en toda Dinamarca. Antes de ese periodo, todos los equipos y materiales son revisados y los equipos reciben formación integral.

La activación del dispositivo invernal está sujeta a las previsiones meteorológicas.

El establecimiento de procedimientos tecnológicos y experimentos se planea y programa, generalmente antes de la campaña invernal. Esos planes contienen todas las instrucciones para el personal, así como sus obligaciones. Incluyen también las pautas de las mediciones que deberán ser realizadas para distintas situaciones meteorológicas.

El uso de barreras anti-nieve es poco habitual en Dinamarca, debido al reducido número de días de nevada (20 días al año) y por el desajuste de costes con respecto a sus reducidos beneficios.

La optimización de rutas se realiza individualmente para cada ruta. La planificación se realiza para la red en su conjunto basada en sus requisitos, y se realiza manualmente para las redes principal y secundaria.

Basándose en pronósticos meteorológicos y de caída de nieve, el ingeniero de turno debe decidir cuándo y dónde retirar nieve. La retirada de nieve en la carretera debería ocurrir cuando la precipitación ha alcanzado los 3-5 cm de nieve y se prevé una precipitación continuada. Habitualmente, el esparcido de fundentes acompaña a la retirada de nieve.

Dicho esto, estos procedimientos cambian en función de que la zona afectada sea rural o urbana.

Equipos

Dinamarca tiene 1 centro operativo invernal. Éste recibe información del RWIS danés y opera con el sistema de gestión invernal WINTERMAN.

La dirección general de Carreteras posee aproximadamente 210 esparcidores, 600 quitanieves. La mayoría de los esparcidores son de sal pre-humidificada, junto con algunos combinados y esparcidores de salmuera. El empleo de salmuera exclusivamente en Dinamarca aún está siendo estudiado en Dinamarca.

Una ruta de esparcido de sal dura, típicamente, 3 horas desde que se produce la llamada a salir hasta que se termina, y cubre una superficie de unos 400.000 m².

Cada esparcidor cubre 45 km de carretera, incluyendo los esparcidores en stand-by". Hay un almacén de sal cada 350 km todos los vehículos nuevos están equipados con GPS.



Cada vehículo cuenta con un conductor, tanto para la retirada de nieve como para el esparcido de tratamientos.

Se ha probado el empleo de pavimentos calefactados, sistemas fijos automatizados de esparcido de salmuera (FASST) y pavimentos de efecto retardante sobre la formación de hielo, pero ninguno ha triunfado por consideraciones de coste-beneficio.

Personal, formación y privatización

Cada año se realizan seminarios para ingenieros y gestores de carretera para informar acerca del conocimiento más actual y la última tecnología en vialidad invernal.

Formación

El desarrollo técnico de la disciplina del mantenimiento invernal requiere de formación y entrenamiento del personal internos.

La dirección general de carreteras prepara sesiones de formación internas. Incluyen formación práctica sobre mantenimiento invernal y un concienzudo análisis del sistema de avisos de formación de hielo en carreteras de la dirección general.

Para los conductores, la dirección ha instaurado, en colaboración con el consejo de educación del gremio de transportes, un programa nacional de seminarios sobre temática invernal.

Los seminarios se celebran en el AMU (Centro de formación profesional) y en otros puntos apropiados. Los cursos son modulares, y contienen materias como mantenimiento invernal básico, mantenimiento de carreteras y senderos invernal o retirada de nieves. Se espera que, en futuras licitaciones, se exija contar con conductores que hayan completado estos cursos.

Privatización

Se contrata a compañías privadas para aportar conductores en ocasiones en que se necesite retirar nieves o tratar la carretera con fundentes.

El gobierno contribuye los equipos, mientras las compañías contribuyen los vehículos.

Organización operativa del mantenimiento invernal

En un invierno típico en Dinamarca, se producen unas 100 salidas para tratar carreteras por el riesgo de condiciones heladas, a lo largo de aproximadamente 4.000 km de carreteras nacionales y regionales. El empleo de fundentes debido a nevadas, en cambio, ocurre solamente unas 20 veces al año. En Dinamarca, se realizan acciones preventivas, esparciendo sal sobre la carretera para prevenir que esta presente características deslizantes. La decisión sobre si actuar sobre la carretera se hace en los centros operativos, mientras que es un contratista local el que de hecho realiza la acción. Se han desarrollado dos sistemas informáticos para apoyar estas tareas, el RWIS y VINTERMAN. La decisión sobre si actuar o no es crucial. Si se realizan muchas salidas innecesarias a lo largo de un invierno en el que realmente no hay condiciones desfavorables por hielo o nieve, se consumen inútilmente recursos y presupuesto.

Por otra parte, si la actuación se realice demasiado tarde, o no se realice, puede conllevar accidentes por malas condiciones y colapsos de tráfico. Estas situaciones conllevan, además, un coste elevado para la sociedad. Cada administración de carreras intenta, por tanto, tomar la decisión óptima para asegurarse de conseguir un tráfico fluido con el consumo más ajustado de recursos. EL RWIS es una importantísima herramienta para alcanzar ese equilibrio. Si se puede predecir el marco temporal y el tipo de condición desfavorable de la carretera fruto de la meteorología, se torna mucho más sencillo dar con la respuesta apropiada. Esto no sólo incluye el cálculo del momento ideal de la actuación, sino también el método y material ideal. Con este fin, se ha desarrollado el programa VINTERMAN

En este sistema se pueden crear planes de acción predeterminados, en el que se deciden la longitud de las rutas, los métodos y cantidades de fundentes a emplear, etc. También se puede ajustar el tipo de fundente a usar – sal seca, sal prehumidificada, salmuera o una combinación de ellas – en función de la meteorología.

La mayoría de los esparcidores están equipados con un GPS, que registran información como la velocidad, dosificación, amplitud de esparcido u otras. De este modo, VINTERMAN puede proporcionar estadísticas relativas al número de actuaciones, consumo de sal, duración y momento de las salidas, relacionadas con los costes de fundentes y pagos a contratistas. Esto brinda la oportunidad de monitorizar y controlar la calidad de los trabajos, reorganizando los planes operativos si se muestra necesario.



Para incrementar la efectividad y la optimización de las actuaciones a realizar, la dirección de carreteras danesa experimenta con distintas metodologías de esparcido y tipos de fundentes. Por ejemplo, los últimos estudios revelan un potencial de consumo de recursos muy importante en las situaciones de riesgo de hielo negro mediante el empleo de salmuera en lugar de sal prehumidificada.

3.3 Evaluación de los mecanismos de control de nieve y hielo

Evaluación interna

Sistema invernal

El sistema danés se aplica, generalmente, a través de sistemas informáticos en dos áreas principales

- Aviso de carretera potencialmente helada especialmente si existe posibilidad de realizar acciones preventivas, estableciendo el RWIS, pasado en el número de estaciones meteorológicas, imágenes de radar y otra información meteorológica.
- Administración invernal. El sistema de administración invernal se emplea como apoyo, conectando la realización de tareas de prevención de condiciones deslizantes en la carretera con su registro.

Los sistemas se pueden integrar en un solo entorno familiar, pero los interfaces de ambos sistemas están tan bien definidos que a menudo da mejor resultado usar sistemas pequeños que uno integrado.

Las principales tareas del sistema de administración, aunque cambien de una autoridad de carreteras a otra, requieren un sistema administrativo. Las principales estructuras para completar las tareas invernales son:

- A.** Aplicaciones primarias de empleados propios. En este caso, el sistema de administración invernal da opciones de registro de las actividades y estimará los recursos asignados a empleados
- B.** Las estaciones de monitorización aportan información de rutas, en aquellas que contratistas privados hagan el mantenimiento. En esa situación, el sistema captura datos para ajustar a realidad los pagos a proveedores.

C. Todos los trabajos se procesan a partir de la invitación a realizar una oferta, que incluye tanto la decisión sobre la contribución como la contribución en sí en este caso será un activo establecer un sistema corporativo al que tengan acceso tanto contratistas como administraciones. Por lo general, el contratista tiene que responder al model B, porque el contratista general contratará a sub-contratistas.

La información de salidas y tratamientos se puede obtener, así, junto con información más amplia. Los centros de mantenimiento emplean esta información para la facturación. Las organizaciones a menudo son políticas, pero en las tres situaciones se requiere un sistema de registro y administración es necesario en mantenimiento invernal. El sistema debe realizar las siguientes tareas:

Estructurar y organizar toda la información administrativa básica relativa al mantenimiento invernal.

- Asistir en las salidas de quitanieves y asegurar que se registre la información necesaria
- Aportar alternativas mediante la documentación de contribuciones
- Aportar información estadística sobre trabajos subcontratados, consumos de fundentes y costes
- Manejar informes sobre la condición actual de las carreteras, para que se pueda compartir con los centros de tráfico y medios.

Evaluación externa

Todos los esparcidores en uso cuentan con equipos electrónicos de recolección de datos, que benefician al sistema VINTERMAN aportando datos sobre la contribución de cada equipo. Esta información se puede emplear para inspeccionar dicho aporte. Además, cada conductor cumple un mecanismo de control que documenta la contribución por cada carga.

Adicionalmente, varias autoridades registran la sal residual mediante el empleo del SOBO20 y sensores de carretera.

La dirección de carretera realiza una encuesta anual, evaluando las opiniones de los usuarios, de cara a mejorar la estrategia y aumentar la satisfacción de usuarios.

3.4 Seguridad e información de tráfico

Se puede informar a los usuarios locales y nacionales con amplitud y precisión.

Esta información es comunicada por el centro de información de tráfico de la dirección de carreteras, que está abierto 24 horas al día, mantiene contactos con las autoridades de carreteras, el centro Nacional de la Meteorología, la policía, los servicios de emergencia, etc.

La información se transmite por radio, telex, etc. y por contacto telefónico directo de los usuarios que contactan con el centro o a través de la web www.vintertrafik.dk.



Intercambio internacional de información

El centro danés de información de tráfico manda información al ARC, a través del cual se distribuye a muchos países europeos, junto con información de tráfico de otros países.

El centro de tráfico intercambia datos con Suecia a través de Datex II, y planea hacerlo con Alemania septentrional, apoyado en el proyecto europeo EASYWAY VIKING el intercambio de información con Suecia

Además, el centro de información de tráfico provee datos a varios proveedores internacionales de servicios.

4. Investigación y estudios en curso para la mejora de la gestión invernal.

La tecnología de mantenimiento invernal progresa a gran ritmo, y las tecnologías de la información permiten la transmisión de grandes volúmenes de datos. Con el tiempo, además, se abarata. Ya podemos monitorizar gran cantidad de variables como temperaturas, actividad de mantenimiento invernal, condiciones de la carretera y consumo de sal, pero aún hay margen de mejora. Todos los equipos cuentan con GPS, y pueden ser monitorizados a través de VINTERMAN

Otro proyecto en marcha es el de "modelización de sal remanente", que intenta generar modelos que permitan monitorizar la sal residual a lo largo del tiempo y teniendo en cuenta meteorología y tráfico. Otro objetivo es realizar predicciones de sal remanente en distintos tipos de carretera, lo que supondría una herramienta adicional para los gestores de carretera en los centros de mantenimiento.

La investigación sobre la "predicción de superficie de carretera basado en análisis termográfico de secciones" también está en curso. Se pretende investigar la prognosis y predicciones naturales de área para zonas afectadas por la meteorología adversa.

Pruebas de esparcidores en el centro de investigación de Bygholm:

Este proyecto pretende encontrar un método de testeo de esparcidores; el método fijará los nuevos requisitos de calidad de los esparcidores, desarrollando más el servicio invernal.

El proyecto se realiza en colaboración con muchos fabricantes, como Nido, Kupper Weisser, Falköping and Epoke.

Los resultados son prometedores, pero son necesarios ajustes. Se mostró que la calidad de esparcido no cumple los requisitos y hubo grandes diferencias entre las prestaciones de los esparcidores respecto a sus especificaciones.

Monitorización y control de esparcidores:

El desarrollo continuo en cambios de geometría de carretera es un punto que requiere gran atención de los operarios. Esto es problemático puesto que también han de estar pendientes del tráfico y perfil de la carretera.

El sistema VINTERMAN está en continuo desarrollo. Ahora se trabaja en un sistema que ligue GPS con predicciones meteorológica y de carretera y con observaciones de carretera. Su objetivo es que el conductor solamente tenga que conducir el vehículo y que el sistema GPS controle el esparcidor.

El proyecto incluye el empleo de salmuera controlada por GPS versus el uso de sal esparcida con disco.

Equipo de desarrollo de maquinaria de esparcido:

El equipo ha, a lo largo de los años, creado una demanda de mejoras e ideas para proyectos de desarrollo de equipos.

Prevención de condiciones deslizantes a baja temperatura:

Tras varios inviernos duros, se ha observado la dificultad de luchar contra las condiciones de agarre reducido con los equipos y métodos actuales. Existe un proyecto para estudiar soluciones alternativas.

Servicio invernal sobre asfaltos porosos:

Existe un proyecto para optimizar pavimentos de reducción de ruido con buen rendimiento vs. pavimentos más ruidosos con más agarre, analizando el rendimiento a largo plazo tanto sobre tráfico como su durabilidad.

5. Referencias

www.vd.dk
 www.vintertrafik.dk
 Easyway:
<http://www.easyway-its.eu/>

Written by:

Kim Barup Jansen, Freddy Knudsen,
 Michel M. Eram
 kbja@vd.dk, fek@vd.dk,
 me5@vd.dk
 Operations & Maintenance Department



ESLOVENIA



1. Demografía y Carreteras

1.1 Información de país

Eslovenia se encuentra en el punto de unión del Mediterráneo, los Alpes y la Llanura Panónica zonas geográficas, así como en el cruce de caminos de los Romanos, germanos y eslavos en Europa. Eslovenia es miembro de la UE desde el 1 de mayo de 2004. Desde el 21 de diciembre de 2007, Eslovenia ha sido un miembro de la zona Schengen.



Su superficie abarca 20.273 km², de las cuales el 63% están cubiertas por bosques. Debido a esto, Eslovenia es uno de los países de Europa con la mayor superficie de bosques. El 48% de su superficie se encuentra a una altitud superior a 500 m, lo que es característico de las zonas montañosas. Eslovenia tiene frontera con cuatro países: Italia (280 kilómetros de frontera), Austria (330 kilómetros de frontera) y Hungría (102 kilómetros de frontera), todos los cuales son miembros de la UE, y Croacia (670 kilómetros de frontera).

En términos de organización política, Eslovenia es una república parlamentaria. Su capital es Liubliana. La moneda en Eslovenia desde el 1 de enero de 2007 es el Euro. En 2006, había 2.008.500 habitantes en 5.996 las aglomeraciones y 211 municipios; el 7,6 % eran agricultores. Varias nacionalidades conviven en Eslovenia; sin embargo, la mayoría de los habitantes son eslovenos (83,06 %). Hay dos minorías en Eslovenia: el 0,32 %

del total de la población es el húngaro y el 0,11 % italiano.

La densidad de población es 99,07 hab/km².

El Producto Nacional Bruto (PNB) es de 17.076 EUROS/habitante. Los Recursos naturales de Eslovenia están muy bien conservados. Hay 144.509 hectáreas de áreas protegidas y parques naturales:

- el Parque Nacional de Triglav con 84.805 hectáreas;
- 9 reservas naturales con 1.515 hectáreas;
- 4 parques regionales con 5.168 hectáreas;
- 10 monumentos naturales y;
- 25 monumentos declarados paisaje natural.

La red NATURA 2000 incluye un 36% de Eslovenia. El 29 de abril de 2004, el Gobierno de la República de Eslovenia, con el Decreto de Zonas Especiales de Conservación (zonas de la Red Natura 2000), decidió qué zonas de Eslovenia serían parte de la Red Natura 2000. Se identificaron 286 zonas; 260 de ellas se determinaron sobre la base de la Directiva de Hábitats y 26 sobre la base de la Directiva de protección de las aves. Estas áreas abarcan 36% de la superficie de Eslovenia.

Los bosques cubren la mayor parte de las áreas; sin embargo, hay grandes zonas sin vegetación (principalmente paredes de los acantilados), el 9% de las zonas están por encima de la línea de árboles; una parte importante también es pasto.



Las zonas protegidas (el Parque Nacional de Triglav, regionales y parques naturales, reservas y monumentos naturales) constituyen un 25% de la superficie total de la Red Natura 2000.

1.2 Red vial y tráfico

Historia de las carreteras de Eslovenia

Las rutas de transporte Esloveno se desarrollaron hace miles de años debido a formaciones geográficas de Eslovenia (Alpina, Mediterránea y Panoniana), así como su ubicación en la región europea. Por supuesto, la acción del hombre, por motivos religiosos, sociales, económicos y por tendencias militares desempeñaron un papel importante en este desarrollo. Los cambios históricos han afectado el desarrollo de las rutas de transporte.

Ya en la edad de Piedra, la ruta del Mediterráneo en los Alpes orientales, cruzando el macizo de Postojna y trazando un eje longitudinal por el Ljubljansko barje en la dirección del altiplano Ptujsko polje se mostró como la ruta más conveniente y directa de transporte terrestre, al que todas las rutas por carretera se han conectado transversalmente. Más tarde, otras importantes rutas comerciales de larga distancia a través de Eslovenia (ruta del Ámbar, Ruta del Hierro, Ruta Noricum y Ruta de la Sal) se establecieron, complementando la red de caminos y ampliándola de manera longitudinal y, especialmente, transversal.

En la época de los Romanos, la red de carreteras en esta zona se desarrolló en un grado que satisfizo las necesidades económicas, comerciales y militares de los estados que se originaron en períodos posteriores.

La red de carreteras medieval Eslovena se amplió sobre los cimientos de la red Romana; sin embargo, los caminos habían desarrollado un carácter internacional y de tránsito, ya que no hubo grandes centros comerciales en los tiempos en Eslovenia. Después de que los Habsburgo obtuviesen acceso al mar, las carreteras se construyeron cada vez más en la zona de Karst.

Red actual

Las vías públicas en Eslovenia son administrados por el estado y los municipios. La longitud total de las carreteras (a partir del 31 de diciembre de 2004) es:

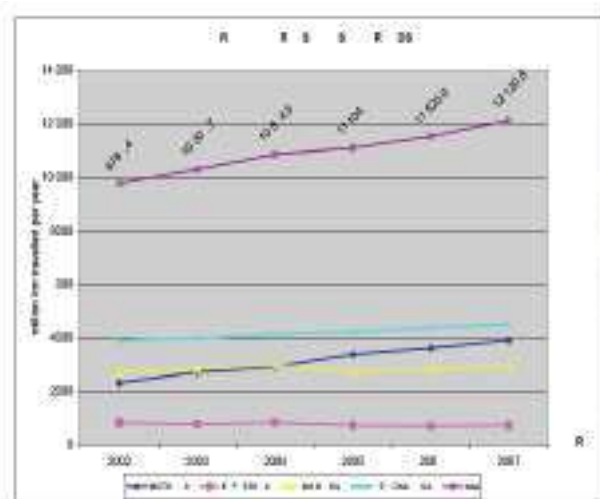
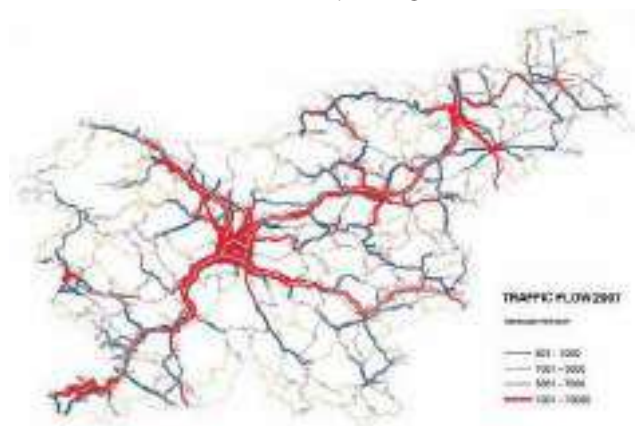
Categoría	LNT (km)
autovías	576
Carreteras principales	617
Carreteras principales (2 carriles)	15
Carreteras nacionales	598
Carreteras regionales	4,897
Carreteras locales	13,814
Caminos públicos	18,245

Además de los mencionados caminos, el servicio de silvicultura también gestiona 13.000 km de caminos forestales; estos son, en gran medida, de uso público.



Las cargas de tráfico en las carreteras eslovenas son elevadas, y aumentan en torno a un 3% por año. La mayor tasa de crecimiento, es decir, 49 %, se registró en el período 1992-1997. El promedio diario de carga de tráfico en las autopistas del año 2003 fue de 22.616 vehículos por día. El porcentaje de los vehículos de carga oscila entre el 10 y 20% en las rutas de tránsito; la mayor parte, es decir 40 %, fue registrado en las rutas en dirección a Hungría.

La media de vehículos es de 1,3 por hogar.

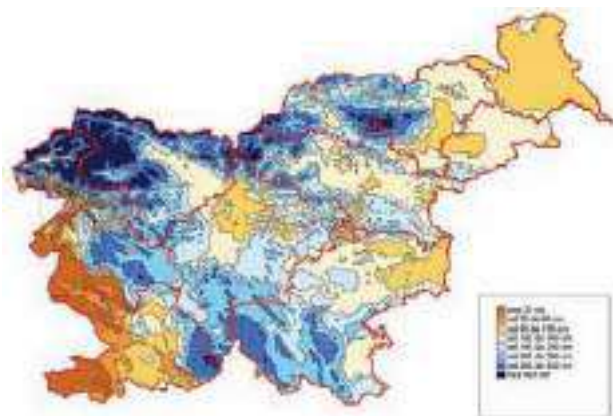


2. Clima

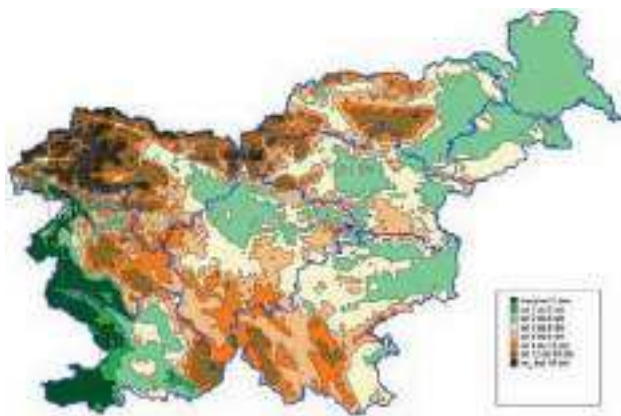
2.1. Visión general de zonas climáticas

La desigual distribución de la población y la consiguiente derivación de la red de carreteras son las razones de extensos desplazamientos diarios. Por lo tanto, las carreteras, especialmente aquellos con gran tráfico de pasajeros, tienen que seguir siendo transitables durante el invierno, incluso en las primeras horas del día.

Podemos registrar diferencias sustanciales entre el extremo occidental y oriental de Eslovenia, especialmente en la media del número de días en los que suelo y carreteras están cubiertos de nieve.



Hay dos de estos días (cobertura de nieve) en Primorje (el litoral esloveno) por año, mientras que hay 45 días en Postojna, que está a 30 km del mar. Hay 50 a 70 días en las zonas bajas y más de 100 en el altiplano. Un dato importante en relación con el servicio de invierno es el número medio anual de días con más de 10 cm de nieve nueva; hay 15 a 30 días en las zonas de las barreras montañosas y de 10 a 15 días en las tierras bajas. Primorje tiene características especiales porque las nevadas son muy raras; sin embargo, la fuerza de los tremendos vientos y a veces también ventisqueros causan problemas de tráfico.



3. Mantenimiento vial invernal

3.1. Clasificación de carreteras

El proceso de garantizar la transitabilidad de las carreteras se lleva a cabo de conformidad con lo dispuesto en seis clases de prioridades relativas a:

- La categoría;
- La densidad y la estructura del tráfico;
- Geográfica /condiciones climáticas; y
- características locales.

La accesibilidad de carreteras se garantiza con respecto a clases de prioridad:

Clase 1: incluye las autopistas y autovías, que se debe transitar 24 horas al día. Cuando nieva, el tránsito debe estar garantizado a lo largo de toda la calzada, así como el cruce de caminos y las carreteras de acceso a aparcamientos más grandes; los carriles de emergencia también tienen que ser transitables. En el caso de nieve pesada, por lo menos un carril tiene que ser pasable, así como vías de acceso a aparcamientos más grandes.

Clase 2: incluye las carreteras principales, las principales vías urbanas y carreteras importantes. Estos caminos tienen que ser transitables entre 5 a.m. y 10 p.m.; cuando nieva, de dos horas retrasos en el tráfico son permisibles entre 10 horas y 5 de la mañana.



Clase 3: incluye el resto de las carreteras regionales y locales importantes, las carreteras urbanas, carreteras secundarias y los caminos vecinales, que han de ser transitables entre 5 a.m. y 10 p.m.; cuando nieva, se admiten retrasos de dos horas en momentos de mucho tráfico y entre las 10 PM y las 5 AM.

Clase 4: incluye el resto de las carreteras, vías urbanas y carreteras suburbanas. Como regla general, estos caminos han de ser transitables entre 7 a.m. y 8 p.m.; sin embargo, cuando nieva, los retrasos y embotellamientos se admiten. En el caso de nieve pesada, también se admiten retrasos de 1 día.

Clase 5: incluye las vías públicas, aparcamientos y vías ciclistas, para las que la transitabilidad está garantizada en base a

necesidades locales. Cuando nieva, se permiten retrasos en el tratamiento de 1 día. En el caso de nieve pesada, puede durar más.

Clase 6: incluye las carreteras cerradas al tráfico en condiciones invernales

Exclusión de los vehículos de mercancías del tráfico

De conformidad con las disposiciones del Decreto sobre restricciones de tráfico de la República de Eslovenia, los fletes con remolques y vehículos de transporte de sustancias peligrosas tienen prohibido circular por todas las carreteras eslovenas cuando nieva o hay fuerte viento, y quedarán excluidos del tráfico. En la construcción de carreteras y autopistas se han previsto 25 ubicaciones en total, en la que se retiran los vehículos de tráfico; estos lugares tienen espacio para 950 vehículos destinados al transporte de mercancías; en otras carreteras del estado, hay otros 51 lugares en los que puede aparcar 1.990 vehículos de carga. Por lo general, estas capacidades no son suficientes, por lo que ocasionalmente, se alquilan otras zonas adecuadas.

Reglas sobre materiales

Los materiales, utilizados en Eslovenia, son sal marina (NaCl), y en menor medida también cloruro de calcio (CaCl_2) y el cloruro de magnesio (MgCl_2). Este último se utiliza principalmente para tratamientos preventivos en autopistas, autovías y carreteras principales, y cada vez que hay bajas temperaturas (-8°C). En los últimos años, las carreteras se han tratado con una solución salina. De esta forma, se impide que la sal sea arrastrada por el viento seco bajo condiciones de tráfico intenso y el tiempo de fusión de hielo se acorta.

3.2. Organización y operativa de mantenimiento invernal

Durante el período de invierno, que se extiende habitualmente desde el 15 de noviembre al 15 de marzo, las carreteras se mantienen de acuerdo con el programa de ejecución de servicio de invierno, que es preparado por el contratista de mantenimiento rutinario, quien la somete a la aceptación del servicio especializado a más tardar el 15 octubre del año en curso. El Programa de aplicación de servicio de invierno incluye:

- El plan de organización de la gestión, las competencias y responsabilidades de los operadores de los servicios de invierno;
- el calendario de trabajos preparatorios;
- El plan de red de carreteras, incluyendo las marcas de identificación de las prioridades y los puntos de partida para el desempeño de los servicios compuestos de invierno;
- la asignación de maquinaria, equipo y fundentes.
- personal de trabajo en espera y disponible, el nivel de preparación y planes de despliegue de los grupos de trabajo ;

- planes para la prevención de formación de hielo y retirada de nieve
- lugares y métodos de exclusión del tráfico de determinados tipos de vehículos en condiciones desfavorables de carretera;
- métodos de recopilación de datos y el plan de informar al público sobre las condiciones de transitabilidad de carretera.

Los trabajos preparatorios se realizan antes del inicio de la temporada de invierno con la intención de garantizar la eficacia del servicio en invierno. Las tareas incluyen en particular:

- La preparación de las máquinas, dispositivos y equipo de señalización de tráfico, fundentes;
- la preparación de las vías y su entorno (construcción complementaria de señales en lugares peligrosos, la colocación de postes indicadores del nivel de nieve y otros dispositivos de protección);
- capacitación y formación profesional necesaria para el desempeño del servicio de invierno en carretera.

Después del final de la temporada de invierno, es necesario eliminar los restos de grava, así como las señales complementarias de temporal, equipos temporales de tráfico, y los dispositivos e instalaciones por carretera para la protección de carreteras y tráfico en invierno.

3.3. Evaluación de las medidas de control de hielo y nieve

Desde hace ya algunos años, los costes de mantenimiento de invierno en las carreteras del estado han ido en aumento, y ya corresponden aproximadamente al 50 % de los gastos totales de mantenimiento. Al mismo tiempo, el uso de la sal es cuestionable en relación con los daños que causa a los vehículos, así como para el medio ambiente, carretera y en las aguas subterráneas.

No es posible evitar por completo el uso de sal en la carretera, porque la seguridad del tráfico se vería seriamente perjudicada. Sustituir fundentes con arena es rentable y eficiente en cuanto los niveles de tráfico actuales. Los beneficios económicos de la sal son varias veces más altos que los gastos y daños que provoca. Con el fin de proteger el medio ambiente, sólo se usa la sal que sea necesaria para la seguridad del tráfico; el esparcido de sal en carreteras se ha reducido al mínimo.

El empleo de equipamiento de vanguardia y la formación académica de todos los participantes en el servicio de invierno en carretera son cruciales para la racionalización del servicio. La actitud del personal técnico hacia los problemas de mantenimiento ha tenido que cambiar. El equipo moderno es también fundamental para garantizar la calidad. Se han optimizado las dotaciones de fundentes empleadas. Los usuarios también están obligados por ley a usar equipo de invierno en sus vehículos.

¿Qué hacer en el futuro?

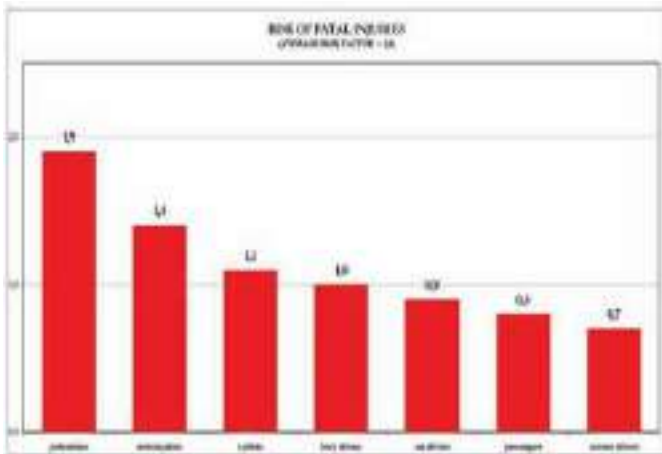
Los análisis muestran que los costes fijos de la carretera servicio de invierno, es decir, los costes de equipos en stand-by y de servicios, representan una gran cantidad. Para reducir los costos, se encuentra en proceso de implementación un mecanismo de seguimiento de las condiciones de la carretera y puntos críticos observando las condiciones meteorológicas locales (carretera de estación meteorológica, vigilancia de vídeo). Se conecta con el sistema de información de carretera. Además, se introduce equipamiento de vanguardia para calibrar las dosis.

3.4. Seguridad e información de tráfico

Seguridad vial

La seguridad del tráfico en Eslovenia todavía no es satisfactoria. Un análisis de la situación de las necesidades de la preparación del Programa Nacional de Seguridad Vial, mostró que el:

- 0,53 % de los accidentes de tráfico con víctimas mortales;
- 25,88 % de los accidentes de tráfico con lesiones y;
- 73,59 % de los accidentes de tráfico con sólo daños materiales se produjeron durante el invierno de 2007/2008. Las condiciones de la carretera y transitabilidad, así como las condiciones climáticas y la observación de las disposiciones de los reglamentos (p. ej., el equipo de invierno para los vehículos) pueden ejercer un impacto sustancial en la ocurrencia de accidentes y su incremento.



La mayoría de los accidentes de tráfico en invierno se producen en relativamente buenas condiciones de conducción; este tipo de accidentes pueden terminar incluso con los peores resultados. Estas conclusiones indican que la mayoría de los conductores son conscientes de los peligros de la conducción en condiciones invernales, pero cuando las condiciones mejoran, se olvidan de los peligros descuidan la conducción. La causa más frecuente de accidentes de tráfico en el invierno es velocidad incorrecta, que está conectado especialmente con las condiciones favorables en las carreteras. Cuanto más suaves y secos sean los inviernos, mayor será el problema

con la rapidez. El Ministerio de Transporte por carretera, en consecuencia, como responsable del Programa Nacional de Seguridad del Tráfico por Carretera, se ha fijado los siguientes objetivos:

- Construcción de la infraestructura de tráfico;
- Introducción de medidas destinadas a tráfico lento hacia abajo;
- educación vial;
- medidas preventivas y medidas publicitarias;
- la supervisión

Información de tráfico

Durante el tiempo de mantenimiento de invierno, hay varios métodos para informar al público sobre las condiciones de la carretera:

- las estaciones de radio y TV - en vivo;
- llamada telefónica a un número específico, directamente a través de móviles electrodomésticos;
- páginas Web y los administradores de la carretera de el centro de información de la Asociación Automovilística de Eslovenia;
- datos de tráfico, que se comunican también a ERIC (Centro Europeo de Información de carretera) en su sede de Ginebra;
- portales de información en carreteras;
- INFO-pilares en la áreas de descanso en autopistas;
- asesoramiento personal en los centros de información.

De conformidad con las disposiciones de la Ley sobre las vías públicas y la normativa sobre el mantenimiento de las vías públicas, la empresa de mantenimiento de carreteras tiene que informar de forma periódica y en circunstancias especiales sobre las condiciones y transitabilidad de carreteras.



El LRA recopila información sobre la evolución del clima en las carreteras y las condiciones de la carretera de varias maneras. Uno de ellos se refiere a transferencia de información de las administraciones regionales por teléfono dos veces al día. Otro se refiere a transferencia electrónica mediante el sistema de información del LRA dos veces al día.

4. I+D+I y estudios para la mejora del mantenimiento de carreteras

Con el fin de mejorar el mantenimiento de invierno en carretera y la protección del medio ambiente, varias investigaciones y estudios se han realizado, tales como:

- métodos rápidos y eficaces para el control de la calidad de fundentes;
- Control de la posibilidad de excluir los vehículos de carga del tráfico en el caso de viento fuerte;
- La introducción de estaciones meteorológicas de carretera;
- Determinar la base de criterios geológicos activos para aumentar la protección de las aguas subterráneas en el caso de contaminación sobre la red vial;
- Efectos del vertido de fundentes en las carreteras sobre el medio ambiente;

- Un análisis del servicio de invierno, su organización y funcionamiento. Las conclusiones de los estudios pueden ser resumidos de la siguiente manera:

El empleo en exceso de fundentes y grava tiene impactos negativos en estructuras viales, vehículos, aguas subterráneas, vegetación y la salud de las personas;

- la contaminación (especialmente de las aguas) puede reducirse sustancialmente introduciendo instalaciones especiales;
- los daños a estructuras viales y de las instalaciones se puede reducir con el cuidado apropiado.

Por lo tanto, los administradores eslovenos de carretera han empleado la sal pre-humectada, lo que se traduce en una reducción en el uso de materiales; los materiales utilizados son más puros y de mayor calidad con menos agentes nocivos. Mediante el uso de maquinaria puntera, la vigilancia y la información a los usuarios de la carretera de las condiciones de la carretera, nos esforzamos por promover una racionalización de la vialidad invernal y la protección del medio ambiente.



ESPAÑA



1. Demografía y carreteras

España es un país del sur de Europa ubicado en la Península Ibérica. Su territorio tiene una extensión de 505.954 km², delimitado al norte por el mar Cantábrico y los Pirineos (que cubren la frontera entre España y Francia), en el este por el Mediterráneo y en el oeste por Portugal y el Atlántico. El Estrecho de Gibraltar es el límite más meridional de España y constituye el punto de mayor proximidad entre los continentes de Europa y África (14 km). La población del país ascendía a 46,8 millones en 2011, lo que representa una densidad de 92 habitantes por kilómetro cuadrado.



Red de carreteras españolas (principales)

Una característica topográfica destacada de la península española es un gran macizo central, conocido como la Meseta castellana, que cubre prácticamente el 50% del territorio nacional y que se encuentra a una considerable altitud. Esta meseta no es solamente una de las razones por las que España cuenta con la segunda mayor altitud media sobre el nivel del mar (660 m) en Europa, sino también la razón por la que el país cuenta con una importante inclinación Este/Oeste. Las aguas de la Península Española fluyen con diferentes volúmenes a los tres mares que rodean el país debido al hecho de que el clima y, sobre todo, las características orográficas influyen en la distribución y la importancia del sistema hidrográfico, con el Atlántico recibiendo el flujo de entrada más grande. La Meseta está dividida en dos secciones por una cordillera central, cuyas

inmediaciones están rodeadas por varias franjas montañosas (excepto en el lado occidental, donde la meseta disminuye suavemente hacia Portugal).

Administrativamente, España es una monarquía parlamentaria, compuesta por diecisiete Comunidades Autónomas o regiones:

Andalucía	8,3
Aragón	1,3
Asturias	1
Islas Baleares	1,1
Islas Canarias	2,1
Cantabria	0,6
Castilla-La Mancha	2
Castilla y León	2,5
Cataluña	7,2
Comunidad Valenciana	5
Extremadura	1,1
Galicia	2,7
Madrid	6,4
Murcia	1,5
Navarra	0,6
País Vasco	2,1
La Rioja	0,3
Ceuta	0,08
Melilla	0,08
TOTAL	46,81

Cifras de población de las 17 comunidades autónomas, Ceuta y Melilla (en millones de habitantes, datos de 2011)

Este acuerdo político es similar a una organización de estados federales. Las regiones de España cuentan con un amplio nivel de autogobierno incluyendo poderes legislativos, presupuestarios, administrativos y ejecutivos, garantizados por el Estado central a cada región a través del correspondiente Estatuto de autonomía. Cada comunidad autónoma está a su vez dividida en una o más provincias, sumando en total 50, más las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla.

A efectos administrativos, la red de carreteras española está organizada bajo tres diferentes niveles de autoridad: en primer lugar, la red estatal de carreteras dependiente del Ministerio de Fomento (Administración Central);, en segundo lugar,

la red de carreteras regionales (a cargo de las comunidades autónomas); y, por último, la red de carreteras locales a cargo de diputaciones provinciales y ayuntamientos.

La Red de Carreteras del Estado incluye las carreteras nacionales que forman las rutas de larga distancia que unen las diferentes regiones. Las redes autonómicas de carreteras son de alcance regional, como su nombre indica, mientras que la red de carreteras a cargo de los ayuntamientos y diputaciones son de ámbito local.

Las diferentes redes cuentan con las siguientes longitudes de carreteras, divididas entre vías de alta capacidad (autopistas, autovías...) y de normal a baja capacidad (carreteras de un sólo carril por sentido, carreteras más pequeñas):

España: red de carreteras (2011)		
Red gestionada por el Estado	Vías de alta capacidad	11.346 km
	Vías de capacidad normal y baja	14.970 km
	TOTAL	25.835 km (15.6%)
	Vías de alta capacidad	4.840 km
Red de gestión local y regional	Vías de capacidad normal y baja	135.233 km
	TOTAL	140.073 km (84.4%)
	Red española TOTAL	165.907 km

Como se puede ver en la tabla anterior, la red viaria estatal supone una pequeña fracción del total de la red, apenas el 15%. Sin embargo, soporta una parte sustancial del tráfico real en España, sobre todo cuando se observa el tráfico de vehículos pesados:

Red de carreteras de España: tráfico (2011)		
Tráfico total	Red gestionada por el Estado	121.686.000 vehículos/km (51.8%)
	Red de gestión local y regional	113.121.000 vehículos/km (48.2%)
	TOTAL	234.807.000 vehículos/km
Tráfico de vehículos pesados	Red gestionada por el Estado	16.184.240 vehículos/km (62.7%)
	Red de gestión local y regional	9.630.340 vehículos/km (37.3%)
	TOTAL	25.814.580 vehículos/km
Red española	TOTAL	165.907 km

2. Clima

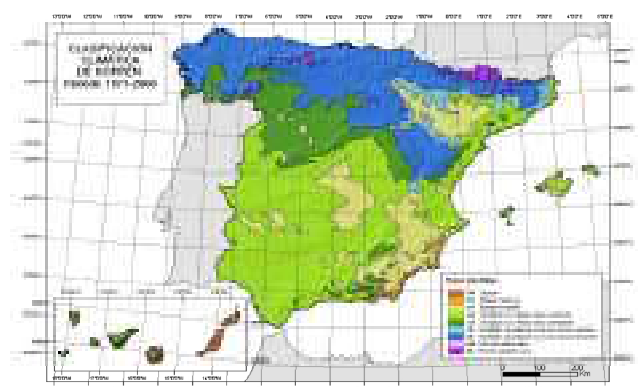
En términos generales, España cuenta con 4 tipos diferentes de clima:



- **Clima atlántico:** Las temperaturas son suaves durante todo el año (media anual de 10 °C a 20 °C), la precipitación es abundante debido a la influencia de las masas de aire húmedo que vienen desde el Atlántico. Galicia y las regiones a lo largo de las costas del norte pertenecen a esta zona.
- **Clima continental:** las características de este clima son inviernos largos y fríos, y un verano suave en el norte y caluroso en el sur (las temperaturas oscilan entre 25 °C y -13 °C). Las precipitaciones son escasas y se producen durante las tormentas en verano. La llanura y la depresión del Ebro pertenecen a este clima.
- **Clima mediterráneo:** Las temperaturas son altas en verano y templadas en invierno. La precipitación es irregular (especialmente en Almería y Murcia). La zona mediterránea, la zona atlántica de Andalucía, Baleares, Ceuta y Melilla son parte de esta zona climática.
- **Clima de montaña:** Bajas temperaturas con inviernos largos y muy fríos, y veranos cortos y cálidos, éstos son sus rasgos más destacables. Las precipitaciones son abundantes y aumentan con la altitud. Los Pirineos, la Cordillera Central y Penibética, algunas áreas de la Cordillera Cantábrica, la Cordillera Ibérica y la Sierra de Grazalema están incluidos en esta zona).

Sin embargo, debido a la compleja geografía y la influencia de diferentes mares y océanos, la realidad es sustancialmente más compleja, debido a las variaciones drásticas de temperatura y precipitaciones dentro de los rasgos de esas áreas generales.

De hecho, si nos fijamos en un método más preciso de la clasificación de tipos de clima, tales como la escala de Köppen, podemos distinguir nueve zonas climáticas (ver siguiente mapa):



Número de días con temperaturas $\geq 0^{\circ}\text{C}$

En primer lugar, podemos distinguir dos zonas con clima de invierno continental extremo (el mes más frío tiene una temperatura media inferior a -3°C y el más caliente de 10°C): por un lado tenemos las zonas montañosas pirenaicas, algunos puntos de la Cordillera Ibérica y la Cordillera Cantábrica, que apenas tienen una estación seca; y, por otro lado, tenemos la Cordillera Penibética (Sierra Nevada) y algunas pequeñas áreas de la Cordillera Central que cuentan con veranos secos.

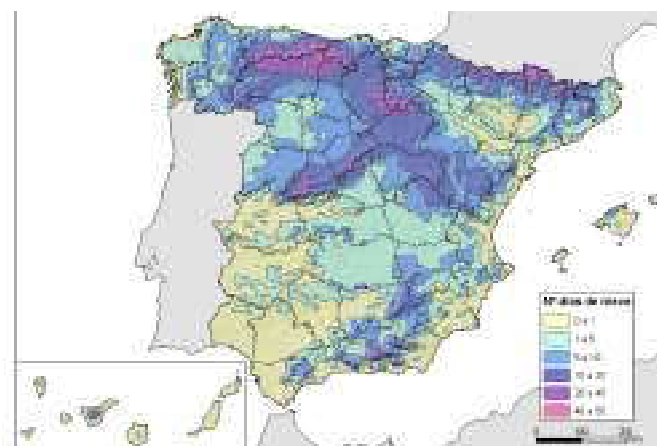
Cuatro zonas diferentes cuentan con climas cálidos lluviosos (en los que el mes más frío tiene un promedio de entre 18°C y -3°C y el más caliente de 10°C). De ello, una área que cubre la mayor parte de Galicia, Asturias, Cantabria, La Rioja, el norte de Castilla y León, el norte de Aragón y Cataluña, las zonas al norte de Aragón y la parte inferior de los Pirineos en Cataluña, y la mayor parte de la Cordillera Ibérica se caracteriza por no tener estación seca y un verano cálido. La zona comprendida entre las fronteras norte y sur de la depresión del Ebro, el interior de Girona y una zona al sur de la Cordillera Ibérica tampoco presentan estación seca pero cuentan con veranos calurosos. Algunas zonas de Galicia, la mayor parte de Castilla y León y la Cordillera Central, la frontera sur de la Cordillera Central, el resto de las zonas montañosas de la Cordillera Penibética y algunas regiones de Cataluña son secas y con veranos cálidos (aparte de la zona continental, las islas de La Palma, Gomera, Hierro, la mayor parte de la isla de Tenerife y la zona central de Gran Canaria también se incluyen en esta categoría). Por último, la zona suroeste de Castilla y León, Extremadura, la mayor parte de Andalucía y Castilla-La Mancha, Levante, la zona montañosa

costera e inferior de Cataluña, la isla de Menorca y la mayoría de Ibiza y Mallorca tienen veranos secos y calurosos.

Las zonas climáticas definidas como secas y cálidas (con mayor evaporación de la precipitación y temperatura media anual inferior a 18°C) se encuentran a lo largo de la depresión del río Ebro, Castilla-La Mancha, la mayor parte del sureste peninsular y el sur de las islas de Mallorca e Ibiza. Zonas de Almería, Murcia, el interior de Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote cuentan con clima seco y caliente (temperatura promedio anual de 18°C). Y, por último, zonas de Almería, Murcia y gran parte de Fuerteventura y Lanzarote tienen un clima desértico (evaporación mayor que la precipitación y una temporada seca de invierno).

Nota: Existen otras clasificaciones climáticas que utilizan una clasificación similar a la utilizada por los franceses, pero no son la clasificación oficial del Atlas Climatológico. El material distribuido por el Ministerio de Educación se puede consultar, pero no es el sistema utilizado por AEMET.

TIEMPO INVERNAL



Número de días con nevadas

El tiempo invernal puede ser muy duro en España, ya que muchas zonas tienen un gran número de días con temperaturas bajo cero y nevadas. Como puede verse en el siguiente mapa, algunas zonas de España tienen un promedio de 40 a 50 días de nevadas en el período de referencia (1971-2000): las áreas de los Pirineos, Cordillera Cantábrica, Sistema Central, Sistema Ibérico y Sierra Nevada. Alrededor de estas zonas existen extensas áreas que cuentan con un promedio de 20 a 40 días de nieve al año. Áreas destacables en esta zona son las ciudades y zonas circundantes de Soria, Burgos y Ávila y algunas de las principales autopistas.

Las zonas elevadas más altas de la Península tienen entre 150 y 250 días por año de temperaturas bajo cero en el período de referencia (1971-2000). Podemos incluir Soria, Burgos, Ávila,

Teruel, Valladolid y Salamanca en las áreas que tienen entre 75 y 150 días de temperaturas bajo cero. Las áreas de León, Segovia, Cuenca, Albacete y algunas carreteras importantes cuentan entre 50 y 75 días de temperaturas bajo cero. En conjunto, las tres áreas descritas anteriormente cubren gran parte de la superficie de la península y una parte importante de la red de carreteras principales tiene tramos que se encuentran en ellas.

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1. Normas y disposiciones

La Dirección General de Carreteras, que pertenece al Ministerio de Fomento, tiene potestad en la gestión técnica y operativa de las infraestructuras de la red vial estatal. Este servicio está a cargo de la Subdirección generales de Conservación y Explotación.

Las estrategias para la ejecución de trabajos de conservación de la vialidad invernal dedicados a los servicios de mantenimiento se indican en los documentos conocidos como Planes Operativos. Estos planes se elaboran para cada sección de mantenimiento y cubren cualquier escenario susceptible de producirse, así como los medios necesarios para hacer frente a cada uno de ellos. El objetivo primordial y deseable de estos planes de contingencia es limitar la cantidad de interrupciones del tráfico a, como máximo, los asignados al sector de acuerdo con su nivel de servicio asignado.

Existen tres niveles de servicio en la gestión de la Red de Carreteras del Estado, que contemplan dos parámetros - el número máximo de interrupciones del tráfico por año permitidos y su duración máxima.

Nivel de Servicio 1 (NS-1):

- todas las autovías y autopistas
- carreteras convencionales con una IMD igual o mayor a 5.000 vehículos con la excepción de los puertos de montaña que posean rutas alternativas por autopistas o autovías con Nivel de Servicio 2 (NS2)
- las vías de acceso a las estaciones de esquí
- todas las capitales de provincia y ciudades con una población de más de 20.000 habitantes donde al menos una carretera nacional debe conectarse a la red principal de carreteras mediante una carretera de NS1
- tanto para este nivel de Servicio y el siguiente NS2, se hará un intento para proporcionar el mismo nivel de

servicio en todos los tramos de la carretera a lo largo de la misma ruta para que el nivel de servicio no varíe desde el origen hasta el destino.

En este nivel de servicio no se permite el bloqueo de la carretera o la interrupción de la circulación de todos los vehículos debido a la existencia de nieve o hielo en la carretera. Para ello, las acciones que se acometerán serán prohibir la circulación de los vehículos pesados y restringir el paso a los vehículos ligeros con cadenas para la nieve, minimizando el tiempo de restricción.

El tiempo máximo para cortar el tráfico de vehículos pesado o restringir la circulación a vehículos ligeros con cadenas para la nieve será igual a la duración de la nevada más 2 horas.

La limpieza de los márgenes de la carretera debe hacerse no más tarde de 6 horas después del final de la nevada.

Nivel de Servicio 2 (NS2):

- carreteras convencionales con una IMD de 1.000 a 5.000 vehículos
- Todos los accesos a las capitales de provincia o localidades con más de 20.000 habitantes tendrán como mínimo NS-2
- Todas las localidades de más de 4.000 habitantes enlazarán a carreteras de nivel 1 con carreteras consideradas de NS-2.

Para este nivel de servicio, el bloqueo de la carretera y / o corte de tráfico a todos los vehículos se admitirá solo una vez al año. Para este propósito, cuando sea necesario se llevará a cabo el corte de la circulación del tráfico a los vehículos pesados y la restricción de la circulación a los de peso ligero con cadenas para la nieve, minimizando el tiempo de restricción.

El plazo máximo de tiempo para cortar el tráfico de vehículos pesados o restringiéndolo a los ligeros con cadenas para la nieve, será la duración de la nevada más 4 horas.

La limpieza de los márgenes de las carreteras debe hacerse como muy tarde un día después del final de la nevada.

Nivel de Servicio 3 (NS3):

- El resto de carreteras convencionales excepto los puertos de montaña que comuniquen dos provincias o que sean el único enlace entre poblaciones de más de 2.000 habitantes (éstos tendrán como mínimo el NS-2).

En estas vías se permiten las restricciones que sean necesarias causadas por la nieve siempre y cuando sea como consecuencia de dedicar esfuerzos a limpiar las carreteras de nivel superior

No se permitirá bajo ninguna circunstancia que la presencia de hielo en la carretera provoque perturbaciones en la Red de Carreteras del Estado.

La calidad del servicio se basa en el grado de cumplimiento del Plan Operativo. Teniendo en cuenta las condiciones de servicio establecidas en el contrato de conservación, la ejecución del contrato es defectuosa cuando los niveles de servicio establecidos no se alcanzan en las diferentes carreteras objeto del contrato.

No se han establecido reglas fijas con respecto a las características de los materiales y equipos utilizados ya que estas características se definen en cada Plan Operativo individual y se adaptan a las características particulares de cada tramo de carretera.

En general, para la ejecución de los trabajos asignados al mantenimiento de la red de carreteras en invierno se utilizan máquinas quitanieves con palas de empuje frontal, en algunos casos también lateral, con aspersores de anticongelantes sólidos o húmedos, o salmuera. En algunas zonas de montaña se utilizan máquinas quitanieves dinámicas. Los emulsionantes más utilizados son el cloruro de sodio (sal) y, en algunos casos, mezclados con cloruro de calcio. Hoy en día, los tratamientos más utilizados son fundentes como la salmuera.

3.2. Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

La vialidad invernal en las carreteras españolas es responsabilidad del Servicio de Mantenimiento de Carreteras perteneciente a la autoridad vial correspondiente.

En aproximadamente el 40% de la red vial española se necesitan intervenciones continuadas para el mantenimiento de la red de carreteras durante el invierno.

Colaboración público-privada

Prácticamente la totalidad de las autoridades responsables de las carreteras externalizan parte de sus tareas de mantenimiento a empresas privadas que llevan a cabo los trabajos de mantenimiento en la mayoría de las infraestructuras que, por lo general, incluyen la conservación de la vialidad invernal. La red de carreteras del Estado se divide actualmente en 160 sectores de mantenimiento. El mantenimiento de estos sectores se contrata a empresas privadas, que lo ofertan públicamente de acuerdo con un Pliego de Prescripciones Técnicas diseñado por el Ministerio. El documento especifica los recursos humanos y materiales necesarios para llevar a cabo

el contrato de mantenimiento, y entre las que se encuentran todas las operaciones relacionadas con la vialidad invernal de la red de carreteras.

En la gestión de la Red de Carreteras del Estado, la gestión de los recursos utilizados para llevar a cabo las tareas necesarias para mantener la capacidad de servicio en invierno, se definen en los llamados planes operativos que cubren los procedimientos de actuación y el sistema de trabajo de todas las tareas relacionadas con la vialidad invernal de cada sección. Los planes se elaboran para dar cumplimiento a las instrucciones recogidas en la nota de servicio emitida por la Dirección General de Carreteras.

Las empresas privadas, con el fin de cumplir con los planes de servicio, están a cargo de los desvíos y también juegan un papel en el proceso de toma de decisiones para las intervenciones. En algunas carreteras de peaje, la gestión se encuentra totalmente en manos de las empresas privadas a las que se les ha otorgado la concesión o franquicia.

Estos planes operativos son aprobados por el equipo gestor a cargo de cada contrato y son revisados anualmente, adaptados a las nuevas necesidades que puedan haber surgido y están listos para implementarse en la siguiente temporada de invierno.

Una parte importante de esta revisión anual se refiere a la inclusión de experiencias que se consideren importantes para mejorar el servicio, tales como la aplicación de nuevas tecnologías o mejoras específicas a las técnicas de trabajo empleadas.

Los planes operativos de cada sección deben cubrir al menos la siguiente información:

- Personal y máquinas asignadas a la sección (máquinas quitanieves, quitanieves autopropulsadas y esparcidores de anticongelante, etc.);
- Agentes fundentes (plantas de producción de salmuera, graneros, silos y otras instalaciones de almacenamiento existentes en el sector concreto y sus alrededores, etc.);
- Política y procedimientos para la transmisión de datos (sistemas de comunicación entre las bases y los vehículos, además de la predicción del tiempo y otros tipos de transmisión de datos);
- Organización de las tareas preventivas (estableciendo itinerarios, horarios e inspecciones, etc.);

- Organización de las tareas correctivas (ubicación de los equipos, itinerarios, rutas alternativas, puntos conflictivos particulares y zonas de estacionamiento de vehículos, etc.)

Cooperación con la Dirección General de Tráfico y Protección Civil

Hay partes de los planes operativos que requieren la colaboración con otras agencias gubernamentales involucradas o afectadas por la vialidad invernal, principalmente, la Dirección General de Tráfico y la Dirección General de Protección Civil, ambas dependientes del Ministerio del Interior.

La Dirección General de Tráfico tiene un papel muy importante en la vialidad invernal, ya que sus competencias incluyen la regulación del tráfico en las carreteras y la aplicación de la normativa vigente a los conductores en la circulación de vehículos. Cuando las carreteras están afectadas por la nieve y el hielo, este cuerpo es responsable de hacer cumplir las restricciones de tráfico impuestas, tales como el uso obligatorio de cadenas en los neumáticos o la prohibición de circulación de una determinada clase de vehículos (por ejemplo, vehículos pesados en nieve copiosa).

La decisión de imponer restricciones al tráfico (cortar el tráfico o el uso de cadenas para la nieve) pertenece tanto a la Dirección General de Carreteras como al departamento de transporte. En el caso de las interrupciones de tráfico, la atención a los usuarios afectados corresponde a los Servicios de Protección Civil.

Para organizar la coordinación entre los distintos estratos gubernamentales responsables de las tareas derivadas de la presencia de la nieve en las carreteras, se elaboran Protocolos Provinciales (basados y adaptados de los Protocolos Nacionales). En ellos se define el enfoque que debe adoptarse para cada situación con respecto a la "Coordinación de la Administración General del Estado, en caso de nevadas y después de condiciones meteorológicas extremas que pueden afectar a la red nacional de carreteras".

Información meteorológica de la carretera

La información sobre el pronóstico del tiempo es suministrada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) mediante la emisión de boletines y una predicción diaria del tiempo adverso cuando se espera que las nevadas superen unos umbrales determinados.

La Dirección General de Tráfico está instalando una extensa red de estaciones meteorológicas con el fin de conocer las condiciones meteorológicas en las carreteras. Esta información

sobre el tiempo se transfiere a los conductores a través de paneles de mensajes variables y está también disponible en Internet.

3.3 Seguridad e información vial

La Delegación o Subdelegación del Gobierno de cada provincia es responsable de proporcionar información a los automovilistas y medios de comunicación en caso de condiciones de nieve.

- Proporcionando información a los conductores

La Dirección General de Tráfico, dependiente del Ministerio del Interior, es responsable de mantener a los conductores y usuarios de la vía informados sobre las condiciones de las carreteras.

En la actualidad los automovilistas tienen diferentes fuentes disponibles para acceder a la información sobre el estado de las carreteras:

En primer lugar, se emite información general en las diferentes emisoras de radio y TV, y también se publica en la prensa escrita. En segundo lugar, los datos en tiempo real, específicos de una carretera en particular, son emitidos por los Centros de Gestión de Tráfico en los paneles de mensajería variable ubicados en la carretera concreta. Y, por último, la información puede ser proporcionada verbalmente en el acto por funcionarios de la Guardia Civil de Tráfico que, además de regular la circulación de vehículos, establecen controles para hacer cumplir el uso de cadenas para los neumáticos en caso de que existan malas condiciones meteorológicas.

Además, el departamento de transporte ha establecido 4 niveles que determinan cuál es el grado de dificultad con el que un conductor se puede encontrar viajando en un determinado tramo de carretera que está siendo afectado por la nieve o el hielo.

- Verde: Comienza a nevar. Este color identifica un tramo de carretera donde ha empezado a nevar y el tráfico no se ve afectado. Se establecen recomendaciones de velocidad (100 km/h en autopistas y autovías, y 80 km/h en otras carreteras). Los camiones deberán circular por el carril derecho y no pueden adelantar a otros vehículos.
- Amarillo: Un poco de nieve en la carretera. La carretera se empieza a cubrir de nieve. Los camiones no puedan circular y los vehículos ligeros y autobuses no pueden exceder los 60 km/h.

- Rojo: Carretera cubierta de nieve. La circulación es sólo posible con cadenas para la nieve y no se deben superar los 30 km/h. La circulación de camiones y autobuses está prohibida.
- Negro: nieve espesa o hielo en la carretera. La carretera es intransitable para cualquier tipo de vehículo y existe un alto riesgo de quedar inmovilizado por un período de tiempo indefinido.
- Sistemas para la mejora de la seguridad en la conducción

La mejora de la seguridad en la conducción por las carreteras españolas se basa en dos pilares principales gestionados por dos administraciones diferentes. El primer pilar es el mantenimiento y conservación de la infraestructura, gestionado por el Ministerio de Fomento. El segundo es la Autoridad de Gestión del Tráfico, dependiente del Ministerio del Interior, que suministra información a los conductores sobre el estado de las carreteras afectadas por el mal tiempo.

La información proporcionada se basa en la obtención y registro de los parámetros relativos a las condiciones meteorológicas y el estado de las carreteras, modelarlos y, posteriormente, emitir la información correspondiente a través de los medios indicados en el apartado anterior

- Uso de sensores y paneles de mensaje variable

El conocimiento del estado de una carretera afectada por las malas condiciones meteorológicas es una de las actividades controladas por los agentes encargados de realizar las tareas de mantenimiento y conservación y miembros de la Guardia Civil de Tráfico.



A partir del año 2000, que fue el primero en el que se instalaron Sensores de Variables Atmosféricas en Carretera (SEVAC), su uso ha permitido conocer, registrar, evaluar y modelar la capacidad de los diferentes parámetros meteorológicos registrados, lo que significa que las acciones llevadas a cabo y su duración y propósito han podido ser clasificados y confirmados.

Además, la información sobre la capacidad, ubicación y estado de las carreteras se hace pública en forma de mensajes en los paneles de mensajes variables. Casi 600 km de autopistas y autovías de la red viaria general, más otros pocos kilómetros especiales en la red regional, están cubiertos por paneles de mensajes variables.

- Tecnologías para informar a los conductores

Se emplea todo tipo de tecnología, ya sea basada en medios audiovisuales, Internet o recepción personalizada de incidencias a través de llamadas telefónicas y mensajes de texto SMS. También están disponibles puntos de información in-situ para determinados lugares en tramos o rutas excepcionales.

4. Investigación y estudios en curso para mejorar la vialidad invernal

4.1 Nuevas tecnologías

A partir del año 2000, toda la maquinaria involucrada en el trabajo de mantenimiento invernal en la Red de Carreteras del Estado se ha ido equipando con sistemas de localización GPS que, conectados a los centros de control de telefonía móvil, se utilizan como una ayuda para la gestión de flotas de las máquinas quitanieves. Además del suministro de posicionamiento en tiempo real de cada vehículo, el sistema instalado consta de varios sensores a bordo que emiten información acerca de la difusión del anticongelante y el estado de la cuchilla de la quitanieves con el fin de proporcionar un conocimiento preciso del tipo de trabajo que cada máquina está realizando. Los datos suministrados por el GPS y los diferentes sensores a bordo de los vehículos se almacenan en una base de datos, proporcionando así la posibilidad de crear una amplia gama de informes sobre las tareas que se llevan a cabo realmente. Este sistema ha demostrado ser extremadamente útil, ya que permite estudiar los episodios meteorológicos experimentados y generar conclusiones con el fin de mejorar el servicio prestado.

En relación a la infraestructura, se ha instalado la tecnología fija de pulverización automática (FAST) como un sistema para impedir la formación de hielo en algunas carreteras. El uso

de estos sistemas tiene ventajas importantes para lugares concretos (por ejemplo, estructuras elevadas) que se ven afectados por temperaturas o humedad extremas y requieren una atención especial. Hoy en día su principal inconveniente es el alto coste de despliegue y mantenimiento.

4.2 Sistemas nuevos de gestión

La gestión del mantenimiento invernal es revisada después de cada temporada con el fin de corregir los defectos encontrados en la campaña anterior y proponer mejoras diseñadas para proporcionar un mejor servicio a los conductores y usuarios de la carretera durante las próximas temporadas de invierno. En las últimas temporadas se ha demostrado que la eficacia para evitar o reducir el número de tramos con restricciones y demoras en el tráfico y la duración de éstos, consiste en bloquear la circulación de camiones en los tramos que tienen dificultades por fuertes nevadas. Estas restricciones se realizan tratando de detener los camiones en el menor tiempo posible, intensificando el trabajo de las máquinas quitanieves y obteniendo mejor rendimiento durante la limpieza de la nieve. Hoy en día, la Red de Carreteras del Estado está llevando a cabo un plan para la construcción

de aparcamientos de emergencia para vehículos pesados, que comprende la construcción de 56 aparcamientos en los que será posible almacenar estos vehículos en caso de problemas en la carretera, tanto durante la temporada de invierno como durante el resto del año.

4.3 Cooperación transnacional

España participa en el Proyecto SRTI que proporciona servicios de información a los conductores, cooperación para la gestión del tráfico transfronterizo y equipos para el intercambio de datos y gestión del tráfico, etc. con el fin de mejorar la seguridad y comodidad en las carreteras que unen Alemania, Francia, España, Italia, Suiza y Andorra.

5 Referencias

Los datos relativos al clima han sido aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.



ESTADOS UNIDOS



1. Carreteras y demografía

1.1. Información sobre el país

Los Estados Unidos de América son un sistema federal de 50 estados, el Distrito de Columbia y numerosas administraciones locales dentro de cada estado. La Administración Federal de Carreteras (FHWA), junto con el poder ejecutivo federal, no opera ni construye carreteras pero administra más de 31.000 millones \$ al año de fondos federales de ayuda de emergencia a las carreteras, principalmente para los gastos más importantes. El gasto total para las carreteras es de más de 197.000 millones \$ por año, la mayoría financiados por el gobierno estatal y local (3).

El área total de Estados Unidos está por encima de los 9,1 millones de km cuadrados. Más del 81 por ciento de su territorio (o 7,4 millones de kilómetros cuadrados) se encuentra en regiones con nieve y reciben más de 13 cm de promedio de nieve por año. La población local de los Estados Unidos excede los 307 millones de personas (17). Cerca del 71 por ciento de los americanos (o más de 217 millones de personas) viven en zonas con nieve.

Área	Total	9.161.979 km²
	Regiones con nieve	7.447.614 km²
Población	Total	304.060 millones
	Regiones con nieve	215.790 millones
Longitud de carreteras	Sistema Nacional de Carreteras	262.809 km
		Regiones con nieve 195.626 km
	Otras carreteras de ayuda federal	1.320.998 km
		Regiones con nieve 958.957 km
	Carreteras sin ayuda federal	4,900,125 km
		Regiones con nieve 3.678.426 km
	Total	6.483.932 km
		Regiones con nieve 4.833.010 km
Latitud (capital)		39°N

1.2. Red viaria y tráfico

La red de carreteras está formada por más de 6,4 millones de km de carreteras. Más de 262.000 km de la red de carreteras forman parte del Sistema Nacional de Carreteras que está formado por vías rápidas interestatales y carreteras principales. Existen cerca de 1,3 millones de km de otras carreteras con ayuda federal y más de 4,9 millones de km de carreteras sin ayuda federal. De media, cada vehículo viaja más de 19.300 km cada año. Cerca de 235 millones de vehículos con pasajeros (coches y camiones ligeros) utilizan las carreteras de EEUU para ir a trabajar, para negocios personales o viajes recreativos (3). Más de 3 millones de vehículos comerciales utilizan las carreteras, siendo aproximadamente 1,1 millones transportistas de mercancía de gran distancia (10).

El tiempo invernal tiene una afectación importante en el flujo de tráfico, seguridad viaria y productividad de las agencias. Se ha estimado que cerca del 23 por ciento de los retrasos no periódicos en las carreteras que atraviesan la nación son consecuencia de la nieve, hielo y niebla. Esto nos conduce a una estimación de 544 millones de horas de retraso de vehículos por año. Las calzadas cubiertas de nieve y hielo también supusieron retrasos importantes. Cada año, mueren aproximadamente 2.200 personas en accidentes de coches durante nevadas y aguanieve o en colisiones con el pavimento cubierto de nieve, nieve derretida o hielo. Aproximadamente cerca de 192.500 personas quedan heridas en estos accidentes anuales. La conservación de carreteras en invierno supone aproximadamente un 20 por ciento del presupuesto de conservación de la agencia estatal de transporte. Cada año, el estado y las agencias locales gastan más de 2.300 millones de dólares en operaciones de control de nieve y hielo (2).

2. Clima

2.1. Descripción general de las zonas climáticas

Los Estados Unidos tienen una gran variedad de climas debido a diferencias del terreno significativas, su proximidad a grandes masas de agua y una gran zona de tierra entre la frontera norte y las regiones polares que permite que el aire ártico migre al sur en el invierno con mínimo control. Los 48 Estados Unidos

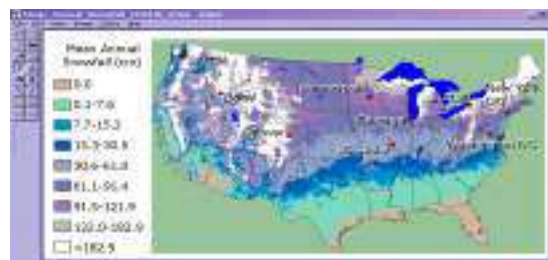
ESTADOS UNIDOS



continentales (CONUS) son climáticamente diferentes del norteño estado de Alaska y del estado semi-tropical de Hawai en el Océano Pacífico.

Los extremos de nieve en el territorio continental de EE.UU., representados en el mapa de la mayor nevada diaria, se encuentran principalmente en las zonas montañosas con bajas densidades de población y pocas carreteras, pero con muchos pasos de montañas cruciles. En todas las regiones hay grandes áreas metropolitanas. Sin embargo, el noreste y el medio oeste tienen ambas grandes poblaciones y nevadas considerables debido al efecto lacustre de la nieve y ciclones costeros.

suroeste, la costa del Pacífico y Hawai. También se puede formar hielo sin nieve en las carreteras, especialmente en las zonas más templadas y costeras.



2.2. Estadísticas sobre la temperatura y la precipitación

La Tabla 1 muestra la temperatura y la estadística de precipitación para las 10 ciudades de Estados Unidos representadas en los mapas de nevadas anuales más significativas (9).

El DOT de Wisconsin utiliza un índice invernal con cinco factores meteorológicos, incluyendo eventos de nieve (SE), eventos de lluvia helada (FR), cantidad de nieve (AMT), duración de la tormenta (DUR) e incidentes (INC), tales como ventiscas, limpieza, y heladas. El índice invernal de Wisconsin se utiliza para clasificar el tipo de invierno y para evaluar los gastos y el rendimiento.

Ubicación	Temperatura mínima diaria habitual (°C)				Nevada mensual habitual (cm)				Nevada anual habitual (cm)	Núm. de días habituales de nevadas >2.5 cm	Nevada máxima en 24 horas (cm)	Espesor máx. De nieve (cm)
	Dic	Ene	Feb	Mar	Dic	Ene	Feb	Mar				
Nueva York, NY	-0.2	-3.2	-2.2	1.7	6.6	20.6	19.3	8.1	56.9	6	67.1	55.9
Buffalo, NY	-4.7	-7.9	-7.4	-3.3	64.8	66.3	45.2	9.1	246.4	27	96.3	111.8
Washington, DC	0.0	-2.6	-1.3	2.9	3.8	15.7	13.2	4.1	38.6	4	47.5	55.9
Chicago, IL	-6.4	-9.8	-7.1	-1.9	22.1	28.7	21.1	15.2	96.5	12	47.2	71.1
Minneapolis, MN	-11.7	-15.4	-11.2	-4.7	25.4	34.3	20.8	26.4	142.0	17	53.3	96.5
Saint Louis, MO	-3.4	-6.0	-3.1	2.3	12.4	18.8	12.2	8.4	57.2	6	35.3	50.8
Denver, CO	-8.7	-9.3	-7.2	-3.7	22.6	19.6	16.0	29.5	154.9	18	59.9	158.0
Boise, ID	-4.4	-4.7	-1.8	1.1	16.3	12.4	8.4	3.8	49.5	7	33.0	33.0
Seattle, WA	2.2	2.2	2.9	3.9	6.4	6.1	3.3	1.5	20.6	3	54.4	53.3
Anchorage, AK	-11.4	-12.6	-7.7	-1.8	37.8	22.9	27.9	26.2	176.5	20	55.9	2,301.2

Tabla 1: Estadística de temperatura y precipitaciones de 10 ciudades estadounidenses

$$WI = 10 \frac{SE}{63} + 5.9 \frac{FR}{21} + 8.5 \frac{AMT}{314} + 9.4 \frac{DUR}{1125} + 9.2 \frac{INC}{50}$$

2.3. Índices invernales

Varios departamentos estatales de Transporte (DOT) han desarrollado o adoptado índices invernales (15). El DOT de Indiana ha desarrollado un índice invernal para cada una de las cuatro zonas climáticas de invierno del estado. También han desarrollado un índice para todo el estado. Los índices de Indiana usan siete factores climáticos, incluyendo días con heladas, lluvia helada, ventisca, cantidad de nieve, espesor de la nieve, intensidad de la tormenta (o duración), y temperatura promedio durante el evento. El DOT de Indiana planea utilizar los índices para analizar la severidad del invierno y comparar los esfuerzos de control de la nieve y el hielo en diferentes zonas climáticas.

$WI = 0.71839 \text{ Hielo} + 16.87634 \text{ LluviaHelada} + 12.90112 \text{ Ventisca} - 0.32281 \text{ Nieve}$
 $25.72981 \text{ EspesorDeLaNieve} + 3.23541 \text{ Hora} - 2.80668 \text{ TemperaturaMedia}$

El DOT del Estado de Washington utiliza un índice de heladas, que es un índice invernal sin un factor de nevada. El índice de heladas está relacionado con la ejecución de medidas para las estrategias de control de la nieve y el hielo. Cuando se excede el presupuesto de conservación de carreteras en invierno, el Departamento de Transporte tiene previsto utilizar el índice de heladas para ayudar a justificar las solicitudes de financiación adicional.

Los DOT de Kansas y Minnesota han adoptado un índice invernal desarrollado por el Programa de Investigación de Carreteras Estratégicas (SHRP). Factores climáticos en el índice del SHRP incluyen la media de las nevadas diarias (S), proporción de días con aire helado (N) (es decir, días con temperatura máxima del aire igual o inferior a los 0 ° C), rango de temperatura (R) y un promedio diario del índice de temperatura (TI). El índice de temperatura es 0 si la temperatura mínima del aire está por encima de 0 ° C; 1 si la temperatura máxima del aire está por encima de 0 ° C mientras la temperatura mínima del aire es igual o inferior a 0 ° C; y 2 si la temperatura máxima del aire es igual o inferior a los 0 ° C.

$$WI = a(TI)^{0.5} + b \ln \left(\frac{S}{10} + 1 \right) + c \frac{(N)^{0.5}}{R + 10} + d$$

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1. Normas y disposiciones

Debido a que se les asigna la conservación a los gobiernos estatales y locales, no existe una política nacional para la vialidad invernal en los EE.UU., por lo que los gobiernos locales pueden operar su propio equipo de mantenimiento, contratar o alquilar servicios y establecer sus propios objetivos de Nivel de Servicio (LOS). El Nivel de Servicio puede estar basado en la condición

del pavimento, los niveles de tráfico o la satisfacción del cliente. Los esfuerzos de mantenimiento de carreteras en invierno varían en función de las condiciones meteorológicas, los recursos de la agencia y las características de las carreteras. Los mejores tipos de carretera suelen recibir, generalmente, una mejor atención. Las rutas en el Sistema Nacional de Carreteras suelen despejarse mejor y más rápidamente. Las áreas cruciales como puertos de montaña pueden tener requisitos de cadenas de nieve para los neumáticos de vehículos y muchas calles locales son designadas como "rutas para emergencias de nieve" y tienen que despejarse de coches aparcados durante los episodios de nieve.

En los Estados Unidos, la conservación invernal de carreteras implica el control de la nieve y el hielo a través de técnicas móviles o sistemas fijos. Las estrategias móviles de tratamiento de nieve y hielo incluyen limpiar la nieve, extender abrasivos (tales como arena, ceniza y piedra triturada) para mejorar la tracción del vehículo, y la dispensación de productos químicos anticongelantes/fundentes para bajar el punto de congelación del pavimento y minimizar la unión de la nieve y el hielo a la superficie del pavimento. Estas estrategias se utilizan a menudo de forma combinada. En regiones con fuertes nevadas, los jefes de conservación también pueden erigir vallas de nieve adyacentes a las carreteras para reducir ventiscas y la acumulación de nieve. (13)

Las encuestas realizadas por la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y del Transporte (AASHTO), que lideran los programas en los estados, han detectado que cerca de 40 estados utilizan estrategias de lucha contra la formación de hielo. Además de las operaciones antihielo/fundentes móviles, 23 estados han implementado sistemas anticongelantes / fundentes fijados en puentes, curvas cerradas y otros lugares propensos a la formación de hielo (15). Estos sistemas fijos suelen consistir en un controlador, tanques, bombas, conductos y boquillas que suministran productos químicos anticongelantes en un área predeterminada de pavimento. Las aplicaciones químicas se pueden activar manualmente o automáticamente en función de los datos de la Estación Sensora Ambiental (ESS).



*Sistema fijo de aspersión de anticongelante
(Fotografía cortesía de CRYOTECH Deicing)*

En EEUU se utilizan varios tipos de materiales para el control de la nieve y el hielo, incluyendo productos químicos sólidos (secos y prehumedecidos), productos químicos líquidos, abrasivos, así como mezclas de abrasivos y químicos. Los productos químicos utilizados incluyen cloruro de sodio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, acetato de magnesio de calcio, acetato de potasio, acetato de calcio y acetato de magnesio, siendo el cloruro de sodio el más utilizado. La tasa de aplicación del material para el control de la nieve y el hielo depende de las condiciones (tales como el clima, el pavimento, y el tráfico) en el momento del tratamiento y de cómo se espera que las condiciones cambien antes del siguiente tratamiento (15). Las cantidades de aplicación de productos abrasivos oscilan desde aproximadamente 140 a 419 kg por kilómetro de carril, siendo el promedio de aproximadamente 224 kg. Las tasas de aplicación de productos químicos sólidos y líquidos varían en función de las gamas de temperatura del pavimento, potencial de dilución y la adhesión del hielo al pavimento. El Programa Nacional Cooperativo de Investigación en Carreteras (NCHRP) ha elaborado directrices generales sobre el uso de materiales de tratamiento y tasas de aplicación (7).

A menudo se aplican los materiales sólidos de tratamiento a las carreteras mediante los vehículos de conservación equipados con esparcidores, que normalmente distribuyen los materiales granulares libremente a través de un ancho que varía de entre uno y doce metros. En muchos casos, la operación de esparcimiento se ajusta automáticamente en función de la velocidad del vehículo. Los tratamientos químicos líquidos se aplican generalmente con aspersores colocados en los vehículos o boquillas de pulverización. Se utilizan diferentes tipos de quitanieves hidráulicos o de empuje: de hojas planas de ataque frontal, hojas reversibles, hojas con reja deformable, hojas debajo de la carrocería, con alas laterales, y diseñados específicamente para la eliminación de lodo. (15)

Varios estados han demostrado y probado máquinas quitanieves modernas y nuevos sistemas de gestión de quitanieves (15). Las máquinas quitanieves equipadas con sensores ambientales, así como la localización del vehículo automático (AVL) y las tecnologías de sistema de posicionamiento global (GPS) se utilizan para controlar la temperatura del aire y del pavimento, observar las condiciones del pavimento, el seguimiento de posición de los vehículos, controlar los sistemas de la máquina (como la posición de la hoja y la cantidad de aplicación del material) y controlar las actividades del tratamiento de la carretera. Ordenadores centrales proporcionan pantallas basadas en mapas para que los jefes de conservación puedan planificar estrategias de tratamiento, realizar un seguimiento de las operaciones de mantenimiento de invierno o realizar análisis post-eventos. Los directores centrales también pueden comunicarse con los conductores de las máquinas quitanieves a través de sistemas de a bordo con pantalla integrada y

posibilidad de comunicación. Trece agencias estatales equipan una parte de su flota quitanieves con tecnologías y sensores de AVL/GPS para rastrear la distribución de los tratamientos químicos (18).



Vehículo de conservación de carreteras

Otras tecnologías quitanieves avanzadas incluyen pantallas de visualización frontal que delimitan la calzada cuando la visibilidad es reducida por la niebla o ventiscas con nieve. Estas tecnologías pueden ayudar a los conductores de las máquinas quitanieves a determinar su posición en el carril, advertirles de objetos y obstáculos por delante y por detrás del vehículo y aumentar la seguridad al reducir la frecuencia de los accidentes relacionados con las máquinas quitanieves. (15)

3.2. Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

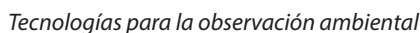
En los Estados Unidos, la conservación invernal está descentralizada ya que las carreteras pertenecen y son operadas por las agencias estatales y locales. Los gobiernos estatales y locales financian y llevan a cabo la eliminación de nieve y las actividades de control de hielo o contratan con entidades privadas estos servicios. Los gastos de capital estatal y local para las vías ascienden a más de 57.500 millones de dólares al año. El mantenimiento y las operaciones superan los 31.800 millones de dólares, de los cuales los costos de conservación de las carreteras de invierno suponen más de 2.700 millones de dólares por año (3). Una tercera parte de los gastos de mantenimiento de carreteras en invierno son para materiales de tratamiento (10).

Las diferencias regionales entre las nevadas medias y extremas crean diferencias en cómo las agencias de conservación de carreteras responden al clima invernal, de un tratamiento continuo y habitual a uno de respuesta ocasional y de emergencia para sucesos poco frecuentes. En algunos estados,

las agencias de conservación se coordinan con las agencias de gestión de tráfico para cerrar las carreteras durante las operaciones de control de la nieve y el hielo e imponen límites de velocidad más bajos durante el tiempo inclemente o restringen los viajes de los vehículos con neumáticos para nieve o cadenas (13).

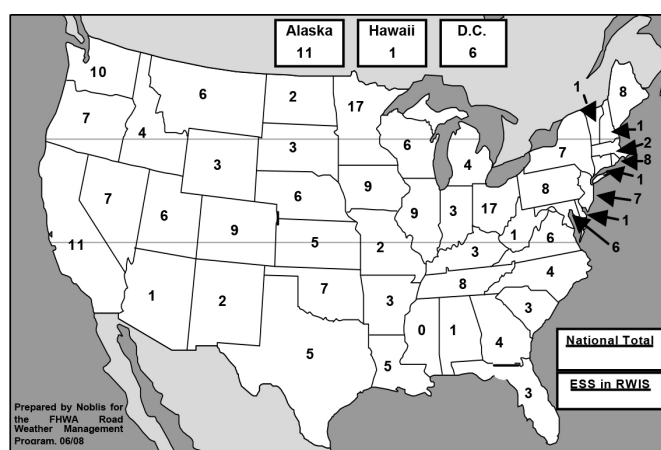
Los 50 estados se coordinan a través del Programa Cooperativo de Hielo y Nieve (SICOP) para la aplicación de avances y la formación, que depende del AASHTO. El SICOP ha desarrollado un Sistema interactivo de Información Meteorológica de Carretera (RWIS)/programa de ensayo contra la formación de hielo. Este programa informático se compone de siete lecciones que incluye: introducción a la anticongelación y vialidad invernal, gestión de conservación de las carreteras en invierno, riesgos en las carreteras en invierno y principios para superarlos, introducción al tiempo, tiempo y control de carreteras para las decisiones respecto a los anticongelantes, acceso informatizado a la información meteorológica en la carretera, y prácticas anticongelantes en vialidad invernal. El programa nacional de formación está siendo utilizado por el 90 por ciento de los estados del 'cinturón de nieve', la Asociación Americana de Obras Públicas (APWA) y la Asociación Nacional de Ingenieros del Condado (NACE). En abril de 2003, las versiones genérica y personalizada del programa de entrenamiento informático se distribuyeron a los usuarios. Las versiones personalizadas están concebidas para métodos específicos, equipamientos, políticas y procedimientos, y productos químicos utilizados en un estado específico. (15)

El personal de mantenimiento usa la información meteorológica vial para evaluar la naturaleza y magnitud de las amenazas ambientales, tomar decisiones sobre las estrategias de tratamiento de carreteras y gestión de los recursos (es decir, el personal, los equipos y materiales) (13). Las agencias estatales y locales utilizan diversas fuentes para obtener observaciones y previsiones atmosféricas de las carreteras, incluyendo el Servicio Meteorológico Nacional (NWS), los proveedores de servicios meteorológicos del sector privado, RWIS y mapas térmicos. El SMN es una agencia federal operada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). El NWS está equipado con el pronóstico del tiempo, la emisión de advertencias de tormenta, el clima y la difusión de las advertencias de inundaciones en beneficio de la agricultura, el comercio y la navegación, y utiliza las observaciones meteorológicas para registrar las condiciones climáticas de los Estados Unidos. En la práctica, el NWS proporciona información sobre el tiempo y las precauciones en materia de seguridad pública. Productos del NWS incluyen observaciones de sensores de superficie (por ejemplo, ASOS), radares Doppler, los satélites geoestacionarios y polares, las previsiones nacionales y directrices en los modelos numéricos de los Centros Nacionales de Predicción Ambiental (NCEP), así como las previsiones regionales y advertencias de 125 oficinas de predicción del tiempo y 13 centros de predicción de ríos.



El NOAA ha aplicado la meteorología del transporte terrestre mediante el establecimiento de un programa del tiempo en superficie en su equipo de objetivos del Comercio y Transporte, que es una pieza del proceso presupuestario de la agencia. Adicionalmente, el NOAA ha añadido la meteorología del transporte terrestre en su plan estratégico. Bajo este objetivo, la NOAA se ha asociado con el Programa de Gestión del Tiempo en Carretera de la FHWA para mejorar la seguridad y hacer más eficiente el movimiento de personas y mercancías en las carreteras de la nación. En 2007, la NOAA y la FHWA condujeron el tercer Simposio Nacional de Meteorología del Transporte Terrestre para proporcionar un foro en el que los miembros de las operaciones de transporte en superficie, la investigación y las comunidades de usuarios pudieran trabajar juntos para aumentar la colaboración y las alianzas con el fin de mejorar los productos y servicios meteorológicos en el transporte terrestre para las personas que usan, operan y administran la

La FHWA ha participado activamente en tratar de integrar las observaciones de las estaciones de sensores ambientales estatales (ESS), con las observaciones de superficie del NWS. Los ESS se despliegan a lo largo de las carreteras y otras instalaciones de transporte para ofrecer a sus agencias las observaciones del tiempo y las condiciones de la superficie del pavimento. La mayoría de ESS se despliegan como componentes de campo deL RWIS (16). El RWIS ha sido ampliamente utilizado en los Estados Unidos desde finales de 1980. En la actualidad, hay cerca de 2.500 ESS en los EE.UU. Más de 2.000 de ellos son parte de RWIS estatales. La central de hardware y software de RWIS recoge datos de campo de numerosos ESS, procesa los datos para dar apoyo a diversas aplicaciones operacionales y muestra o difunde datos meteorológicos de la carretera, en un formato que pueda ser fácilmente interpretado por un tomador de decisiones. (2)



El personal de mantenimiento también puede utilizar los mapas térmicos para obtener información sobre las temperaturas del pavimento. La cartografía térmica implica el uso de sensores de infrarrojos (manuales, colocados en un vehículo o por satélite) para crear perfiles térmicos de superficies de carreteras. Las mediciones se toman en diferentes condiciones ambientales. Varios estados, incluyendo Washington, Nevada y Minnesota, han creado mapas térmicos de tramos de carretera. Los

datos de cartografía térmica se han utilizado para optimizar la ubicación de ESS, predecir temperaturas del pavimento en lugares sin ESS, y planear las estrategias de tratamiento de carreteras en invierno. (4)

3.3. Evaluación de las medidas de control de la nieve y el hielo

Algunos estados han adoptado el concepto de estándares de rendimiento para evaluar las actividades de mantenimiento invernal (12). Algunas agencias realizan evaluaciones de la efectividad del tratamiento después de las tormentas (como medidas de fricción del pavimento) para identificar las modificaciones o mejoras en las estrategias de los tratamientos (4). Las evaluaciones post-temporada se pueden utilizar para modificar la planificación de rutas y determinar cambios en el personal y los procedimientos de formación o necesidades de equipo y material. Como parte de un proyecto para desarrollar Directrices para Materiales y Métodos de Control de la Nieve y el Hielo, el NCHRP ha desarrollado un índice de estado de la nieve y el hielo en el pavimento para evaluar la eficacia de las estrategias de vialidad invernal. El índice se utiliza para evaluar el nivel de servicio alcanzado por los tratamientos durante y después de las tormentas de invierno (7). Diferentes medidas de rendimiento se han utilizado en Estados Unidos, con diversos grados de éxito. No hay medidas ampliamente aceptadas aplicables a diferentes clasificaciones de carretera y a características de tormentas. El NCHRP planea seguir investigando para evaluar posibles medidas de rendimiento e identificar o elaborar medidas adecuadas de rendimiento para todas las clasificaciones de las carreteras y las características de las tormentas (9).

Se han cuantificado algunos de los beneficios de las operaciones para controlar la nieve y el hielo. Las actividades de mantenimiento invernal han mejorado la seguridad al reducir la frecuencia de accidentes y minimizar los riesgos para el personal de campo y los automovilistas. La movilidad de las carreteras se mejora cuando se quita la nieve y el hielo acumulados y se reduce al mínimo el número de cierres de carreteras. Responsables estadounidenses de conservación indican que unas estrategias de lucha contra la formación de hielo y humectación previa que sean efectivas reducen las aplicaciones de arena entre un 20 y un 30 por ciento, disminuyen las aplicaciones químicas en un 10 por ciento, y reducen el cloruro y los sedimentos residuales en cursos de agua locales. Los datos de evaluación muestran que los programas de lucha contra la formación de hielo pueden reducir los costes para el control de la nieve y el hielo entre un 10 y un 50 por ciento y reducir las tasas de accidentes entre un 7 y un 83 por ciento. El análisis de los sistemas fijos anticongelantes desplegados en puentes en Utah, Minnesota, y Kentucky reveló una disminución de accidentes de entre un 25 y un 100 por cien.

Con una aplicación más eficiente de productos químicos anticongelantes y abrasivos, unos costes de mantenimiento más reducidos, menos retrasos y una mayor seguridad, los ratios beneficio-coste para el RWIS y las estrategias de lucha contra la formación de hielo oscilan de 2:1 a 5:1 (18).

3.4. Seguridad e información vial

Además de apoyar las decisiones de mantenimiento invernal, los datos del ESS son utilizados por los controladores de tráfico para modificar la coordinación de semáforos, activar los sistemas automáticos de alerta para los automovilistas, variar los límites de velocidad cerca de las carreteras, así como difundir información al viajero (13). Casi la mitad de todos los estados (es decir, 24) utilizan las tecnologías ITS para gestionar desvíos de tráfico en respuesta a los cierres de carreteras debido a los fenómenos meteorológicos. El mismo número de estados usan ESS para determinar la necesidad de aplicar restricciones temporales en los vehículos. Setenta y siete agencias utilizan los límites de velocidad variables para responder a las condiciones meteorológicas (17). Los gestores de tráfico ofrecen a los viajeros información meteorológica de la carretera a través de señales dinámicas de mensajes, avisos por radio, sitios web y el 511, el número de teléfono nacional de información al viajero. Internet es el medio más utilizado por las agencias estatales para difundir las condiciones de las carreteras y las previsiones meteorológicas a nivel estatal; 37 distribuyen la información meteorológica a través de sitios web y 35 la reparten a través del 511 (1). Veintinueve estados distribuyen información sobre el tiempo en señales de mensajes dinámicos y 20 estados usan avisos por radio. De acuerdo con una encuesta de 2006 a las 108 áreas metropolitanas más grandes del país, 49 áreas metropolitanas dijeron utilizar el DMS para difundir avisos meteorológicos (18). El DOT del Estado de Washington tiene un sitio web avanzado que incluye pantallas integradas con las condiciones del tiempo y el pavimento.

La información meteorológica vial es más importante para los viajeros que la información de obras, las condiciones del tráfico, los tiempos de desplazamiento, la información del transporte público o la información de incidencias. Una encuesta de opinión pública reveló que las condiciones relacionadas con la meteorología y el estado de la superficie de la carretera se consideraban en la mayoría de los casos como elementos importantes para un servicio 511. El cuarenta por ciento de los encuestados identificó las condiciones meteorológicas y viales como las más cruciales (10). Los datos de evaluación muestran que del 80 al 94 por ciento de los automovilistas que utilizan sitios web de información al viajero piensa que la información meteorológica vial aumenta su seguridad y los prepara para condiciones meteorológicas adversas en la carretera (18).



Información del tiempo y temperatura del pavimento en la web del DOT del estado de Washington

4. Investigación y estudios en curso para mejorar la vialidad invernal

4.1. Programa de gestión de meteorología en carretera

La Administración Federal de Carreteras (FHWA) coordina una serie de actividades de investigación y desarrollo destinadas a mejorar la seguridad, la movilidad, la calidad del medio ambiente y la seguridad nacional en las carreteras de la nación. Estas actividades incluyen la identificación y mitigación de los efectos del tiempo sobre el entorno de la calzada. La FHWA no se encarga ni de las carreteras ni de sus sistemas de soporte meteorológicos pero trata de mejorar el funcionamiento en colaboración con otros organismos públicos (principalmente departamentos estatales de transporte), laboratorios nacionales, empresas privadas y universidades a través de comunidades del transporte y la meteorología. Desde 1999, las actividades de investigación de la FHWA relacionadas con el tiempo se han centrado en el Programa de Gestión de la Meteorología Vial (RWMP), dentro de la Oficina de Operaciones de Transporte, en coordinación con la Oficina del Programa Conjunto de los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS), que se encuentra en la Administración de Investigación e Innovación Tecnológica (RITA).

Los objetivos del RWMP son limitados, pero abarcan muchas áreas que incluyen: una mejor comprensión de los efectos del tiempo en los sistemas de transporte por carretera; la demostración de un sistema a escala nacional para datos de observación del tiempo en carretera; la investigación de nuevas fuentes de datos ambientales; la mejora de modelos de tráfico y del tiempo en carretera (por ejemplo, temperatura del pavimento) con datos meteorológicos; la mejora de los mecanismos para comunicar información del tiempo en carretera a los usuarios; y el desarrollo de herramientas de

apoyo de decisiones. Para los próximos dos años, los principales proyectos de investigación del RWMP incluyen una mayor gestión de los datos observados del tiempo en carreteras y de aplicaciones de apoyo a decisiones, datos meteorológicos y de carretera procedentes de vehículos o dispositivos móviles (datos móviles), y una gestión del tráfico que reaccione ante la meteorología.

4.2. Observación, recogida de datos y gestión del tiempo en carretera

Conocidas como Estaciones de Sensores Ambientales (ESS), el método estándar para la observación de las condiciones atmosféricas de las carreteras se realiza con sensores fijos cerca y / o embebidos en la superficie de la carretera que reportan las variables meteorológicas atmosféricas más comunes, así como la temperatura de la superficie y subbase del pavimento de la carretera, la humedad de la carretera y la concentración química en el pavimento. Las estaciones pertenecen y son operadas por agencias de transporte estatales, provinciales o locales. Cerca de 2.500 ESS se despliegan a lo ancho de Norteamérica y constituyen una de las mayores redes de observación meteorológica.

Desde el año 2006, un sistema experimental patrocinado por el DOT de EEUU denominado Clarus (<http://www.Clarus-system.com/>) ha estado recogiendo datos del tiempo en carretera procedentes de las ESS de toda Norteamérica, formateándolos, comprobando su calidad y exponiéndolos (mapa de estado Clarus). Esta 'ventanilla única' hace que el tiempo en carretera observado sea compartido más efectivamente tanto por miembros de la comunidad meteorológica como de transportes. La iniciativa Clarus ha sido un esfuerzo de investigación exitoso del Programa de Gestión de Meteorología Vial. En 2004, el Programa dividió la iniciativa en torno a cuatro objetivos (véase <http://www.its.dot.gov/Clarus/>), todos han sido alcanzados. Por lo tanto, el Sistema Clarus ha sido oficialmente dado de baja el 15 de junio de 2013. Sin embargo, la capacidad operativa del Sistema Clarus se está trasladando en la actualidad a la NWS. El FHWA y NWS firmaron un memorando de entendimiento

(MOU) en noviembre de 2010 para establecer un marco de cooperación y coordinación de proyectos como la transición de Clarus a operaciones. En el año fiscal 2011, NWS y FHWA completaron una comparativa del sistema y requisitos de Clarus con respecto al Sistema de Ingesta de Datos de Integración Meteorológica (MADIS). En el año fiscal 2013, estos organismos han estado colaborando para desarrollar y ejecutar un plan de transición. Un área importante de la investigación actual para ambas agencias es la recopilación de datos meteorológicos y de la carretera procedentes de vehículos.

Reconociendo la continua necesidad de observar la meteorología vial para poder ejecutar la investigación RWMP, el Programa cuenta con un nuevo proyecto llamado el Entorno de Datos Meteorológicos (WxDE). El propósito principal del WxDE es proporcionar una plataforma de datos e interoperabilidad que dé soporte a la investigación de un vehículo conectado. En particular, el WxDE apoyará la agregación inteligente, normalización, almacenamiento, procesamiento y difusión de datos meteorológicos de las carreteras recogidos por una variedad de fuentes fijas y móviles.



Estatus de las agencias estatales, locales y provinciales conectadas al sistema Clarus

4.3. USDOT Investigación con vehículos conectados – Observaciones meteorológicas de vehículos

La investigación con vehículos conectados es una iniciativa multimodal que tiene como objetivo permitir la comunicación inalámbrica, interoperable y segura entre vehículos, la infraestructura de transporte, y los dispositivos de comunicación personal. Esta investigación tiene como objetivo aprovechar las capacidades potenciales de la tecnología inalámbrica para recoger muchos más datos del sistema y, en última instancia, haciendo el transporte terrestre más seguro, más inteligente y más ecológico. Más allá de la dependencia de sensores fijos o pasivos, esta tecnología móvil emergente tiene el potencial de proporcionar información más extensa y en tiempo real

sobre el desplazamiento y la meteorología, tanto para el sector público como para el sector privado.

Ya que los vehículos no fueron diseñados como estaciones meteorológicas, las lecturas directas de los sensores meteorológicos procedentes del equipo original del vehículo se limitan sobre todo a la temperatura y la presión, pero cuando se combinan con otros datos del vehículo éstos podrían resultar útiles. Algunas de las variables meteorológicas inferidas de los datos del vehículo son la ratio de precipitación, visibilidad y estado de la superficie vial. El RWMP está trabajando actualmente en un Traductor de Datos del Vehículo para procesar los datos relacionados con el tiempo procedentes de coches y camiones con el fin de describir mejor las condiciones de conducción a lo largo de distancias estándares (por ejemplo, una milla) o segmentos de ruta definidos por el usuario.

En colaboración con el Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR) y los estados de Nevada, Michigan y Minnesota, la FHWA comenzó en el año fiscal 2013 un proyecto ampliado para demostrar cómo datos ya presentes en la flota de vehículos del Estado pueden ser recogidos, procesados, transmitidos y utilizados para proporcionar advertencias a los automovilistas y mejorar los sistemas de apoyo a las decisiones de mantenimiento. El proyecto ayudará a determinar los requisitos, normas y procedimientos para la recogida y el tratamiento de variables del tiempo, condiciones de la carretera, y estado del vehículo procedentes de fuentes móviles. Los datos móviles del tiempo y condición de la carretera se integrarán en el Sistema Clarus. El objetivo es que los gestores con toma de decisión, tanto públicos como privados, cuenten con herramientas de apoyo a las decisiones con el respaldo de datos de millones de vehículos a través de la iniciativa del vehículo conectado.

4.4. Ayuda meteorológica para gestores de tráfico.

A diferencia del sistema nacional de aviación, que ha sido un gran consumidor de información sobre el tiempo durante décadas, los centros de gestión del tráfico en tierra han sido lentos para integrar la información del tiempo en sus operaciones. Desde 2006, el RWMP ha centrado una serie de proyectos de investigación sobre Gestión del Tráfico Sensible al Tiempo (WRTM) abordando específicamente cuatro áreas: recopilación e integración de datos, factores humanos, estrategias WRTM y modelos y análisis de tráfico.

La investigación inicial se ha completado en muchas áreas, tales como el comportamiento del conductor en condiciones meteorológicas adversas; velocidad del tráfico y pautas de ajuste de cantidad para varias condiciones de precipitación y visibilidad; estado WRTM de la revisión práctica de las estrategias de dirección; prueba y evaluación de dichas estrategias; y mensajes de guía para recomendaciones meteorológicas en carretera e información de control.

No ha sido hasta los últimos años que los modelos de tráfico han incorporado datos meteorológicos o los efectos del tiempo. El RWMP completó la investigación sobre la integración del tiempo en varios modelos de tráfico, incluyendo predicción de tráfico y sistemas de asignación dinámicos. En el año fiscal 2013, el despliegue se inició de forma limitada en algunas ciudades de Estados Unidos. La investigación también se lleva a cabo para el uso de datos meteorológicos móviles para la gestión de tráfico.

La FHWA continuará su participación en varios proyectos OFCM, incluyendo el Grupo de Trabajo WIST y el Comité de Sistemas Integrados de Observación (CIOS), entre otros. La FHWA también participa en los esfuerzos de la NOAA para estudiar el desarrollo de un sistema mesonet nacional y está liderando los esfuerzos del Departamento en relación a las áreas de beneficio social del transporte de la evaluación Nacional de Observaciones de la Tierra. Casi al final de varios proyectos de investigación sobre aplicaciones y gestión de datos, el RWMP ha comenzado a buscar otras áreas problemáticas y a actualizar la agenda de investigación del programa. Por ejemplo, se ha comenzado a investigar el efecto de la meteorología sobre el transporte por carretera, especialmente en el área de los gastos de demora. El RWMP espera construir sobre los éxitos del pasado y asociarse con organizaciones que comparten la misma pasión por la reducción del efecto de la meteorología sobre los sistemas de transporte terrestre de la nación.

5. Referencias

1. AASHTO, "511 Deployment Coalition," <http://www.deploy511.org/>.
2. FHWA, "Road Weather Management Program Web Site," Office of Operations, <http://www.ops.fhwa.dot.gov/weather/>.
3. FHWA, "Highway Statistics Publications, Highway Statistics 2011, Table FA-3 and FA-2," Office of Highway Policy Information, <http://www.fhwa.dot.gov/policy/ohpi/hss/hsspubs.cfm>.
4. FHWA, "Manual of Practice for an Effective Anti-Icing Program: A Guide for Highway Winter Maintenance Personnel," Publication No. FHWA-RD-95-202, Jun. 1996, <http://www.fhwa.dot.gov/reports/mopeap/eapcov.htm>.
5. Goodwin, L., "Weather-Related Crashes on U.S. Highways in 2001," prepared for the FHWA Road Weather Management Program by Mitretek Systems, Dec. 2003.
6. National Center for Atmospheric Research (NCAR), "Maintenance Decision Support System (MDSS) Web Site," Research Applications Programs, www.rap.ucar.edu/projects/rdwx_mdss/.
7. NCHRP, "Guidelines for Snow and Ice Control Materials and Methods," Description for Project 6-13, Transportation Research Board, Oct. 2004, <http://www4.trb.org/trb/crp.nsf/0/02c3a2b01547add785256748005619f5?OpenDocument>
8. NCHRP, "Performance Measures for Snow and Ice Control Operations," Research Project Statement for Project 6-17, Transportation Research Board, Sept. 2004, <http://www4.trb.org/trb/crp.nsf/e7bcd526f5af4a2c8525672f006245fa/e852202779bb7dd685256f100053441f?OpenDocument>.
9. NOAA, "Local Climatological Data," National Climatic Data Center, <http://www.ncdc.noaa.gov>.
10. OFCM, "Weather Information for Surface Transportation: National Needs Assessment Report," FCM-R18-2002, Dec. 2002, http://www.ofcm.gov/wist_report/wist-report.htm.
11. OFCM, "3rd National Surface Transportation Weather Symposium Summary Report," Aug. 2007, <http://www.ofcm.gov/wist/3NSTWSP-Summary-Report-Final.pdf>.
12. Pletan, R. and Stapp, D., "Best Practices of Outsourcing Winter Maintenance Services," www.sicop.net/Best_Practices.pdf.
13. Pisano, P., et al, "Surface Transportation Safety and Operations: The Impacts of Weather within the Context of Climate Change," presented at the Potential Impacts of Climate Change on Transportation Workshop, Oct. 2002, <http://climate.volpe.dot.gov/workshop1002/pisano.pdf>.
14. SICOP, "Automatic Vehicle Location (AVL) Applications to Winter Road Maintenance Operations," Dec. 2002, <http://www.sicop.net/avl%20matrix.pdf>.
15. Transportation Research Board, "Sixth International Symposium on Snow and Ice Control Technology," Transportation Research Circular E-C063, Jun. 2004, <http://trb.org/publications/circulars/ec063.pdf>.
16. Transportation Research Board, "Surface Transportation Weather and Snow Removal and Ice Control Technology," Transportation Research Circular Number E-C126, Jun. 2008, <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec126.pdf>.
17. U.S. Department of Commerce, "U.S. Census Bureau Web Site," Monthly Population Estimates for the United States: April 1, 2010 to May 1, 2013 www.census.gov.
18. U.S. Department of Transportation, "Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned: 2008 Update," Intelligent Transportation Systems Joint Program Office, Sept. 2008, http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/JPODOCS/REPTS_te/14412.HTM.



ESTONIA



1. Demografía y red vial

1.1. Información de país



Estonia es un pequeño país del norte de Europa, miembro de la UESu tamaño es comparable a Dinamarca o Suiza.

1.2. Red vial

Área	45,227 km ²
Población	1,351,000
Densidad	32 por km ²
Capital: Tallinn 400,000 habitantes	
Latitud (capital)	59° 37' N
Vehículos por 1,000 habitantes	321
Densidad de carreteras nacionales	1 283 km per 1,000 km ²

General facts about Estonia

Estonia está situada en las costas del Mar Báltico con acceso al Océano Atlántico

La mayoría de sus puertos se encuentran en la costa sur, desde donde las mercancías y las personas son transportadas a través Estonia. Hoy en día, se han asentado muchas rutas internacionales como Vía Báltica (de Finlandia a través de los Estados Bálticos de Europa) y Vía Hanseática (antigua unión Europea, Hansa, ciudades de San Petersburgo, Rusia).

La República de Estonia se divide, administrativamente, en 15 condados.

Total km	Carreteras nacionales km					Otras carreteras km
	Total :	Primarias	Básicas	Secundarias	Rampas	
58,034	16,487	1,602	2,391	12,444	50	41,547

2. Clima

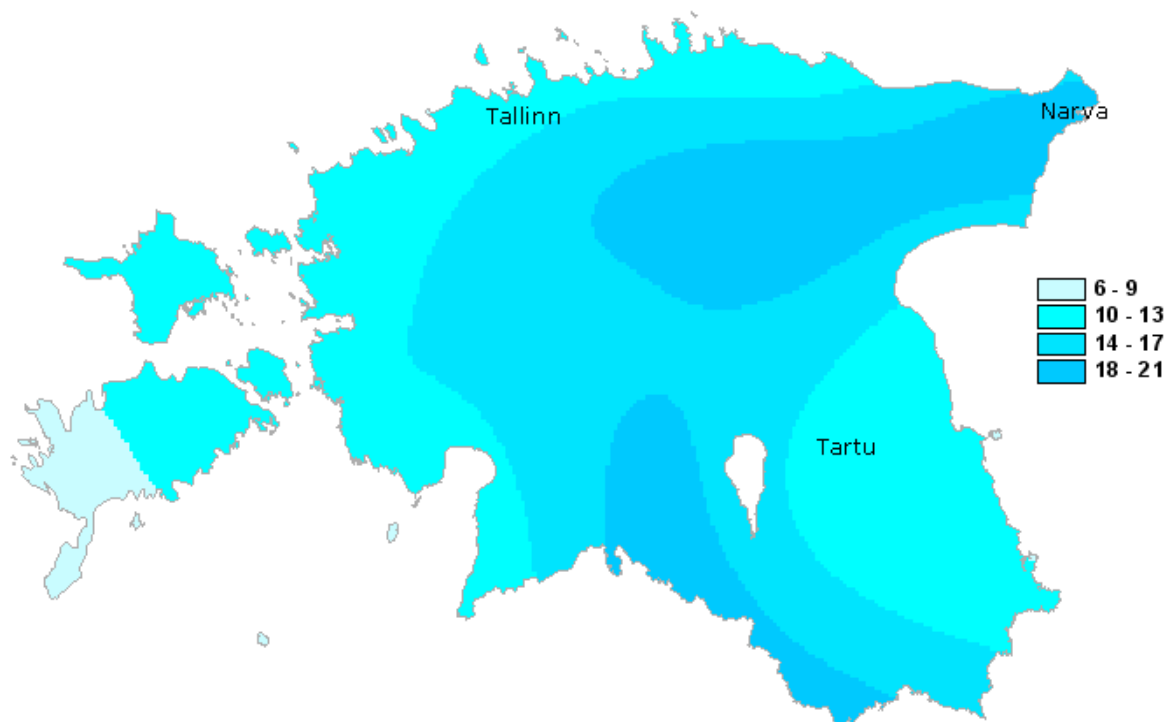
- Estadísticas de temperatura y precipitación

Town	Monthly average Temperature (30-years average)					Snowfall (cm) (30-years max)		Precipitation (30-years average) (cm)				
	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Daily maximum snowfall	Maximum snow depth	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Tallinn	1.3	-1.7	-3.4	-4.4	-1.1	25	54	6.9	5.7	5.7	3.6	3.5
Tartu-Tõravere	0.2	-3.0	-4.6	-5.5	-1.2	16	42	5.1	4.6	4.8	3.5	3.6
Narva	0.2	-3.2	-5.2	-6.1	-1.8	15	53	5.5	4.8	4.3	3.3	3.5

Media 1979-2008

La capital sufre caídas de nieve una media de 31 veces por invierno.

Cobertura media de nieve (cm) en Febrero:



Las nevadas y condiciones resbaladizas generalmente comienzan en noviembre duran 5 meses hasta el mes de abril, aunque se han dado tormentas de nieve hasta finales de mayo. El clima varía desde el húmedo marítimo en las costas hasta el continental seco en las zonas oriental y meridional. Se llegan a experimentar temperaturas de -30°C . La temperatura de la superficie de la carretera a menudo cambia de menos a más grados y por lo tanto el control del deslizamiento es sumamente importante.

2. Requisitos para tecnologías de mantenimiento invernal.

La ley de tráfico oblige al uso de neumáticos de invierno para todos los vehículos de hasta 3.5 toneladas desde 1 diciembre hasta 1 mayo.

Los neumáticos de tacos se permiten del 1 octubre hasta 1 mayo.

■ Clasificación de las carreteras – niveles de servicio

IMD	Nivel de servicio requerido			
	Primarias	Básicas	Secundarias	locales
Motorway	4	-	-	-
> 8,000	3	-	-	-
6,000-8,000	3	3	3	-
3,000-6,000	3	3	3	-
1,000-3,000	3	2	2	2
200-1,000	3	1	1	1
up to 200	-	1	1	1

3. Gestion vial invernal

3.1. Estándares y normas

■ Obligación legal de realizar mantenimiento invernal

La Administración de Carreteras Estonia es responsable del servicio de invierno del 100% de las carreteras nacionales en Estonia. El mantenimiento invernal en todas las carreteras se rige por siguientes leyes, promulgadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones:

1. Requisitos de estado de la carretera.

Requisitos de estado de carretera



Nivel 1



nivel 2



nivel 3

Indicadores	Requisitos de estado de carretera			
	1	2	3	4
Estado de la superficie				
	Nieve compactada o carretera helada permitida si se emplea tratamiento anti-deslizamiento en puntos inseguros	Nieve compactada o carretera helada permitida si se emplea tratamiento anti-deslizamiento en toda la carretera	Marcas de rodadura sin nieve ni hielo	Superficie completa sin nieve ni hielo
nieve				
Espesor de nieve suelta permitido	< 10 cm	< 5 cm	< 3 cm entre marcas de rodadura	Bare pavement
Espesor de nieve primavera, mezcla de sal y nieve, permitido	< 6 cm	< 3 cm	< 2 cm entre marcas de rodadura	Bare pavement
Espacio entre montículos de nieve	> 6 m o amplitud de carriles	> 8 m o amplitud de carriles	Toda la calzada	Toda la calzada
Regularidad				
Espesor de roderas en nieve compactada	< 4 cm	< 3 cm	Capa de nieve compactada <2 entre marcas de rodadura	Calzada limpia. cuando T < -12 °C capa de nieve < 1 cm entre marcas de rodadura

Nivel de servicio	Horarios en que se aplica
autovía 4	24 horas
3	6:00 - 22:00 fuera de este horario, pasa a ser de nivel de servicio 2
2	7:00 - 21:00 fuera de este horario, pasa a ser de nivel de servicio 1
1	Determinado por el dueño

Tiempo de ciclo mínimo e servicio (h)					
Nivel de servicio	Retirada de nieve y nieve primavera	Tratamiento anti-hielo o anti-deslizamiento	Retirada de mezcla nieve-sal	Limpieza de aceras	Tratamiento de otros equipamientos viales
4	2	2	4	6	8
3	5	4	8	8	12
2	12	8	-	12	24
1	36	24 (spots)	-	12	36

Reglas sobre tipo de materiales de deshielo

El NaCl, adecuado para su precio y facilidad de uso, es el principal producto empleado para eliminar la nieve. El CaCl₂ se utiliza para humedecer la salmuera. De acuerdo a las exigencias tecnológicas para el mantenimiento de las carreteras, la cantidad de sal que se utilicen deberá ser:

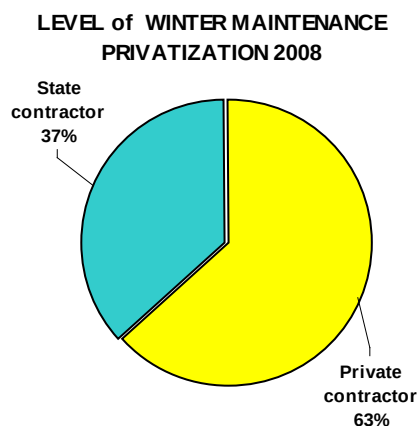
Temp. °C	Tras retirada de nieve		Tras retirada de nieve mojada		hielo	
	g/m ²	kg/km	g/m ²	kg/km	g/m ²	kg/km
0 ... -2	10-20	75-150	10-20	75-150	2-5	15-40
-2 ... -4	10-20	75-150	20-30	150-225	5-10	40-75
-4 ... -7	20-40	150-300	30-50	225-375	10-20	75-150
-7 ... -10	40-60	300-450	50-70	375-525	20-30	150-225

Cantidades de sal mojada recomendadas (NaCl) g/m² o kg/km sobre calzada de 7.5 m

3.2. Organización y operative de mantenimiento invernal

• Organización del servicio invernal

La reorganización de las operaciones por carretera Administración de Carreteras en Estonia comenzó en el año 2000. Después de 8 años de trabajo, se ha completado la etapa final de nuestro objetivo. Las operaciones por carretera son confiadas a los contratistas y los contratos son, en su mayoría, de remuneración ligada a rendimiento.



Las tres principales esferas de trabajo de mantenimiento - mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico y conservar las reparaciones- están incluidos en un solo contrato que dura de 7 a 8 años. La evaluación y el pago del mantenimiento rutinario está totalmente basada en el rendimiento. Eso significa que no hay recuento de la cantidad de trabajo a hacer; el logro de los niveles de servicio requeridos es lo que cuenta.

En Estonia, tenemos 5, 7 ó 8 años los contratos de mantenimiento. Desde el año 2000, 14 todo contratos basados en el desempeño (1000-1200 km 3 carretera) y maestro de toda la zona (400 km) los contratos se han puesto en marcha. Por lo general, 4-7 los postores compiten. Mercado de mantenimiento vial está desarrollando progresivamente en Estonia, en función de la ubicación de las empresas de construcción de los más desarrollados es Tallinn. Tartu sigue a la otra. Hay menos actividad empresarial en las islas y en el sur del país. Operational management of winter maintenance

Three-axle SISU- and SCANIA-type trucks are basic trucks for winter road maintenance. UNIMOG- and VOLVO-type trucks are less used. For de-icing treatment mostly NIDO and SALO-type salt spreaders are preferred. For snow removal different types of front-, side- and under body ploughs are used.

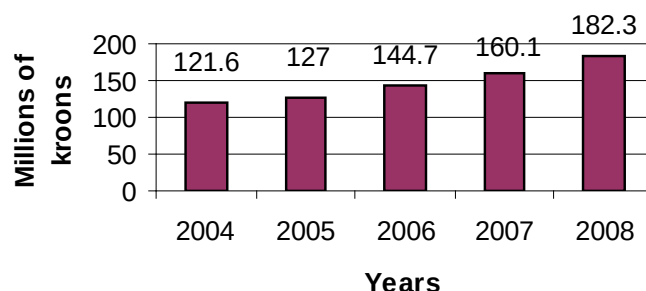
• Consumption of de-icing materials

The amount of de-icing materials is constantly decreasing because of the fact that new spreaders and the pre-wetting technology have been taken into use and de-icing is carried out on time.

The amount of salt used depends on winter conditions, especially on how many times temperature varies between plus and minus degrees. In winter 2006/2007 31.0 thousand tonnes and in winter 2007/2008 36.1 thousand tonnes of NaCl was used.

• Costos del mantenimiento invernal

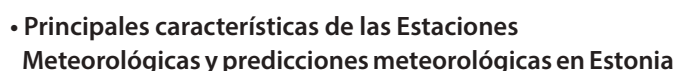
Costs of winter maintenance activities



• Requisitos especiales para la puesta en marcha, mantenimiento y utilización de carreteras de hielo son fijos



Se instalan letreros con el nombre y el número de teléfono del contratista en los márgenes de las zonas de contrato para informar a los usuarios de la carretera y promover la competencia entre los contratistas.



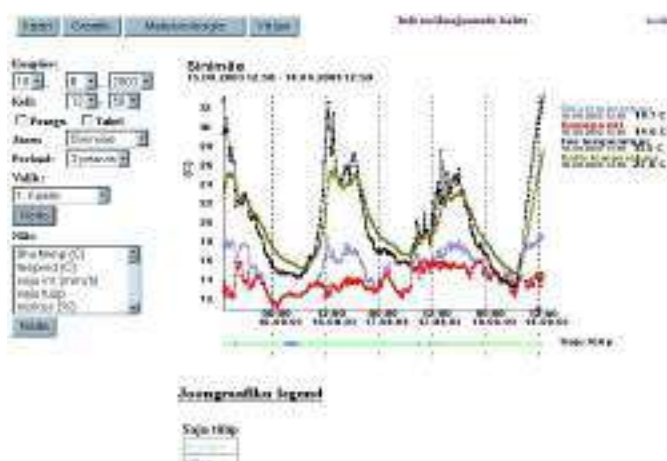
- Por desgracia, nuestras estaciones meteorológicas no ofrecen previsiones meteorológicas: sólo dan información acerca del pasado y presente de las condiciones climáticas en la carretera. Es la tarea de diferentes programas de ordenador hacer los pronósticos. La Administración de Carreteras coopera con el Instituto meteorológico e hidrológico de Estonia. Otra parte importante de los RWIS estonios son las cámaras. Había 16 carretera cámaras en Estonia a principios del año 2009 y la red está creciendo constantemente; cada año, por lo menos 4-5 nuevas cámaras debe ser instalado en las principales carreteras para ayudar a los maestros a tener carretera información visual en la carretera y de las condiciones climáticas cada 10-30 minutos.

La Guía para la inspección de carreteras establece una guía para una inspección de control. Según la Guía todas las inspecciones se agrupan en dos grupos: uno que se realiza de forma diaria y otro que se lleva a cabo mensualmente.

La idea principal de las inspecciones diarias es comprobar selectivamente si el estado de la carretera cumple con los requisitos establecidos por las disposiciones del Estado, tanto de las operaciones de mantenimiento como de la conformidad con los requisitos tecnológicos. La carretera a inspeccionar se elige de acuerdo con el principio de importancia decidido por el supervisor que realice la inspección.

El propósito de la inspección mensual es comprobar la condición de las carreteras en un área más amplia. La ruta que se va a inspeccionar se elige al azar. Una comisión integrada por un representante del contratista, los representantes de los supervisores y el dueño asiste a la inspección. Durante la inspección mensual se comprueban un 20% a un 30% de las carreteras en todos los niveles de servicio.

Inspección que se realiza es, principalmente, visual. En caso de haber necesidades diferentes, se pueden hacer mediciones adicionales. Algunos de los parámetros medibles son: espesor de la nieve, nieve en carretera (ancho entre surcos y profundidad), el cumplimiento de los plazos para ciclos de mantenimiento, etc. Las deficiencias se escriben en la Web de libro de registro y junto con los plazos para corregirlas. Si el importe total de las deficiencias es mayor del permitido, pueden aplicarse distintas sanciones contra el contratista



Teehoolde järelvalve päevik

Päring: Järevalve insener - Urmas Ilves, Hoolde teostaja - Vooremaa Teed AS. Viimase nädala andmed

Kuupäev	Tee-nr.	Algus TO	Aadress	Lõpp TO	Aadress	Puudused ja märkused	Foto	Täitja	Täitmise tähtaeg
2005-01-04	3	10	0	14	3407	TO_11-augud kattes (lennuväljal)			14.01.05
2005-01-04	36	1	0	5	5138	korras			00.00.00
2005-01-05	14121	1	0	1	4497	Sadala lume konarused lubatust suuremad			07.01.05
2005-01-05	14120	1	0	1	7136	vajab sahkamist			07.01.05
2005-01-05	13168	2	0	3	4999	VAJAB SAHKAMIST			07.01.05
2005-01-05	14119	1	0	1	2283	korras			00.00.00
2005-01-05	36	1	0	3	8781	korras			00.00.00
2005-01-05	14135	1	0	1	7691	tase 0 - tagada seisunditase 1			06.01.05
2005-01-05	14136	1	0	1	3575	korras			00.00.00
2005-01-05	14117	1	0	2	6011	korras			00.00.00
2005-01-06	14133	1	0	3	5178	korras			00.00.00
2005-01-06	14109	1	0	1	1981	korras			00.00.00
2005-01-06	14107	1	0	2	1785	korras			00.00.00
2005-01-06	14101	1	0	3	8804	korras			00.00.00
2005-01-06	14241	1	0	1	2155	korras			00.00.00

Ejemplo de consulta en el libro de inspecciones: (in Estonian)

3.4. Seguridad e información de tráfico

• Información a usuarios

El Centro de Información sobre el estado de las carreteras fue creado en 1996 para mejorar la información a usuarios sobre el tráfico. La Administración de Carreteras Estonia subcontrata el servicio de recogida y difusión de información sobre el estado de las carreteras a una empresa privada: se firmó un contrato de 3 años tras una licitación abierta celebrada al final de 2003, que especifica ciertas reglas que la empresa privada tiene que seguir en la recopilación de información de las estaciones meteorológicas de carretera, centro meteorológico y usuarios de la carretera. El Centro de Información de Carretera tiene la obligación de informar a las estaciones de radio, la policía y los gestores de carretera sobre el tráfico y las condiciones meteorológicas por lo menos dos veces al día y tiene que renovar dicha información en la web de la Administración de Carreteras página. Por lo tanto, los usuarios pueden obtener información sobre el tráfico por carretera y las condiciones meteorológicas de varias fuentes: llamar directamente al , mirar la página web de Administración de Carreteras (www.balticroads.net) o los medios

Balticroads.net un proyecto de información transfronterizo

Con <http://www.balticroads.net/>, se ofrece un servicio fruto de la cooperación entre las administraciones nacionales de Finlandia, Estonia, Letonia y Lituania para informar a los usuarios de la carretera de las condiciones climáticas en la región del Mar Báltico y de la carretera. Se utiliza información

meteorológica y RWIS para monitorear continuamente la situación actual y prevista de las condiciones de circulación en la red de carreteras. Por ahora hay un total de 149 estaciones meteorológicas de carretera en los Estados Bálticos:

- Estonia - 58 estaciones
- Finland - 23 estaciones
- Letonia - 30 estaciones
- Lituania - 38 estaciones

Los cinco países han sumado los recursos necesarios para desarrollar una interfaz de Internet común para compartir y transferir los datos recogidos de los RWIS existentes en la región del Mar Báltico i facilitar una herramienta más eficaz para el sector del transporte y los usuarios de la carretera. El objetivo general de la interfaz de Internet para proporcionar un mejor acceso a información meteorológica de carretera precisa, sobre todo para la industria, el transporte público y los usuarios normales, lo que resulta en un mejor servicio y una mayor seguridad en el tráfico.

La cooperación entre las administraciones nacionales de carretera mejora la utilización de la información meteorológica de la carretera ya existente en las operaciones de mantenimiento vial. Además, la cooperación incluye la formación de las autoridades locales en uso de estaciones meteorológicas.

El interfaz de Internet de RWIS del Mar Báltico proporciona datos actuales (menos de 30 minutos de antigüedad) como: temperatura de carretera y del aire; el tipo de precipitaciones,



A sample of a query from Web site

estado de la carretera; velocidad y dirección del viento, así como punto de rocío y humedad.

• Empleo de sensores meteorológicos y paneles variables

En Estonia, tenemos tres señales variables de carretera, de las cuales dos están situadas en una de nuestras principales carreteras, la Tallinn – Tartu, mientras otro está en la Tallinn-Narva. En un segmento de carretera de 7 kilómetros con muchos accidentes en invierno. La razón de estos accidentes son las condiciones rápidamente cambiante de la superficie a causa de un pantano cercano.

Una empresa finlandesa, Sabik, fabricó todas las señales variables. El contratista responsable de mantenimiento vial invernol las controla manualmente. Muestran sugerencias sobre la velocidad y advertencias sobre potencial superficie deslizante a los automovilistas. Una idea para el futuro es en el desarrollo de software que puede seleccionar automáticamente la información importante que deba ser mostrada.

4 • I+D+i y estudios de mejora de la vialidad invernol

Hay 2 temas relacionados con el mantenimiento de invierno siendo investigados en la actualidad. El primero es un factor de fricción de firmes de carretera y las posibilidades de la aplicación de su sistema de medición en Estonia para evaluar las condiciones de la carretera invierno más precisamente. Otro tema es la posible utilización de CaCl_2 como un material de deshielo más eficaz en invierno para las carreteras en Estonia.

5. Referencias

Authors: Kuno Männik ;Tõnu Asandi; Rain Hallimäe
 Estonian Road Administration
 463a Pärnu Road. 10916 Tallinn. Estonia
 Tel. 372 611 9300 / Fax 372 6119360
 E-mail: estroad@mnt.ee



FINLANDIA



1. Demografía y Carreteras

1.1. Información de país



Gráfico 1 ubicación de Finlandia

Finlandia es un país del norte de Europa con una superficie de 338,432 km². Está ubicado entre Suecia, Rusia y el Mar Báltico. Tiene una población de 5,4 millones de habitantes, 16,03 por km², la mayor parte de los cuales habitan en centros urbanos. Alrededor de un millón viven en el área metropolitana de Helsinki.

1.2. Red vial y tráfico

Las carreteras en Finlandia son especialmente importantes, dado que la población está muy dispersa a lo largo de una superficie amplia. Además, desde el punto de vista de la Europa central, Finlandia está en sus márgenes. La mayor parte de las exportaciones se realizan por mar, por lo que una red vial es clave para la distribución y logística y para la competitividad de la industria local. El transporte por carretera representa el 67% del transporte total de mercancías.

La red comprende 78,140 km de carreteras públicas, 51.000 de los cuales están asfaltadas y 779 son autopistas. Hay, además, 26.000 km de calles y 350.000 de carreteras privadas. Se realizan 31.000 millones de kilómetros de viaje en turismo y 3,060 millones de camiones y transportes km anualmente por carreteras públicas, que soportan el 67% del tráfico total del país.

El volumen de tráfico en los 6 meses de la campaña invernal es el 45% del total anual. Para muchas industrias, la mayor parte de su actividad logística se realiza durante el periodo invernal. La población, industrias y comercios del país dependen de que la infraestructura de transporte opere correctamente todo el año.

Área	Regiones con climatología invernal	338,432 km ²
Población	Regiones con climatología invernal	5.4 million
Longitud de red	Carreteras públicas	78,140 km
	Calles	26,000 km
	Carreteras privadas	350,000 km
Latitud (capital)		60°19'N

2. Clima

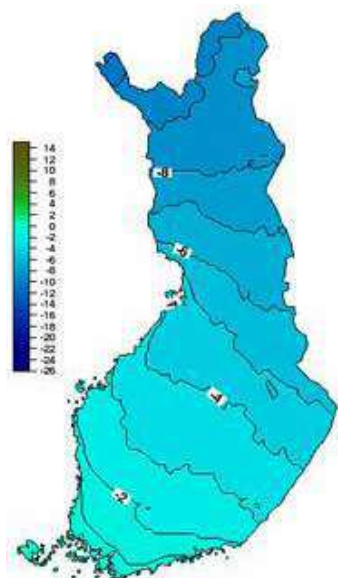
2.1. Visión general de zonas climáticas

Finlandia se encuentra entre los paralelos 60N y 70N en la zona costera del continente Eurasiático. La temperatura media de Finlandia es varios grados más alta que la de otras zonas en esta latitud (ej. Siberia o el sur de Groenlandia). La temperatura es mayor por la influencia del Mar Báltico, cuerpos de agua internos y sobre todo, masas de aire del atlántico, atemperadas por la corriente del golfo.

Las condiciones varían en diferentes zonas del país. En la costa, en la que el clima es más marino, el tiempo y las condiciones de conducción varían sensiblemente y las situaciones provocando problemas de agarre de las carreteras aparecen con facilidad. En el interior, el clima es continental y considerablemente más frío.

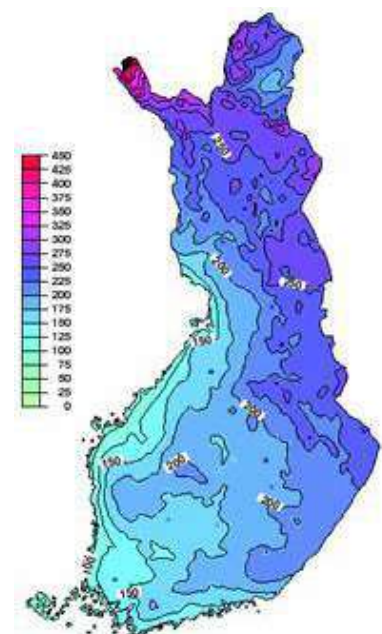
2.2. Estadísticas de temperatura y precipitación

En el sur de Finlandia la temperatura media invernal es de -2°C , y en el norte de -8°C (Gráfica 2). La precipitación anual es inferior a 600 mm en el norte y de 600-700 mm en el sur.



gráfica 2 Temperatura media invernal ($^{\circ}\text{C}$) 1971-2000

La nieve permanente suele caer en octubre y noviembre en el norte y diciembre en el sur. La media de caída de nieve a largo plazo convertida a agua varía entre los 120 y 200mm en distintas partes de Finlandia. Esta cantidad de nieve se acumula a lo largo de la temporada, normalmente por acumulación de nevadas de menos de 10cm.



Gráfica 3 Media de caída de nieve (mm) 1971-2000

El clima costero en el oeste y sur del país y el clima más continental en el oeste y norte. El Mar Báltico y la corriente del golfo suavizan las temperaturas. Las condiciones meteorológicas pueden variar rápidamente en invierno. La prevención de hielo es la mayor preocupación en la costa, mientras que la retirada de nieves lo es en el norte y este.

2.3. Índices invernales

Finlandia no utiliza en la actualidad ningún índice que describa la severidad de un invierno basado en la perspectiva de las condiciones invernales.

La Agencia de Transportes Finlandesa subcontrata el mantenimiento de carreteras, y el riesgo en el precio resultante de un invierno severo es compartido por administración y contratistas.

3. Mantenimiento vial invernal

3.1. Estándares y normas

La Agencia Finlandesa de Transportes es una agencia estatal con responsabilidad sobre la gestión de la red pública nacional. Las calles en municipios son responsabilidad de cada uno de ellos. La responsabilidad sobre la red privada recae sobre sus dueños.

La política de vialidad invernal está basada en leyes de tráfico sobre el empleo de neumáticos de invierno, especialmente neumáticos con tacos, y la posibilidad del empleo de fundentes para prevenir ausencia de agarre. El uso de neumáticos de invierno es obligatorio desde el 1 de diciembre hasta el final de febrero. Su uso está permitido del 1º de noviembre al 31 de marzo.

Clasificación de carreteras

La red está dividida en 5 tipologías de carretera (Is, I, Ib, II, III). Adicionalmente, la clase Ib se corresponde a la clase Tlb para áreas urbanizadas. Los senderos y carriles ciclistas se dividen en dos tipologías (K1, K2).

Cada tipología tiene unos distintos niveles de servicio y estándares de calidad. Este nivel de servicio se define, primordialmente, acorde al volumen de tráfico, tipo funcional de carretera y clima regional, pero también se tienen en cuenta las condiciones locales, la naturaleza y composición del tráfico, el límite de velocidad y la integración cualitativa del nivel de servicio municipal.

La mayor parte de la red se encuentra en las categorías Is, I y Ib. Las categorías Is e I están completamente limpias de hielo y nieve la mayor parte del invierno. El esparcido de sal es el método de prevención de formación de hielo principal. Las

carreteras de clase Ib se mantienen usando menos sal y las condiciones son más claramente invernales que las categorías Is e I, pero reciben un mantenimiento elevado. Las clases II y III se usan en carreteras muy poco transitadas, en las que se emplea muy poca sal. En su lugar, se emplea arena para aumentar el agarre.

Estándares de calidad

El coeficiente de fricción es un estándar de calidad importante en Finlandia, dado que la nieve compactada y el hielo están permitidos en muchas carreteras. Muchas carreteras tienen niveles de tráfico tan bajos que unas cantidades de sal proporcionales no las mantendrían limpias. El valor de fricción se mide en metros de fricción (metros de frenada tradicionales como El-trip o con los nuevos sensores de metros de aceleración).

Tabla 1 Correlación entre valores de fricción y condiciones de conducción. El valor de fricción es medido con C-Trip.

Valor de fricción	0.00-0.14	0.15-0.19	0.20-0.24
Estado de la carretera	Malas condiciones de conducción, hielo mojado	helado	Nieve compactada,
	Muy resbaladizo	resbaladizo	Condiciones aceptables invernales
	0.25-0.29	0.30-0.44	0.45-1.00
	Nieve compactada, aspereza	mojado,	seco
	Buenas condiciones invernales	no resbaladizo	no resbaladizo

Las siguientes tablas presentan los principales estándares de calidad y reacción de mantenimiento invernal.

Tabla 2 estándares de calidad de deshielo

Clasificación de mantenimiento invernal	Is	I	Ib
Normal	0.30	0.28	0.25
Requisito	Superficie de la carretera por debajo de -6 °C	Superficie de la carretera por debajo de -4 °C	Uso puntual de arena 0.25
Fricción	0.25	0.25	tratamiento en línea 0.22
Tiempo de ciclo	2 h	2 h	sal 3 h arena 4 h

Clasificación de mantenimiento invernal	II	III	K1	K2
Normal	Superficie rugosa, empleo de arena puntual	Superficie rugosa, empleo de arena puntual	Acorde a necesidades de tráfico	
Requisito				
Fricción	Empleo de arena en línea sobre nieve compactada con algo de hielo	Empleo de arena en línea sobre nieve compactada con algo de hielo		
Tiempo de ciclo	6 h línea arena	8 h línea arena	2 h	

Tabla 3 estándares de calidad para retirada de nieve

Clasificación de mantenimiento invernal	Is	I	Ib
Profundidad maxima de nieve	4 cm	4 cm	4 cm
Tiempo de ciclo	2.5 h (nieve primavera 2 h)	3 h (nieve primavera 2.5 h)	3 h
II	III	K1	K2
8 cm	10 cm	3 cm	4 cm
4 h	6 h	3 h	4 h
		Retirada de nieve antes de 06	Retirada de nieve antes de 07

Solo se permite la mitad de nieve primavera que de nieve reciente.

Tabla 4 estándares de calidad para regularidad de superficie

Clasificación de mantenimiento invernal	Is	I	Ib	II	III	K1	K2
Requisito de regularidad	-	1 cm	1.5 cm (Ib 2 cm)	2 cm	2 cm	2 cm	Roderos

Mantenimiento a medida

Si hay necesidades de transporte específicas, el tiempo o la calidad de ciertas secciones de carretera pueden ser modificadas localmente sin cambiar el tipo de mantenimiento permanentemente. El objetivo del mantenimiento a medida es la mejora del servicio para los usuarios basado en las necesidades específicas del cliente.

Reglas para materiales y equipos

El mantenimiento invernal se encarga a contratistas. Es, por tanto, responsabilidad del contratista decidir los materiales y equipos a utilizar. Los únicos requisitos a cumplir son de seguridad, visibilidad e idoneidad.

Los materiales anti-hielo a utilizar deben ser aceptados por el dueño. Solamente se permite el empleo de salmuera y sal prehumidificada para mejorar el agarre. El empleo de cloruro cálcico no se recomienda pero se acepta en pequeñas dosis para humedecer o contra el hielo negro. El Formato de potasio se usa puntualmente en zonas con acuíferos, dado que está demostrado que se degrada antes de alcanzar aguas subterráneas y no provoca mayor corrosión que el cloruro sódico. El grano de arena anti-hielo ha de ser de 6-8 mm en función del tipo de carretera.

El bonus de satisfacción de cliente

La agencia de transportes finlandesa busca activamente maneras de mejorar el servicio para los usuarios. El objetivo es mejorar el servicio sin aumentar significativamente los costes. Una de las maneras de estimular a los contratistas para ofrecer un mejor servicio a los usuarios ideada por la agencia finlandesa de transportes ha sido el desarrollo de un bonus de satisfacción de usuarios a pagar a los contratistas.

En primavera de 2004, un programa de investigación y desarrollo se implementó para desarrollar el bonus de satisfacción de cliente, así como un piloto de implementación en 5 contratos. El bonus, basado en la satisfacción de cliente, se ha usado desde entonces en fórmulas ligeramente diferentes. El bonus está disponible anualmente. La cantidad del bonus depende de 6 factores, de los cuales 4 están ligados a la satisfacción de usuarios, uno al éxito del mantenimiento invernal y otro al mantenimiento en verano, basado en una evaluación realizada por el cliente. El bonus es anual y equivale a un 0 a 3 por ciento de los costes anuales de contrato.

El sistema de bonus no ha sido tan positivo como se esperaba. La satisfacción del cliente depende tanto de la meteorología en una temporada invernal, que ésta acaba teniendo más efecto que las acciones del contratista. Sí es efectivo para hacer entender a los contratistas, eso sí, que los usuarios son sus clientes.

3.2. Organización y operative del mantenimiento invernal

Organización

En 2001, la autoridad nacional de carreteras finlandesa se dividió en dos: de un lado, la Autoridad Finlandesa de Carreteras (Finnra), que gestiona servicios de proveedores y, del otro, la Empresa

Finlandesa de Carreteras, que se encarga de la construcción y mantenimiento entre contratistas, además de proveer servicios de consultoría. Al comienzo de 2008, la Empresa Finlandesa de Carreteras pasó a llamarse Destia. Las administraciones Finlandesas de Carreteras, Ferroviaria y Marítima fueron unidas, pasando a denominarse la Agencia Finlandesa de Transportes al principio de 2010. Los Centros Regionales para el Desarrollo Económico, Transporte y el Medio Ambiente (Centros ELY) gestionan las tareas de implementación y desarrollo regional para la administración central.

La Agencia Finlandesa de Transportes fija la política nacional, los estándares de calidad y las guías del proceso de adjudicación de contratos. Los centros regionales ELY son clientes que organizan las pujas competitivas y pagan a los contratistas.

En Finlandia, el cliente contrata el mantenimiento invernal junto con el de verano como mantenimiento de área a los contratistas. Los contratistas de cada región se eligen acorde a criterios de precio y calidad en un concurso competitivo.

Existen 9 centros regionales ELY, responsables de organizar el mantenimiento de su región acorde a los parámetros establecidos por la Agencia Nacional de Transporte. Hay 81 contratos regionales. Cada contrato regional incluye 500-2000 km de carretera y se concede por 5-7 años.

La determinación sobre el nivel de servicio del mantenimiento invernal corresponde a la Agencia Nacional de Transportes. La opinión de los clientes sobre el servicio se recoge en una encuesta anual realizada al principio de la primavera. Estas opiniones se tienen en cuenta, siempre que es posible. También se contempla la opinión de usuarios.

Operativa

Cada contratista es responsable del mantenimiento de las carreteras en la zona que le es asignada, encargándose de la supervisión de proyecto, la realización de mantenimiento, la gestión de la calidad y las compras necesarias.

El contratista planifica y decide los procedimientos a ser realizados en la carretera, monitorizando las condiciones meteorológicas y de carretera, para asegurarse de que se toman las medidas necesarias para cumplir los estándares de calidad. Adicionalmente, El contratista es responsable de comprar los equipos necesarios para realizar los trabajos, así como suministrar el personal y materiales. También se emplean subcontratas. El contratista ha de presentar un plan al cliente relativo a la ejecución de procedimientos y un plan de calidad previo a la concesión del contrato.

Las medidas más importantes relativas al mantenimiento de carreteras en las condiciones apropiadas durante el periodo invernal son aquellas relativas a la retirada de nieves, al prevención de situaciones de pérdida de agarre de la carretera y garantizar una superficie regular sobre la carretera. Además, cada contratista ha de asegurarse de que las señales estén

limpias y los bancos de nieve se reduzcan. El contratista también ha de estar en contacto con contratistas trabajando en áreas colindantes, para coordinarse y garantizar un nivel de servicio consistente a lo largo de la región.

Aportación de información de carretera

Con el fin de garantizar la puntualidad de mantenimiento invernal, diferentes tipos de información sobre la situación actual y las condiciones meteorológicas son necesarias. Con este fin, el cliente (el finlandés Agencia de transporte y los centros ELY) tiene a su disposición estaciones meteorológicas de carretera y sistemas de cámaras meteorológicas. Además, el cliente se suscribe a los diferentes tipos de informes meteorológicos, así como las imágenes de satélite y de radar de organizaciones externas. El proveedor de información meteorológica también es seleccionado mediante licitación. La información meteorológica producida y recibida por suscripción por el cliente está disponible también para los contratistas regionales. Los contratistas pueden adquirir más información sobre el tiempo de otros servicios por el cliente a su propia costa.

La red de estaciones meteorológica de carretera consta de más de 375 estaciones meteorológicas. Las estaciones recopilan información sobre los factores que afectan el clima y las condiciones de conducción, tales como la temperatura del aire y la superficie de la carretera, la velocidad del viento y el nivel de humedad de la superficie de la carretera.

The road surface information is assessed using a small sensor placed on the road surface. In addition there are optical remote surface state sensors, which give also the surface friction value (0.0-1.0). These sensors are combined to the 150 normal road weather stations. In the winter, road weather information is updated at least three times an hour. The information is updated more regularly when the temperature approaches zero, as this is when the weather is at its worst from the perspective of drivers and road maintenance staff. La información de superficie de la carretera es evaluada con un pequeño sensor colocado en la superficie de la carretera. Además, hay sensores ópticos remotos de estado de la superficie, que aportan el valor de fricción (0,0 -1,0). Estos sensores se combinan con las 150 estaciones meteorológicas de carretera normales. En el invierno, por información meteorológica de carretera se actualiza por lo menos tres veces por hora. Durante los meses de verano, la información se actualiza aproximadamente una vez cada hora. Las ubicaciones de la carretera las estaciones meteorológicas a lo largo de la red de carreteras se muestran en la Gráfica 4.



Gráfica 4 Localización de estaciones meteorológicas de carretera.

El red de cámaras climáticas de los centros ELY y la Agencia Finlandesa de Transporte consta de más de 500 cámaras climáticas. La red proporciona una cobertura de la totalidad de la red viaria pública finlandesa. En el otoño y el invierno, todas las cámaras se encuentran en funcionamiento. La imagen climática de la cámara se actualiza con un intervalo de aproximadamente 15-90 minutos: más frecuentemente en mal tiempo, y menos en condiciones buenas. La ubicación de las cámaras climáticas a lo largo de la red de carreteras se muestran en la gráfica 5.



Gráfica 5 Localización de cámaras de carretera.

3.3. Assessment of the snow and ice control measures

Costes

El modesto tráfico promedio diario y extensa red vial, que se mantiene todo el año, dan como resultado un nivel relativamente bajo de costo-efectividad. Los costos anuales de mantenimiento invernal se han mantenido en el mismo nivel desde el comienzo del mantenimiento por licitación pública. En invierno los costes de mantenimiento de las vías públicas (78.140 km) son de unos 98 millones de euros. Esto arroja un costo aproximado de 1.250 euros/km.

La Agencia Finlandesa de Transporte considera que el mantenimiento invernal de carreteras de nivel inferior (por lo general, con un mantenimiento de clase III) suponen un desafío especialmente exigente. Los usuarios de estas carreteras no están satisfechos con el mantenimiento, pero es cierto que, aunque el número de caminos de nivel inferior es considerablemente mayor que el de las carreteras principales, llevan sólo una fracción del tráfico se lleva a cabo por estos caminos.

El tráfico promedio diario es a menudo de apenas unos centenares de automóviles, mientras que las carreteras principales suelen tener miles, si no decenas de miles de automóviles por día. Esta es la razón por la que el mantenimiento se centra en las carreteras principales, ya que se proporciona, por ejemplo, una mayor eficiencia en la mejora de la seguridad en el tráfico. Debido al gran número de carreteras de nivel inferior, incluso un pequeño aumento en el nivel de calidad crea costos adicionales importantes. Gráfica 6.



Gráfica 6 Longitudes, volúmenes de tráfico y gastos de mantenimiento invernal en diferentes clases de mantenimiento 2012.

The most significant environmental issue resulting from winter maintenance is the damage suffered by ground water due to the salt used in anti-icing. The use of salt is especially popular in the coastal regions of Southern and Western Finland, where weather conditions often change suddenly and where there are large amounts of traffic. In some areas of Northern Finland, there is no need to use salt at all, as the amount of traffic is low and the weather conditions are colder and more stable.

El problema ambiental más importante fruto del mantenimiento invernal es el daño sufrido por aguas subterráneas por la sal empleada para evitar la formación de hielo. El uso de la sal es especialmente habitual en las regiones costeras de Finlandia Meridional y Occidental, donde las condiciones climáticas suelen cambiar repentinamente y donde hay tráfico intenso. En algunas zonas del norte de Finlandia, no hay necesidad de utilizar sal en todos, porque la cantidad de tráfico es baja y las condiciones climáticas son más frías y más estables.

Hay varias políticas para mitigar los efectos nocivos de la sal. De acuerdo con la política de mantenimiento invernal de la Agencia de Transporte Finlandesa, se emplea muy poca sal en zonas con aguas subterráneas, o se recurre al formiato de potasio.

Dado el considerable desperdicio del método, el uso de sal seca está prohibido para evitar la formación de hielo. La sal se aplica como una solución o es humedecido antes de esparcirse. Las carreteras en las clases Ia y I se mantienen sin hielo ni nieve durante todo el invierno, como consecuencia de la cual el deslizamiento en estas vías ya se ha impedido de antemano, y se requiere menos sal que en situaciones en las que ya se han formado capas de hielo.

Con el fin de restringir el uso de sal, La Agencia Finlandesa de Transporte también define una cantidad de sal a utilizar en cada área del contrato, basado en las cantidades utilizadas en años anteriores. Por otra parte, independiente, se establecen las restricciones más estrictas para el uso de la sal en las zonas de aguas subterráneas. Si el contratista utiliza más sal de la acordada, se le aplican multas. Si emplea menos, el contratista recibe una prima. El sistema de bonificación de sal no se utiliza en todos los contratos. La cantidad de sal, sin embargo, se aumenta en los inviernos que son considerablemente más cálidos de lo normal. El contratista también ha de garantizar que almacena la sal en las instalaciones que tienen drenaje, a fin de garantizar que las aguas subterráneas cercanas no corran riesgo.

Evaluación de los trabajos

El contratista es responsable de asegurar y demostrar que se han respetado los estándares de la calidad de su trabajo, según lo acordado en el plan de mejora de la calidad. Los informes de calidad constan de informes de los procedimientos que se han llevado a cabo y las desviaciones que se han producido. La monitorización de los procedimientos se realiza a través de

auditorías de seguimiento en sección, en los que el contratista revela todas las medidas tomadas en momentos previamente acordados. El contratista ha de rellenar un informe de desviación siempre que los requisitos de calidad se incumplen momentáneamente en cualquier parte de la red de carreteras. El cliente exige también al contratista que mantenga un registro de eventos, donde los procedimientos, el aseguramiento de la calidad y las notas se almacenan.

El cliente supervisa la eficacia de las medidas de garantía de la calidad adoptadas por la empresa contratista, y lleva a cabo controles aleatorios para asegurar que el trabajo se realiza según lo acordado. Se utilizan servicios de consultoría para ayudar a estos controles aleatorios, especialmente durante la noche y los fines de semana. Si se identifica un incumplimiento de los requisitos de calidad, el contrato recibe una advertencia o una multa. Los contratistas son pagados mensualmente, facilitando el cobro de estas penalizaciones.

3.4. Información y seguridad de tráfico

La diseminación de información sobre las condiciones de la carretera y el tráfico mejora la seguridad y la fluidez de tráfico, reduciendo los daños y perjuicios sufridos por los usuarios de la carretera y el medio ambiente. La Agencia Finlandesa de Transporte tiene un Centro de Información de tráfico que ofrece a los usuarios de carretera información actualizada sobre el tráfico y las condiciones meteorológicas, así como las alteraciones en el tráfico y los accidentes. El Centro de Información de Tráfico proporciona información sobre las condiciones del tráfico principalmente a través de los medios de comunicación, la radio, la televisión e Internet. Las imágenes de las cámaras climáticas (cerca de 460) y más de 100 de las cámaras de tráfico de la Agencia Finlandesa de Transporte, así como la información reunida por alrededor de 400 estaciones meteorológicas están disponibles en el sitio web de la Agencia Finlandesa de Transporte. Road. Los usuarios también pueden informar de cualquier perturbación de la que sean testigos a la línea para usuarios del Centro de Información de Tráfico. Además, se guía a los usuarios con la ayuda de señales variables de carretera, indicando posibles cambios de ruta, de modo que el tiempo de viaje tan corto como sea posible y el nivel de servicio tan alto como sea posible durante todo el viaje. Existen límites de velocidad variables en muchas vías de 2 carriles, carreteras principales y autopistas que comprenden más de 400 kilómetros en total. Los límites de velocidad se eligen de acuerdo al resultado del seguimiento en tiempo real del estado de la superficie de la carretera y las condiciones meteorológica. Los disturbios ocasionales para el tráfico, como los accidentes de tráfico o trabajos de mantenimiento de carreteras pueden ser motivos para cambiar un límite de velocidad baja. Además, la señalización variable puede utilizarse como herramientas complementaria, por ejemplo,

para informar a los conductores de las condiciones climáticas o incidentes de tráfico importantes. También se han instalado señales de limitación de velocidad variable en algunos lugares especiales donde el riesgo de accidente es alto, con el fin de reducir el límite de velocidad durante un período corto de tiempo. Además las estaciones meteorológicas de carretera y cámaras de tiempo, el Centro de Información de Tráfico reúne la información que necesita para comunicarse y guiar el tráfico a través de la medición del tráfico (LAM). El sistema está formado por 450 dispositivos de medición de tráfico mediante sensores colocados en la calzada, así como de sistemas para la transferencia, almacenamiento e impresión de la información. El sistema proporciona información sobre la cantidad de tráfico en un tramo de la carretera, la velocidad media y el tiempo total empleado en el viaje.

La información se utiliza no sólo para el seguimiento y para comunicar problemas de tráfico, sino también para planificar el mantenimiento de carreteras. Por ejemplo, el mantenimiento diario de una carretera puede ser llevado mejor y de manera más económica aprovechando la información sobre las cantidades de tráfico en diferentes momentos del día. El sistema también proporciona información para los estudios de seguridad del tráfico, proveyendo desgloses de la experiencia de conducción en términos de la velocidad y la distancia entre vehículos en diferentes condiciones y como resultado de diferentes factores. Combinando información de tráfico con información meteorológica, se puede estudiar la evolución del riesgo de accidente en diferentes condiciones climáticas y de congestión, así como el efecto del invierno y los límites de velocidad variables sobre la velocidad de desplazamiento real de los coches, por ejemplo. Además, el Centro de Información de Tráfico recibe información actualizada sobre el estado de la red de carreteras de otras autoridades, como la policía, los centros de emergencia, asistencia en carretera y contratistas regionales, así como de los usuarios de la carretera a través de la línea telefónica para usuarios. Los servicios meteorológicos aportan previsiones meteorológicas especiales de carretera y el radar meteorológico y las imágenes de satélite están disponibles tanto para los contratistas de mantenimiento invernal como para el Centro de Información de Tráfico.

4. I+D+i y estudios para mejorar el mantenimiento invernal

Desarrollo de medidores de fricción

En Finlandia, las autoridades de carretera, los consultores de control de calidad y los contratistas de mantenimiento invernal miden la fricción de carretera. El Agencia Finlandesa de Transporte especifica los instrumentos y los métodos que se utilizarán en las vías públicas para realizar las mediciones de

fricción. En Finlandia, durante los últimos 25 años, las medidas de fricción de carretera se han basado en el método basado en el pequeño accesorio eléctrico de coche que determina la desaceleración durante el frenado y por lo tanto estimar la fricción. Estos medidores de fricción tradicionales tienen una notable debilidad: la instalación del medidor necesita de experiencia profesional y se hace más difícil ahora que los sistemas eléctricos de los vehículos nuevos se hacen cada vez más complejos. Es por eso que los nuevos medidores de fricción basados en sensores de aceleración son hoy tan interesantes. Para estos nuevos medidores, es suficiente con fijar sobre el tablero de a bordo. Si la instalación es lo suficientemente firme, la deceleración medida por el sensor de aceleración es la misma que la desaceleración del vehículo durante el frenado. Y el valor de fricción se calcula con el de desaceleración.

El objetivo de los estudios de fricción finlandeses ha sido evaluar si los nuevos medidores de fricción por acelerómetro son fiables y precisos, y si estos medidores pueden ser utilizados en control de calidad mantenimiento de invierno en Finlandia. Por otra parte, el 2º objetivo ha sido determinar requisitos de calidad de los medidores de fricción.

El estudio de comparación de medidores de fricción incluyó varios medidores destinados a su uso en control de calidad de mantenimiento invernal, así como algunos otros tipos medidor. Como resultado, se descubrieron múltiples nuevos sensores basados en acelerómetros que daban lecturas aceptables para el control de calidad.

5. Referencias

Statistics Finland: http://www.stat.fi/index_en

Finnish Transport Agency: <http://www.fta.fi>

ELY-centres: <http://www.ely-keskus.fi/en>

Travel and traffic information:
<http://www.liikennevirasto.fi/alk/english/>



FRANCIA

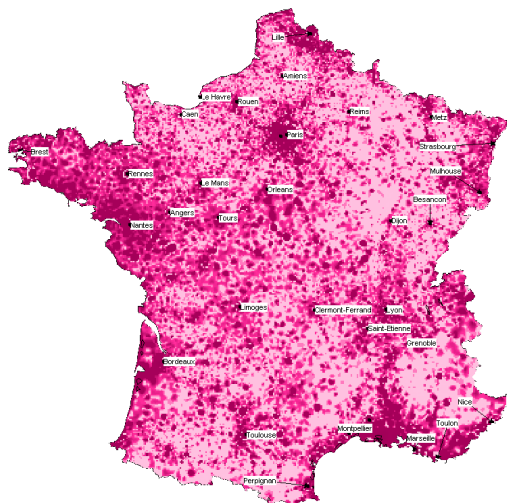


1 Demografía y red vial

1.1 Información de país

Superficie	551 000 km ²
Población	65,8 millones
Densidad	117 par km ²
Capital	Paris
Latitud (capital)	48,8 N

Répartition de la population et villes de plus de 100 000 ha



Francia es un país de tamaño medio sobre la costa atlántica, cuya población de 65,8 millones de habitantes, está repartida de manera bastante desigual.

La geografía es muy diversa, al igual que el clima, lo que hace de Francia un destino turístico privilegiado. Además de esta actividad, de un peso económico muy importante, los sectores industriales y agrícolas siguen siendo importantes. La organización administrativa y la historia del país hacen que Francia tenga una red de carreteras densa.

1.2 Red de carreteras y tráfico

El conjunto de la red de carreteras francesa representa aproximadamente 1 millón de kilómetros. El Estado explota el 2% de la red, o sea 21.000 km de carreteras nacionales y de autopistas de peaje. Los servicios del Estado se dividen en

11 DIR (direcciones interdepartamentales de carreteras) que gestionan 9.000 kilómetros de carreteras nacionales y 2800 kilómetros de carreteras. Las empresas de autopistas de peaje gestionan 8400 kilómetros de red. Los consejos generales gestionan 380.000 kilómetros de carreteras departamentales. Los municipios gestionan 600.000 kilómetros de vías comunales. El número de vehículos privados es aproximadamente de 31.500.000, de los que 6.500.000 son vehículos utilitarios.

Les réseaux gérés
par les directions interdépartementales des routes



Red de DIR



Red de autovías concesionarias

2 Clima

2.1 Áreas climáticas, eventos invernales a ser mitigados

Francia contiene 5 principales áreas climáticas :

Clima Mediterráneo

Las temperaturas son suaves en invierno (7 a 9 °C de media en enero), pero disminuyen veces brutalmente por efecto del viento. Hay entre 20 y 30 días de helada por año en llanuras y a menudo menos junto al mar. Las nieves son escasas y la población no está habituada a ella. Lluve entre 700 y 800 milímetros por año durante 70 a 80 días.

Clima oceánico en el oeste de Francia

La lluvia es frecuente, pero poco intensa (entre 150 y 180 días al año), la humedad es importante y las temperaturas suaves.

Clima oceánico degradado

Presenta menos precipitaciones, los inviernos son más fríos y hay más de días de helada.

Clima continental

del Norte al este. Seco y duro en invierno, con nevadas.

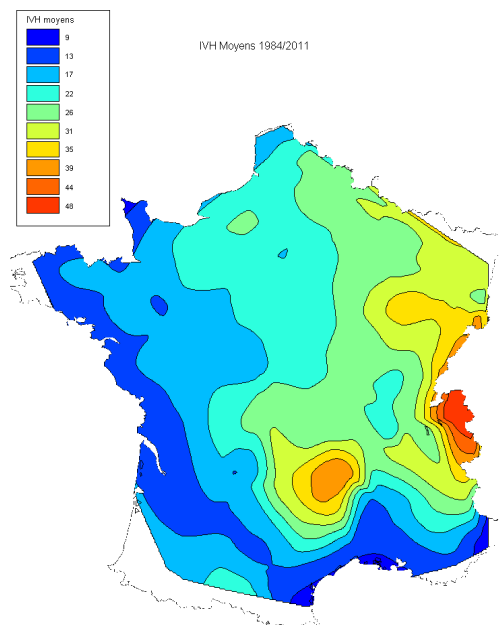
Clima de montaña : (Vosges, Jura, Alpes, Pirineos). Por la altitud, las temperaturas son más bajas y las precipitaciones más numerosas (nieve).



	T°C	Précipitations		
Climat	Janvier	Quantité annuelle (mm)	Nbre de jours	Jours de gel
Méditerranéen	7 à 9 °C	700 à 800	70 à 80	20 à 30
Océanique	5 à 7 °C	700 à 900	150 à 180	15 à 45
Océanique dégradé	2 à 5 °C	600 à 700	140 à 160	40 à 60
Continental	-1 à 1 °C	700 à 900	150 à 170	70 à 90
Montagne	-1 à -4 °C	1000 à 1500	170 à 180	70 à 90

2.2 Índice invernal

Un índice invernal ha sido desarrollado a partir de los datos meteorológicos. Se calcula para un invierno entero y permite el caracterizarlo.



Los gestores se basan también en las estadísticas de nevada.

3 Gestión de las vías en invierno

3.1 Normas y regulación

En Francia no hay ninguna obligación legal de realizar vialidad invernal (VI). Los gestores tienen sin embargo deberes de vigilancia relativos a la seguridad, a la seguridad de los usuarios y a la garantía de un mantenimiento normal de la vía y una utilización conforme a su objetivo. Los documentos producidos y distribuidos por el MEDDE (Ministerio de Ecología y Desarrollo Sostenible y de la Energía) establecen normas generales. Los demás maestrías de obra (sociedades de autopista, consejos generales) se inspiran en las normas establecidas en las carreteras nacionales para sus niveles de servicio o poseen un pliego de condiciones particular, aunque Existen documentos generales de organización de la VI (expediente de organización de la vialidad invernal y plan de explotación de la vialidad invernal) (SETRA 1994, SETRA 2009 guía metodológica enfoque global).

Estos documentos (circular, DOVI Departamento, PEVI local), permiten definir los niveles de servicio en función del rigor el invierno y del tipo de red. El expediente de organización de la vialidad invernal es una forma de contrato entre la autoridad contratante y el contratista principal. Se permite informar a

los distintos asociados sobre los objetivos, los límites y las medidas adoptadas. Se detalla la organización y las acciones a realizar en cada situación. El objetivo es también conseguir coherencia entre los administradores. Se definen las situaciones meteorológicas límites. El DOVI establece las medidas relativas a la información de carreteras. Los planes de inclemencias zonales (PIZ) o planes de nieve son elaborados para hacer frente a las situaciones meteorológicas (caídas de nieve, lluvias agua..) que pueden degradar muy severamente las condiciones de circulación en la red de carreteras. Tienen por objetivo garantizar la salida del tráfico, incluso en condiciones degradadas, (medidas de gestión del tráfico) y de contribuir a la seguridad de las personas. La autoridad coordinadora es la prefectura de zona que se basa en un PC zonal del CRICV (Centro Regional de información y de coordinación vial).

Conditions de conduite hivernale	Figuration	Initial / code couleur	Paramètres du danger	Probabilité d'un blocage
C1		Sec (vert)	Risques nuls	Risques nuls
C2		Humide (orange)	Risques faibles de verges (pas de précipitation, neige fondante)	Risques faibles de verges (pas de précipitation, neige fondante)
C3		Glace (rouge)	Risques pour les verges Faisable pour les verges	Forte
C4		Imprévisible (noir)	Évaluation	Blocage effectif

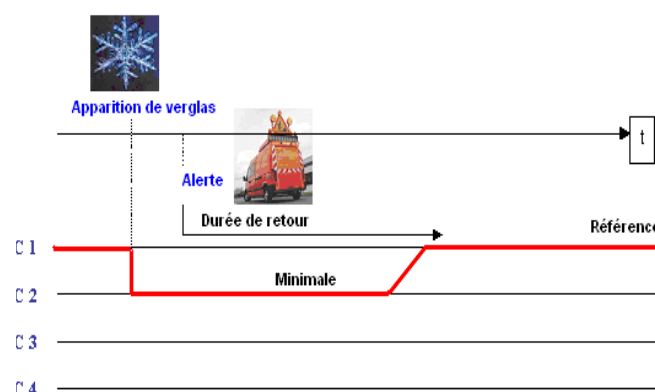
	hielo	
Estado Calzada (EC)	Terminología de la norma 99-320	Terminología operacional
EC1	Seco, humedad transitoria, humedad, calzada mojada,	Ausente
EC2a	Estado blanco congelado, Estado similar, Estado de hielo en puntos localizados o escaso espesor	Formaciones localizadas de reducido espesor (por congelación de humedad existente o condensación) o placas de hielo
EC2b		
EC3	Estado helado, hielo generalizado por congelación de gotitas en superficie o congelación de agua preexistente	Formaciones generalizadas por congelación de humedad existente
EC4	Estado congelado generalizado tras precipitación con a T°C negativa o precipitación en supeficie	Formaciones generalizadas a raíz de las lluvias heladas

Estado de calzada : ejemplo hielo

Estado de calzada (datos indicativos, a precisar y adaptar)			Condición de conducción invernal	Código color
Hielo	Nieve sin pendiente ni rampa	Nieve con pendiente o rampa > 3 %		
EC1	EC1	EC1	C1	Verde
EC2	EC2a	EC2a	C2	Naranja
	EC2b			
EC3	EC3	EC2b	C3	Roja
		EC3		
EC4	EC4	EC4	C4	Negra

Relación entre el Estado de la calzada y condición de conducción invernal.

El principio de los niveles del servicio es el siguiente : en invierno, una carretera ha de estar en una condición de referencia compatible con su tráfico y su ubicación geográfica. Durante un acontecimiento condiciones meteorológicas adversas, la condición de circulación será inferior a la condición de referencia. A finales del fenómeno meteorológico, el servicio debe devolver la condición de referencia en un tiempo determinado. Esta duración de regreso a la condición de referencia es un indicador de calidad.



Evolución de las condiciones de conducción en situación de hielo.

Se han definido cuatro períodos de retorno:

- duración breve: 1 a 2 horas
- duración media: 3 a 5 horas
- larga duración: más de 6 horas
- duración no definida

El objetivo de calidad definido se denomina nivel de servicio Ni. La elección es tomada por las diferentes entidades adjudicadoras.

Niveles			Ni	Nii	
				Modalité 1	Modalité 2
Periodos de validez					
Condiciones de referencia					
Situaciones de hielo	Sin precipitación	Condición mínima			
		Duración de retorno			
	Con precipitación	Condición mínima			
		Duración de retorno			
Situaciones de nieve		Condición mínima			
		Duración de retorno			

Cuadro tipo para la definición de niveles de servicio

Una condición de conducta invernal es sólo una de las posibles elementos de una condición de circulación.



3.2 Organización e intervenciones

Normas relativas al personal.

La Directiva europea n°2003-88, de 4 de noviembre de 2003 sobre aspectos de la ordenación del tiempo de trabajo, fijada en derecho nacional, estructura la organización del trabajo, (público, privado). La legislación propone varios modos excepcionales de organización del trabajo para responder a situaciones específicas. La ejecución del servicio de invierno (trabajo nocturno, el fin de semana...) entra en este contexto. La selección y la aplicación de una modalidad excepcional de organización del trabajo impone un diálogo social entre representantes del personal y empleador, así como un seguimiento de las condiciones de higiene y seguridad. Las consecuencias en términos de personal y de coste financiero (multa coercitiva, prestaciones, horas extraordinarias...) están vinculadas a la organización adoptada. El legislador ha asignado esta decisión a nivel local. Existe una marcada heterogeneidad

del respeto de los principios (pequeñas comunas y empresas).

Normas sobre equipos

Normas para los equipos y el equipo de vialidad invernal que fueron redactadas:

NF P 98-180, empleo de ClNa como fundente, especificaciones
XP P 98-181, Norma experimental de encuadre de todos los fundentes de carretera, sean productos minerales, orgánicos, subproductos industriales en forma líquida o sólida

NF P 98-791, Material de vialidad invernal, dispositivos hidráulicos adaptados sobre vehículos portadores de esparcidor, características y especificaciones

NF P 98-792, Material de vialidad invernal, posición de comandos en cabina, características y especificaciones

NF P 98-793, Material de vialidad invernal, terminología

NF P98-795, « Material de vialidad invernal y de aviso de desempeño en ruta – Señalización, balizamiento de unidades de intervención en vialidad invernal- , características y especificaciones

NF P98-797, « Materiales y productos para las tareas en ruta – Aplicación de fundentes en ruta – Método de ensayo en puesto fijo para medición previa»

NF EN 15432, Material de vialidad invernal y de mantenimiento de las dependencias viarias – materiales instalados en la antes – intercambiabilidad »

NF EN 13021+A1 et IN1 : Maquinaria de vialidad invernal-seguridad

NF EN 15597-1 « Maquinaria de vialidad invernal – esparcidores-exigencias de dotación »

NF EN 15583-1 « Maquinaria de vialidad invernal – cuchillas quitanieves descripción y exigencias»

NF P 95-303, equipo anti-avalancha, autóctona y carrusel, especificaciones y diseño

NF P 95-304, equipo anti-avalancha, redes anti-avalancha, especificaciones y diseño

NF P 95-305 equipo anti-avalancha, redes anti-avalancha, barreras de nieve, especificaciones y diseño

NF P 95-306, equipo anti-avalancha, anclajes pasivos en suelo y métodos de ensayo de sujeción

especificaciones y diseño

NF P 95-310, equipo anti-avalancha, accionamientos artificiales principios técnicos

NF P 95-311 equipo anti-avalancha, accionamientos artificiales cable transportador de explosivo (catex)

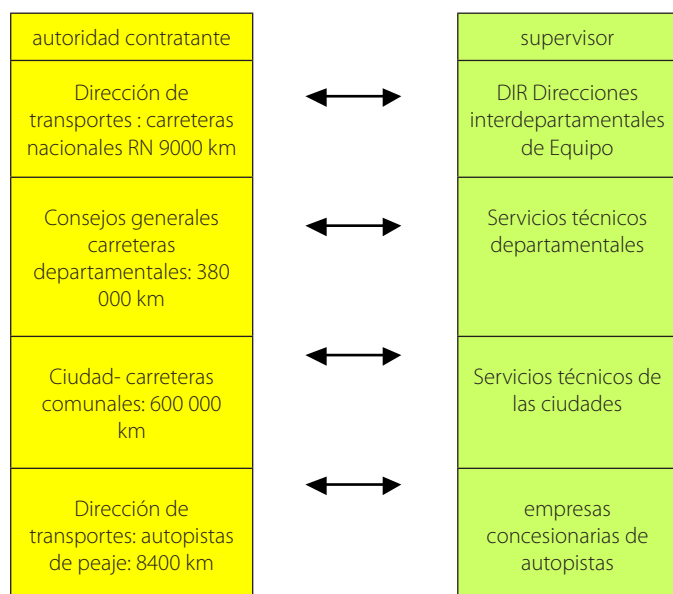
NF P 95-313, protección contra avalanchas, activación a gas

NF P 95-314, protección contra avalanchas, activación eléctrica

Preparación de la vialidad invernal y organización

Generalidades

La organización en Francia para el mantenimiento de carreteras es la siguiente:



Cualquiera que sea la contratación de obra las organizaciones establecidas para la sostenibilidad invernal se construyeron sobre un mismo esquema que se traduce la mayoría del tiempo por la producción de un DOVI. La intervención del personal del sector público sigue siendo relativamente importante para los DIR las ciudades y los Consejos generales. Los DIR cumplen con los requisitos del Estado para su organización, que junto con las autopistas suelen tener el nivel de servicio el más elevado. El DOVI informa a los distintos asociados sobre los objetivos, los límites y las disposiciones adoptadas. Se explican todas las instrucciones para las diferentes situaciones invernales. Se debe permitir garantizar la coherencia entre las redes de diversas direcciones de obra. Se utiliza para estructurar la información a los usuarios. La vialidad invernal en las zonas urbanas toma cada vez más de importancia y las organizaciones mejoran considerablemente la consideración de la intermodalidad en las estrategias que se desarrollan. Hay una descripción de los fenómenos meteorológico de carretera en particular las situaciones meteorológicas límites más allá de las cuales se considera que no se puede garantizar el servicio.

Parámetros	Criterios y valores asociados
1 – intensidad de caída de nieve	Media horaria de caída de nieve no derretida, calculada sobre un período de 3 h, al menos igual a N cm/h
2 – Duración de caída de nieve	Caídas de nieve no derretida continuas o discontinuas a intervalos inferiores al 6 h, durante una duración total de más de N horas
3 - Caída de nieve y baja temperatura (durante o inmediatamente después, con riesgo de congelación y adherencia al suelo)	temperatura inferior a - 8 °C durante la caída o inmediatamente después de lluvia provocando formación de hielo
4 – Lluvia helada	lluvia provocando una formación de hielo
5 – Viento y ventisqueros	acumulación de nieve sobre un espesor superior las capacidades de los medios en marcha, sobre al menos una vía de la calzada y un lineal acumulativo significativo (por ejemplo, al menos 100 m para 10 km de carretera)

Caracterización de la situación meteorológica límite

Para cada fenómeno invernal, se definen normas y procedimientos entre los agentes interesados y sobre los medios a aplicar. En el plan de explotación de la vialidad invernal (PEVI), que es la declinación local del DOVI para los centros operativos, el conjunto de los procedimientos se describe con exactitud. Se suelen encontrar la siguiente información:

- Mapas
 - carreteras y niveles de servicio;
 - circuitos de patrulla y punto de control
 - localización de los SADSH;
 - centros de intervención y depósitos de materiales;
 - mapa de condición de carreteras.
- Guías de :
 - difusión y explotación de boletines meteorológicos;
 - ayuda a la toma de decisiones;
 - organización en situaciones excepcionales.
- Otros documentos
 - Ayudas a la memoria de patrullas;
 - Ayudas a la memoria de equipos y materiales;
 - Ayudas a la memoria en las que se describen las acciones;
 - nombres y coordenadas de responsables;
 - instrucciones para acciones pre y post invernales.

Antes de cada invierno, el DOVI debe ser releído y modificado, si fuera necesario. Los PEVI son actualizados en los servicios . Debe realizarse un acta después del invierno, es un tema que debe desarrollarse al igual que la definición y la generalización de indicadores para evaluar la calidad del servicio.

Información empleada

La información meteorológica

Distintos proveedores ofrecen boletines meteorológicos adaptados a las carreteras. Cada administración local debe comprar sus previsiones meteorológicas, no hay ni contrato nacional ni centralización de la información. La información meteorológica mínima es también prestada al CRICR (organismo encargado de la información de carreteras que comprende las fuerzas del orden (policía, gendarmería) y el equipo).

SATDSI

Hay aproximadamente 800 Sistemas de Ayuda a la toma de Decisiones en Servicio de Invierno (SATDSI) la mayoría de las autopistas o carreteras importantes. No hay ninguna centralización de información de dichas estaciones a escala nacional. La información es a veces centralizada en una zona y/o una región (para una misma empresa de autopista).



Sistemas de Ayuda a la toma de Decisiones en Servicio de Invierno.

La información puede ser centralizada a nivel departamental que difunde a los servicios locales o cuando la información sigue siendo sólo a nivel local (se ha únicamente la información de una estación).

Elección de la localización de un SATDSI:

Los SATDSI se ubican, en general, en las zonas más representativas, a raíz de la realización de un perfil termohídrico o por el conocimiento de los agentes que permiten su localización.



Vehículo para realización de perfil termohídrico

Métodos

Programa de preparación

La duración de un invierno normal se define; por regla general a partir del 15 de noviembre al 15 de marzo e incluso del 1 de noviembre al 31 de marzo para las zonas de rigor invernal elevado. Muchos de SATDSI no están activados más que durante ese período.

Estados de activación

Éstas dependen de la situación, se distingue entre la situación actual y la situación no corriente

Contexto	Tipo de acción		comentarios
Situación	Ejecución del servicio de invierno según los niveles de servicio establecidos	Con medios propios únicos	Medios (personal y materiales) cuyo titular por carretera dispone de manera permanente. Su movilización efectiva es decidida en función de la situación meteorológica presente y previsible.
		Con medios propios y medios complementarios	Medios que el explotador por carretera puede utilizar en más de sus propios medios, de manera sistemática o en función de la importancia de la Intemperie, según los procedimientos preestablecidos y en el marco de los contratos o convenios.
	Medidas especiales de gestión de la circulación		Las disposiciones propias de estas medidas están definidas en el pgt y (o) en los planes Inclemencias del tiempo. Estas medidas podrán ser adoptadas en situación corriente por adelantado y (o) en situación no corriente
Situación no corriente	Ejecución del servicio de invierno con movilización de refuerzos (3)		Medios que se tratará de movilizar en más de medios propios y de los medios complementarios, en caso de Rebasmiento de la situación meteorológica límite, según las disposiciones señaladas en el expediente de organización de la vialidad invernal (listas de medios, de empresas realizables etc.), con el objetivo es un respeto de los niveles de servicio, pero sin garantía del hecho de la movilización a menudo incierta de refuerzos.
	Reducción temporal de los niveles de servicio en una parte de la red de carreteras (3)		Se trata, si la situación meteorológica límite es obsoleta, de concentrar los medios de intervención (cf. Los tres tipos definidos supra) sobre una fracción de la red (lineal, número de vías...) designada por la autoridad contratante. Las modalidades de aplicación de este tipo de medida deben definirse en el DOVI y (o) en los planes Inclemencias del tiempo.



Unidad de intervención

Barreras de nieve

Las barreras de nieve se utilizan de manera preventiva. Una norma ofrece elementos relativos a la elección y la implantación (AFNOR 1992). La decisión de instalar una barrera de nieve será adoptada y financiada en el nivel local.

Materiales

El consumo de sal varía entre 0,4 y 2 millones de toneladas por año; (media de 1 millón de toneladas). Para un tratamiento preventivo, se utiliza: 15 g/M² en promedio. Para un tratamiento curativo: entre 25 y 30 g/M² en promedio. Diversos documentos pedagógicos sobre la utilización óptima de la sal han sido publicados en el plano nacional. Contienen elementos y asesoramiento de orden general, pero ninguna receta universal. La cantidad de sal depende de la naturaleza del fenómeno meteorológico en carretera. Por ejemplo, la cantidad de sal a esparcir variará dependiendo de la naturaleza, de la cantidad de hielo, etc.

Personal, formación

Entre 30.000 y 35 000 agentes pueden ser movilizados en el conjunto de los servicios que de la vialidad invernal.

Los trabajos especiales

Las especialidades necesarias se definen para las tareas especiales.

- Responsable de intervención: es responsable de los equipos de intervención, y según la organización en marcha, puede decidir sobre las intervenciones e informará al CRICR
- Responsable de intervención y vigilante de meteorología : Centraliza todas las informaciones: meteorológica, SADSH, patrullas, conductores de vehículos. Sigue la organización en marcha, decide las intervenciones e informará a los responsables de intervención;
- Patrullero: verifica los estados de superficie de calzadas y las condiciones de conducta, destaca los parámetros de meteorología vial y observa las eventuales formaciones de hielo;

Equipos

Vehículos de intervención

En Francia hay aproximadamente 9000 unidades de servicio de invierno. Hay a menudo diferencias importantes en materia de los equipos en función de las regiones y los tipos de redes.

- el equipo de intervención o el conductor de unidad de intervención: se realiza las intervenciones con las unidades (esparcidores, cuchillas...).

Para las rutas principales, este sistema funciona bastante bien. Para las pequeñas estructuras, puede haber una acumulación de funciones en razón del escaso número de personal: ej. : La patrullera podrá decidir la intervención.

Formación

Para las rutas principales, la formación está organizada internamente. Por regla general, las empresas de autopista disponen de un centro de formación y garantizan las formaciones especializadas para la VI. Para las carreteras nacionales, la formación está organizada en los CVRH (Centro de valorización de los recursos humanos) y garantizada por la red científica y técnica vialidad invernal (aproximadamente 10 personas). Existen otras estructuras públicas y privadas que, mediante cursos de formación, dan formación especial para los recién llegados e iniciaciones en formaciones más generales. Los ingenieros no reciben formación específica en VI.

Problemas operacionales

Los servicios de vialidad invernal intervienen un promedio de 14 días por año, de 0 a 150 días en función de los años y de las zonas. Hay dos veces más de intervención de noche que de día.

Previsión meteorológica

Están disponibles previsiones adaptadas a las aplicaciones viales: Temperatura del aire, temperatura más baja, viento (fuerza y dirección), nubosidad, acontecimientos meteorológicos: precipitaciones (Naturaleza y intensidad), tormenta, niebla, con diferentes presentaciones. Además del prestador histórico que forma parte de los servicios del Estado, existen proveedores privados que proponen ofertas de la misma naturaleza. El ejemplo siguiente se refiere a las prestaciones de météo France.



Boletín VI: comentarios, valoración, previsiones de los fenómenos susceptibles de afectar a los caminos de un departamento o incluso de un tramo de carretera, en las 24 horas. Frecuencia de actualización: 2 veces al día.

Mapas de condiciones meteorológicas: sobre un departamento las previsiones meteorológicas con datos sobre municipios representativos.

Una previsión horaria o clasificación horaria de diferentes parámetros se dará cada común quince minutos. Esto permite ver las previsiones meteorológicas sobre un fondo cartográfico con la ayuda de valores apuntados o pictogramas. Actualmente, la "atmocarte" (Atmo-mapa) proporciona estimaciones todas las horas o 3 horas entre h +3 horas y de 72 horas.

Diagrama condiciones meteorológicas: Cuadro proporcionando una previsión de 72 horas de diferentes parámetros meteorológicos, dado todas las horas o cada 3 horas.

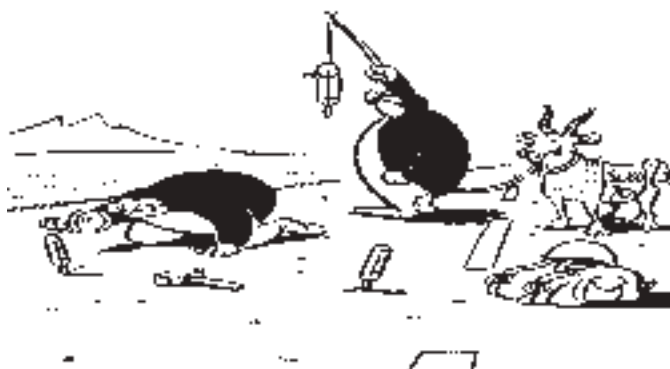
Flash condiciones meteorológicas: Boletín de alerta sobre la previsión de aparición de fenómenos meteorológicos llamados peligrosos (ej. Nevadas, temperatura del aire por debajo de -10 °C...).

Los operadores pueden en general llamar a la Oficina meteorológica para obtener más información. Un producto de previsión de temperatura de la superficie está disponible: previsiones horarios de la temperatura de la superficie de la calzada hasta 72 horas de vencimiento en el conjunto de Francia para las 36 000 comunas. Hay la posibilidad de mejorar las salidas en bruto en las adaptaciones estadísticas sobre temas específicos para los que se dispondría de al menos 2 años de datos observados en la temperatura de baja.

Patrullas

En las autopistas y carreteras nacionales (y habitualmente cuando el nivel de servicio es elevado), hay una patrulla de control todas las 3 y 6 horas que hace de la víspera cualificada (accidentes, limpieza de la carretera y VI). La idea es evitar al máximo la aparición del hielo y eliminar rápidamente todos los acontecimientos perturbadores y de tener a alguien rápidamente sobre el terreno si hay un problema (accidente, atasco...).

En las redes con un nivel de servicio menos elevado, no hay ninguna intervención entre 21 h y 6 h ni a menudo de patrulla. Pero en función de las previsiones meteorológicas, puede haber una patrulla alrededor de 3 o 4 horas por mañana. En algunos casos, hay patrullas sistemáticas si hay un riesgo de hielo incluso en las rutas menos importantes.



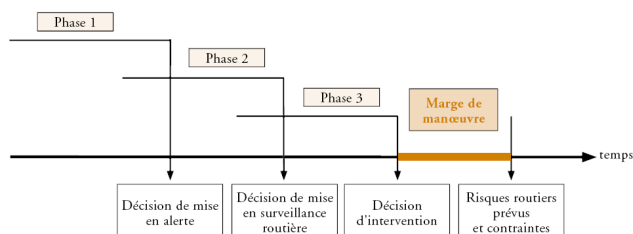
Proceso de decisión

Se pueden catalogar tres tipos de actividades previas a la intervención:

- La consideración de los pronósticos meteorológicos;
- la recopilación de información sobre las redes de carreteras;
- la elección del tipo de intervención.

Estas actividades corresponden a tres niveles de decisión, escalonados en el tiempo con plazos de cada vez más cortos:

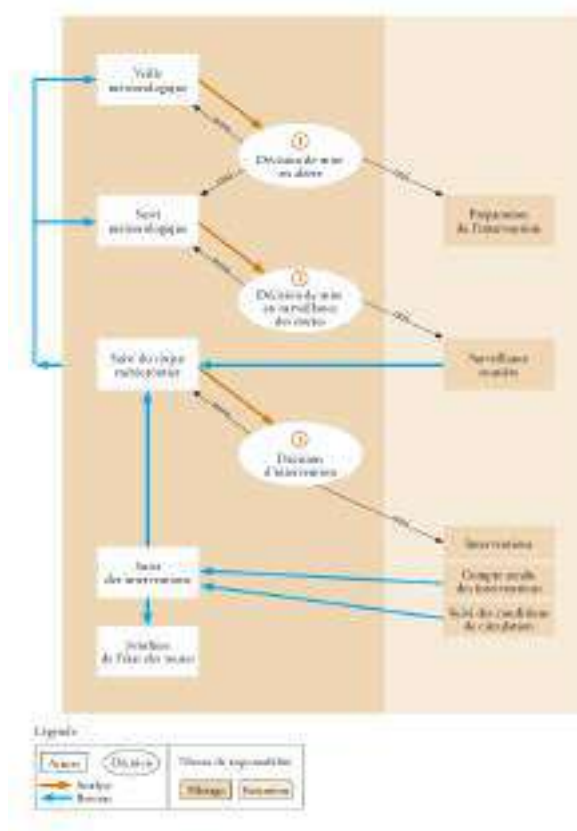
- la decisión de alerta temprana;
- la decisión de puesta en Vigilancia de las carreteras;
- La decisión de intervención.



Se distinguen 3 fases :

- la vigilancia meteorológica cualificada y la decisión de alerta temprana
- el seguimiento meteorológica inmediato y la decisión de vigilancia de las carreteras;
- el análisis de los riesgos por carretera y la decisión de intervención.
-

La información meteorológica, la información proveniente de SADSH, las observaciones de las patrullas se utilizan para adoptar las decisiones de intervención. Los niveles de equipo y de organización son muy variables según el gestor de red. A veces, la lancha patrullera podrá adoptar por sí mismo la decisión de intervenir por sí solo en el centro de explotación. Las patrullas podrán ser realizadas directamente con las unidades de intervención que se refieren si fuera necesario.



Métodos equipos y materiales

No hay ninguna política general para la retirada de la nieve y prácticas pueden diferir; para los puentes de varias vías algunos comienzan por la derecha y otros por la izquierda. Siempre hay también el problema de salidas. Los caminos con un alto nivel de servicio deben volver al negro en condiciones normales muy rápidamente. Para limitar la adherencia a la baja de la nieve húmeda, un tratamiento preventivo puede ser útil (15-20 g/M²). Luego, repasos frecuentes son necesarios especialmente si el tráfico es importante. La salmuera después de cada pasada de cuchilla (15-20G/M²) se recomienda. Si hay menos tráfico, la cuchilla sin sal puede ser suficiente. La sal no debe ser empleada para fundir la nieve (ya que la cantidad sería demasiado importante) sino que debe transformar la nieve para evitar la compactación y facilitar la retirada. El tratamiento depende de la calidad de la nieve.

Una nieve seca y fría sobre una carretera seca y fría adhiere poco y no se compactará por la circulación. El salado de la nieve la transformaría en nieve húmeda que se compactaría por la circulación. Cuando la nieve contiene una pequeña cantidad de agua, y la temperatura del aire es fría (< -3 °C) o la humedad baja (<75%), es preferible emplear sal humedecida.

En las montañas, las nevadas son más importantes, la temperatura del aire más seco es más fría. Por ello la salazón es menos eficaz, un aumento de la cantidad de sal no está recomendada. Un Rasadura más frecuente vinculado a un tratamiento con sal Humedecido puede ser útil. Pero hasta ahora, esos datos son los conocimientos de expertos y con frecuencia no están empleadas por los servicios operacionales.

Carreteras blancas

Algunas ciudades están empezando a adoptar estrategias de barrios blancos, es decir retirada con cuchilla para los acontecimientos de nieve y ningún tratamiento químico. Las carreteras a bajos niveles de servicio pueden no ser objeto de ninguna intervención en invierno, e incluso ser cerradas. Los abrasivos son poco utilizados, excepto en determinadas ciudades y en las estaciones de deportes de invierno (no obstante, utilizan cada vez más fundentes por carretera).

Reglas especiales para camiones

En Francia, casi todos los camiones son semirremolques y cuando una carretera con pendiente (más del 4% por ejemplo) está resbaladiza, no pueden pasar. En las rutas de gran tráfico, los camiones pesados (PL) producen a menudo problemas (accidentes, congestión). La Difusión de información ha mejorado considerablemente con la utilización de las señales de mensaje variable (PMV) y de la radio (BP). Los camiones son a veces invitados a detenerse y esperar en el marco de las medidas adoptadas en los planes inclemencias del tiempo. Sobre las redes menos importantes, no hay de señalización dinámica. En determinadas carreteras, se organizan "convoyes blancos". Aproximadamente 10 camiones siguen un vehículo de intervención recuadro por un vehículo de policía, los vehículos ligeros (LV) pueden circular sobre las otras vías. Pero este sistema funciona con dificultad cuando el tráfico de camiones es muy importante y hace necesaria una buena coordinación entre los servicios que aseguren la VI y la policía.

La circulación

El artículo R414-17 del Código de la carretera precisa los puntos siguientes::

Cuando, en la calzada, una vía de circulación, al menos está cubierta de nieve o de hielo en todo o parte de su superficie::

1° el adelantamiento o el cambio de carril se prohíbe a todo conductor de un vehículo cuyo peso total autorizado en carga sobrepase las 3,5 toneladas o a todo conductor de un conjunto de vehículos cuya longitud superior a 7 metros;

2° se prohíbe a cualquier vehículo el adelantamiento a la maquinaria quitanieves actuando en la calzada.

Existen otra parte de los planes Inclemencias del tiempo para gestionar las situaciones de crisis. Cada plan establece:

- La autoridad coordinadora responsable, así como el PM (puesto de mando) sobre el que podrá apoyarse para llevar a cabo su acción;
- la organización decisoria y de coordinación de las autoridades implicadas;
- la organización operativa de los servicios para aplicar las decisiones adoptadas;
- la Organización de la comunicación hacia los usuarios;
- las diferentes medidas coordinadas de explotación que puedan ser aplicadas según el contexto.

Su objetivo es garantizar el máximo de seguridad para los usuarios, especialmente con ocasión de fuertes inclemencias del tiempo, mediante:

- información de usuarios;
- una gestión del tráfico por carretera para garantizar una salida óptimo de la circulación incluso en condiciones de vialidad degradada;
- asistencia de socorro a usuarios bloqueados.

Métodos, equipo y material

Descongelación química

Se utilizan, la mayoría del tiempo, esparcidoras desmontables equipadas para sal humedecida.

La sal humedecida se compone de salmuera y de sal en grano. La salmuera (agua saturada con sal) se produce en el centro de intervención con agua y NaCl. Los salmueras de calcio y de magnesio son utilizadas muy raramente.

En el 99% de los casos, se utiliza NaCl sólida o en salmuera. En situaciones excepcionales (temperaturas muy frías, lluvia helada) Algunos utilizan nacl sólido y la salmuera de CaCl₂.

La proporción de salmuera y sal sólida puede decidirse en función del tiempo, pero es habitualmente entre 15 y el 30% de salmuera. En Francia, casi todos los esparcidores permiten la utilización de la sal humedecido.

Las decisiones dependen del fenómeno a tratar. Con sal humedecida, es posible usar dotaciones de 5 g/m² para un tratamiento preventivo. Cada vez más, se está tratando de almacenar la sal en locales cerrados para limitar las pérdidas, el impacto sobre el medio ambiente y la disminución de calidad.

Aspersión automática de salmuera:

esta técnica se inauguró en Francia hace una decena de años, pero es relativamente poco utilizada por su costo. Se usa en autopistas con tráfico pesado importante y pequeñas secciones de 100 a 300 m.

Retirada con cuchilla :

La utilización de cuchillas de retirada está generalizada.

Arena/Áridos

Apenas se da en Francia.

Pavimentos drenantes

Los pavimentos drenantes tienden a ser tratados de manera diferente. Un documento pedagógico explicita las dificultades particulares dadas en estos revestimientos y propone los métodos de vigilancia y de tratamiento. Las concentraciones medias son más importantes (entre 50 y 100%) y puede haber hasta dos veces más intervenciones. En caso de nieve, las empresas de autopista prevén una pasada cada 20 minutos.

Los betunes bituminosos finos son también problemáticos a veces. La única solución conocida es prever más intervenciones y usar dotaciones más importantes.

Puentes

No existe reglamentación con disposiciones especiales para garantizar la explotación invernal de puentes. Sin embargo, hay un conjunto de medidas contenidas en los diversos documentos o normas destinadas principalmente a los diseñadores de estructuras. El recurso a los fundentes no corrosivos para tratar sistemáticamente todos los puentes no se justifica hoy. Las obras de construcción reciente, o más antigua, pero que se han beneficiado de una revisión reciente y de una actualización, se benefician de disposiciones constructivas o de técnicas de protección modernas. Para éstos, no es necesario recurrir a fundentes especiales no corrosivos. El recurso a los fundentes especiales no corrosivos se reserva, pues, a los puentes metálicos que no hayan sido objeto de un mantenimiento específico en los dos últimos decenios o que presenten corrosiones locales.

Avalanchas

Hay una organización especial para la previsión de los aludes. Las barreras anti avalanchas pueden ser instaladas. Las estaciones meteorológicas de altitud (llamadas NIVOSE) registran la información meteorológica y las características del manto de hielo. En las estaciones de esquí, personal cualificado realiza cada semana sondeos en la nieve para examinar la evolución de los diferentes sectores.

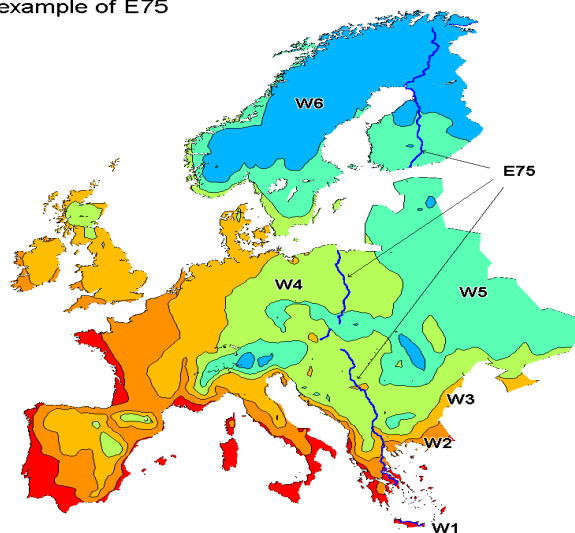
Un modelo llamado SAFRAN-CROCUS-MEPRA, que tiene en cuenta los pronósticos meteorológicos y los parámetros físicos de las diferentes capas de cubierta de nieve, calcula el riesgo de avalancha para un punto determinado. La información se difunde por distintos medios a los usuarios (televisión, radio...). Cuando es posible, los aludes pueden activarse artificialmente en caso de peligro

3.3 Evaluación de resultados

Medición de eficacia

La dirección de carreteras ha hecho, hace algunos años, una evaluación de sostenibilidad invernal con los parámetros siguientes: Consumo de sal, coste por kilómetro, número de horas-hombre. Investigaciones de satisfacción de los usuarios han sido realizadas. Las inspecciones se realizan para comprender la forma en que las directrices se aplican en los servicios. La DIT (nueva Denominación de la dirección de carreteras) reflexiona acerca de la puesta en marcha de indicadores y en particular de indicadores de satisfacción de los usuarios.

**Determination of the linear
by climatic zones
example of E75**



3.4 Seguridad vial e información

Información de usuarios

Antes del invierno, la información se difunde por los gestores por carretera en diversas formas en los medios de comunicación (radio, prensa) o en lugares públicos, municipalidades, etc. Los mapas de los niveles servicio se distribuyen. En lo que respecta a la información sobre los acontecimientos meteorológicos de carretera, hace a los convenios entre los administradores por carretera y las radios locales. Los servicios por carretera disponen también de sitios de Internet con pantalla en tiempo real de las condiciones de rutas. Las nuevas tecnologías permiten las canales de información rápidos y fiables (esparcadoras equipadas con GPS, utilización de los teléfonos móviles, etc...).

En la red de autopistas, existe una estación de radio especial que difunde la información vial (107.7). También existe una señalización dinámica. Los usuarios y transportistas son

- Mejora de los sistemas de visión embarcados en la ayuda a la conducta con métodos de restauración de imágenes en presencia de lluvia, y Estimación de la visibilidad por tratamiento de imágenes
- prototipo de medición de la salinidad residual en superficie, y un programa de evaluación de las cantidades extendidas
- software de tratamiento de fotografías permite apreciar la cantidad de sal aplicación de un dispositivo de servicio de invierno. Además, contribuye a cuantificar la homogeneidad longitudinal y transversal de esparcimiento
- Dispositivo de determinación de las características termofísicas de materiales de la infraestructura viaria (térmicas radiativas)
- adaptaciones del software de previsión de la temperatura y el estado de la superficie de la calzada adaptado a las rutas, con módulo dedicado a los Fundentes por carretera, en relación con Météo France
- Desarrollo de los ensayos para verificar las dotaciones (dispositivos ODEMIE);

Caractéristiques du conducteur liées à la conduite	Typologie	Effet(s) / effet(s) attendu(s)	Traduction pour la caractérisation et l'information des usagers		
			Perception du danger	Possibilité d'un litige	Déroulé à l'échelle des usagers
C1		Diminution (forte)	Sans effet	Sans effet	« Sujet probable » « Une suite de décisions sera compliquée sans danger »
C2		Diminution (faible)	Faible (perte de vigilance, temps de réaction)	Faible, possible en cas de temps de réaction supérieurs à 2s	« Sujet probable » « Une suite de décisions sera compliquée sans danger »
C3		Difficile (faible)	Sans effet	Faible	« Sujet probable » « Une suite de décisions sera compliquée sans danger »
C4		Impossible (forte)	Sans effet	Difficile	« Sujet probable » « Une suite de décisions sera compliquée sans danger »

4. I+D+i para la mejora de la vialidad invernal

4.1 Nueva tecnología e investigación

Los trabajos de investigación en el ámbito de la vialidad invernal se asocian estrechamente a los enfoques metodológicos y de organización. Algunos de los trabajos se dedican a precisar de manera más precisa los estados de la calzada (ECi) utilizados para la definición de los niveles de servicio. Las actuales investigaciones en curso son:

- Mejora de instrumentos digitales de previsión de la temperatura de superficie (tarjetas de susceptibilidad de caso de hielo, enfoque estadístico basado en la regresión lineal múltiple),
- Thermolog, un software de determinación de sensibilidad a la aparición de hielo de rutas por carretera, que se basa en la firma thermohydrigue de un itinerario y que ayuda a los gestores a implantar paneles y estaciones meteorológicas-viarias,
- Herramientas de determinación de la visibilidad meteorológica por utilización de una cámara vial y de cámara infrarroja, para tener acceso a una distancia de visibilidad, en metros,



Prototipo de medida de salinidad residual sobre superficie mojada



Dispositivo ODEMIE

- Análisis óptico de la distribución de los Fundentes sobre una superficie vial

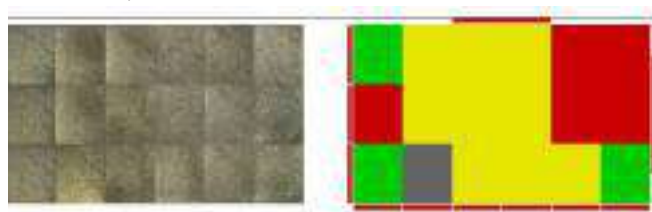


Imagen de reparto de NaCl en grano

- Experiencias en cuanto a la guía de unidades de servicio de invierno (SA) (GSM/SIIG
- Desarrollo de los protocolos de los ensayos para determinar el « el valor de uso » de los fundentes.

4.2 Nuevos enfoques de gestión y de organización

La metodología para determinar los niveles del servicio ha sido puesta al día en 2009 y una nueva circular de aplicación para la red de carreteras nacional va Véase el día próximamente. Los planes nieve y los planes de gestión de la circulación son operativos.

4.3 Cooperación transnacional para mejorar los niveles de servicio entre los países vecinos

Se da una cooperación fuerte al nivel europeo y los trabajos del COST 353, han permitido sentar las bases de una reflexión sobre los niveles de servicio europeos. Los trabajos de normalización se realizan a nivel europeo.

Existe cooperación con el Ministerio de transportes de Quebec sobre los fundentes para carretera y el medio ambiente. Un informe común está en curso de realización y permitirá orientar futuras reflexiones sobre la materia.

5 Referencias

Una web reúne los conocimientos en el ámbito de la viabilidad invernal es operativo y accesible a todos :

<http://www.viabilite-hivernale.developpement-durable.gouv.fr/>



ISLANDIA



ÍNDICE

1. Demografía y Carreteras

1.1. Información de país

Superficie	103,000 km ² .
Latitud	64°08'N
Población	320,000
Densidad	3.1 por km ²

Islandia está situada en el centro del Océano Atlántico Norte, a unos 290 kilómetros al este de Groenlandia y 970 km al oeste de Noruega. Compuesta principalmente por una meseta, en Islandia la altura promedio sobre el nivel del mar es de 500 m y el punto más alto es 2.110 m. Sólo una cuarta parte del país se encuentra por debajo de los 200 m : línea de contorno. El centro de la isla es montañoso, rodeado de tierras bajas costeras, fiordos y valles de abrasión marina y erosión de los glaciares. La economía depende principalmente de la exportación de los productos de manufacturas de uso intensivo de energía (24%), pesca (27%) y turismo (20%). La red de carreteras desempeña un papel importante en el transporte local de los productos marinos para su procesamiento y para la exportación y un creciente turismo.

1.2. Red vial y tráfico

La Administración Islandesa de Carreteras, ICERA, es la responsable de la red de carreteras, mientras que los municipios cuidan las calles y caminos dentro de las áreas pobladas. La red de carreteras de ICERA incluye 12.898 km, de los cuales 5.252 km son carreteras pavimentadas. La red de carreteras se divide en:

Tipo de carretera	Longitud
Total ICERA	12,898 km
Principales	4,425 km
Acceso local	3,091 km
Principales de montaña	505 km
De montaña	1,921 km

Las carreteras principales conectan áreas de 100 o más habitantes, las carreteras secundarias conectan carreteras primarias o carreteras principales con carreteras de montaña, pueblos pequeños y destinos turísticos populares, las vías locales de acceso conectan granjas o lugares públicos fuera de las zonas pobladas y sin acceso por carreteras secundarias y primarias, y por último la carreteras de montaña cruzan el altiplano, montañas y páramos, y tienen un servicio limitado o, a menudo, permanecen cerradas en invierno. La mayor parte del tráfico se mueve en un 40 km de circunferencia alrededor de la zona de la capital en el suroeste, donde reside aproximadamente la mitad de la población. Este mapa muestra la distribución del tráfico en la red de carreteras:



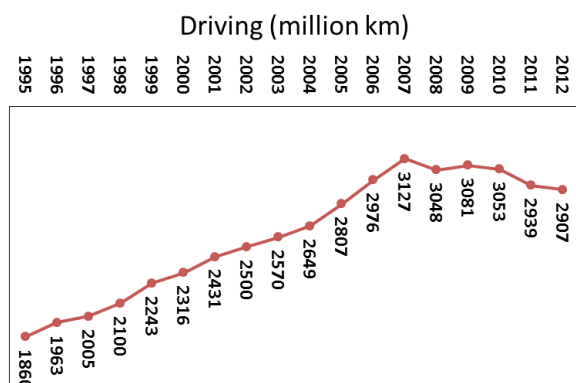
Parque de vehículos a 31 Diciembre 2012:

242.500 vehículos en total, de los cuales

210.000 turismos

32.500 vehículos comerciales

El tráfico de vehículos pesados comerciales ha aumentado considerablemente desde que se paró el transporte marítimo a lo largo de la costa a finales del año 2004. Sin embargo, el crecimiento del tráfico ha cesado después de la recesión económica. El siguiente diagrama muestra una estimación total del tráfico en la red de carreteras islandesas.



2. Clima

2.1. Áreas climáticas, eventos invernales a ser mitigados

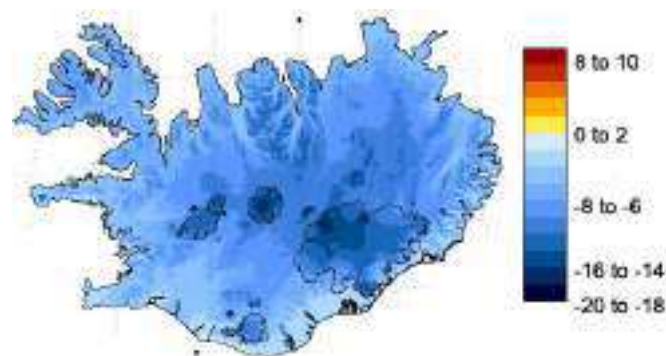
Islandia tiene un clima oceánico y no sufre las condiciones extremas de temperatura del clima continental. Los inviernos son suaves, pero el verano es fresco. Hay una gran diferencia entre el clima de las tierras bajas costeras, y por otra parte el clima de la meseta central y la parte superior de las montañas. Hay también algunas diferencias entre el norte y el sur. Las temperaturas disminuyen y las precipitaciones aumentan con la altura sobre el nivel del mar. El norte de Islandia es generalmente más frío que en el sur en invierno y tiene más nieve, mientras que en invierno los períodos de lluvias son más frecuentes en el sur.

Los vientos fuertes se producen con frecuencia, especialmente durante el invierno. El servicio de carretera se enfrenta a los retos del hielo, la nieve y la nieve a la deriva ya que, debido a la escasa vegetación y la ausencia de bosque, afecta al conjunto de la red de carreteras. Las avalanchas de nieve son una amenaza en algunas vías con bajo volumen de tráfico en zonas rurales. La reducción de la capacidad de carga y los daños en la carretera durante períodos de deshielo invernal son una preocupación creciente por la vejez de algunas vías.

2.2. Estadísticas sobre temperaturas, hielo y precipitación

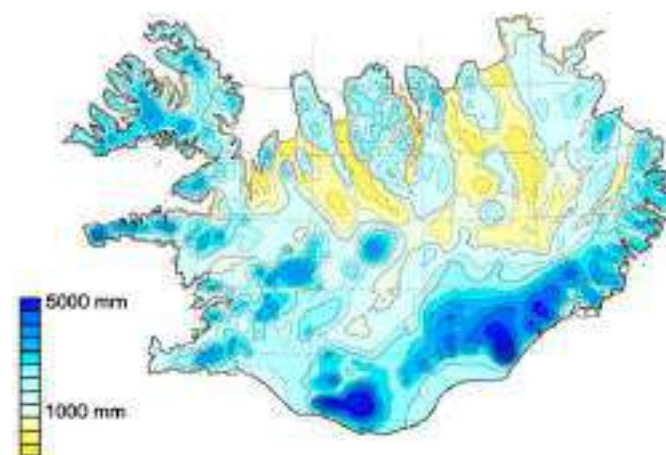
En general, la nieve cubre el suelo durante la mayor parte de la mitad y finales de invierno en las zonas donde la temperatura media del mes más frío es inferior a -4°C . En la estación de Reykjavík, en el noreste del altiplano, la nieve cubre el suelo completamente durante 135 días al año. En Reykjavík, en el suroeste, este número baja hasta un 55 de promedio. La temperatura mínima es inferior a $0,0^{\circ}\text{C}$ 123 días al año de promedio en Reykjavík, y 161 días en Akureyri, al norte. Estos valores son típicos de las tierras bajas.

Temperatura mínima media en enero:



El norte es, de media, más seco que el sur, a pesar de las importantes excepciones que se pueden encontrar localmente. Por lo general, la precipitación es ligera. Reykjavík, por lo tanto, tiene una precipitación media de 221 días al año, pero en 148 de éstos la precipitación es superior o igual a 1 milímetros. En Akureyri las cifras correspondientes son 171 y 103.

Precipitación anual media:



Se registra nieve o aguanieve 82 días por año en Reykjavík, y 96 en Akureyri. Se produce, lluvia helada aproximadamente una vez al año en cada ubicación. Las ventiscas de nieve son un importante problema de tráfico, especialmente fuera de las ciudades principales. Estas condiciones son las que se sufren en las zonas costeras.

Los problemas invernales aumentan considerablemente con la altura sobre el nivel del mar. En las cercanías de Reykjavík la frecuencia de días con cobertura de nieve, por ejemplo, aumenta de 55 en Reikiavik (52m s.n.m.) a 91 en Stardalur (a unos pocos kilómetros al este, a 185 m s.n.m.). El promedio anual de precipitaciones en Reykjavik para el período 1961-1990 fue de 800 mm, para Akureyri fue 490 mm y para Eyrarbakki, en la costa sur, el promedio anual de precipitaciones fue de 1.370 milímetros.

2.3. Índice invernal

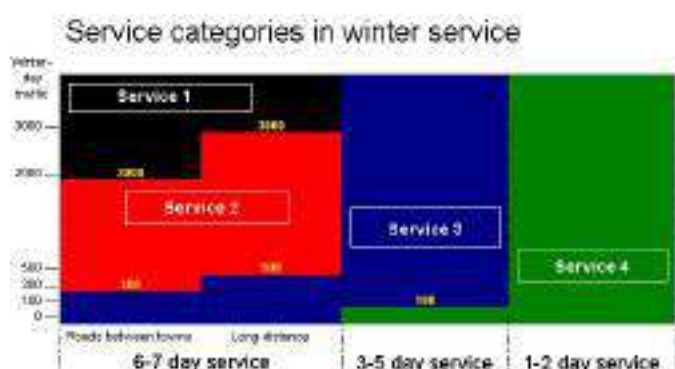
El ICERA elaboró un índice invernal para distribuir el presupuesto entre las diferentes regiones. El índice refleja los valores críticos y las tendencias de la temperatura, la humedad y el viento.

3. Gestión invernal de carreteras

3.1. Estándares y reglas

ICERA lleva a cabo el control del hielo y la nieve, la información del tráfico y la gestión invernal de las carreteras acorde a las normas establecidas por el Ministerio del Interior. El funcionamiento del servicio de invierno se contrata a empresarios privados. ICERA se financia con cargo al presupuesto del estado y los impuestos abonados por los usuarios de las carreteras.

Hay cuatro categorías de servicio, elaboradas considerando la función de la carretera y el volumen de tráfico.



- Category 1
- Category 2
- Category 3
- Category 4

Requisitos de calidad de servicios de mantenimiento invernal:

- Objetivos de servicio;
- Nivel de servicio/ Categoría;
- Marco de tiempo para actuaciones;
- Profundidad máxima de nieve y regularidad de superficie de carretera;
- Condiciones de hielo/fricción;
- Visibilidad en intersecciones y allanamiento de bancos de nieve.

Por otro lado, las carreteras en la parte inferior las clases de servicio son objeto de actuaciones y control diferentes número de días por semana.

El nivel de servicio 1 está sujeto a una estrategia de « carretera negra » y depende de un continuo uso de productos químicos fundentes. Sólo se utiliza NaCl. El principal método de aplicación es el de sal pre-humidificada. El resumen de los requisitos relativos a los servicios de carreteras en las categorías de servicio 1 y 2 es el siguiente;

Summary of Winter Service Quality		Service Class	
Standards		1	2
Service hours	In town	24 / 7 service	06:00 - 22:30
	60 km from town		08:15 - 22:00
	120 km from town		10:30 - 21:30
Critical snow depth for service		2 cm	4 cm
After snowfall, ploughing		2 hours	3 hours
After road closure, snow removal is completed within		-	3 hours
Max. service cycle duration		2 hours	
Max. service route pr. vehicle		50 km	
Maximum snow depth		5 cm	12 cm
Maximum track depth		1 cm	2 cm
Min. friction coefficient	Generally	$\mu > 0.25$	$\mu > 0.15$
	Curves and slopes	$\mu > 0.25$	$\mu > 0.25$

Los niveles de servicio 2, 3 y 4 permiten una cierta cantidad de nieve compactada y hielo con criterios de fricción mínima. La sal se usa en estos niveles más bajos sólo cuando es razonable debido a las condiciones climáticas, como por ejemplo en otoño y primavera.

3.2. Organización y operativa del mantenimiento invernal

■ Gestión y organización

ICERA dirige dos centros de control y vigilancia que comparten la organización general del servicio de invierno, el clima y el seguimiento de las condiciones de la carretera 24 horas al día, 7 días por semana, a partir del 15 de octubre hasta el 30 de abril. A nivel nacional existen 18 centros de servicio regionales de coordinación que organizan la labor de los contratistas responsables de las tareas operacionales. La evaluación del estado de carretera es llevada a cabo por los contratistas. En las carreteras principales de grandes ciudades, es el ICERA quien da servicio, cumpliendo estándares basados en contratos con las autoridades municipales locales.

La flota de equipos de servicio se compone, principalmente, de camiones con cuchilla quitanieves y esparcidores de sal. Las máquinas quitanieves dinámicas son muy importantes para el servicio invernal en carreteras de montaña y carreteras principales expuestas. El empleo de niveladoras en la retirada de nieve y hielo se está reduciendo en favor de máquinas quitanieves de empuje. Las niveladoras, eso sí, siguen teniendo importancia a la hora de nivelar bancos de nieve en los arcenes de zonas expuestas.



Dependiendo del nivel de servicio, la ruta un vehículo varía entre 50-120 km. Por lo general hay 1 o 2 hombres por camión. Los códigos internos de ICERA definen los responsables de las diferentes tareas de servicios de invierno:

Unidad	Tareas / Responsabilidades
Directiva ICERA Departamento de servicio	Procurador General del servicio Central de planificación y organización Estándares de servicio y normas Asignación de nivel de servicio Funcionamiento de RWIS y otros sistemas de información de carreteras Formación
Centro de Control y Supervisión 2 centros nacionales	Monitorización de condiciones meteorológicas y de carretera Planificación y coordinación Registro y procesamiento de información Evaluación de servicio
Centros de Servicio Regionales 18 centros	Inventario Gestión operativa diaria Control: - Estado de carretera in-situ - calidad de servicio - presupuesto
Contractors	Tareas operacionales - Retirada de nieve - esparcido de fundentes y arena

Los cierres de carreteras son realizados por la policía en condiciones meteorológicas adversas acorde al criterio de ICERA. El riesgo de avalanchas, inundaciones, etc. , también



puede dar lugar al cierre de la carretera. Los sistemas de geoposicionamiento de vehículos y de registro de la actividad se utilizan para la liquidación servicios, así como para el control

de calidad. El equipo, compuesto por un dispositivo de telecomunicaciones (GSM) y de los sensores, se ha instalado en los equipos quitanieve con esparcidores de sal y salmuera, así como por debajo de la carrocería y en las cuchillas para recopilar automáticamente información acerca de la ubicación, las actividades, la velocidad, la distancia, los tratamientos y el tiempo. En el momento de la recepción de datos desde un dispositivo, la posición se representa gráficamente en el sistema de carreteras, junto con la información sobre el esparcido de sal o arena, la longitud de la carretera, etc.

■ Información de meteorología de carretera

ICERA tiene contratos con la Oficina Meteorológica de Islandia. En el actual sistema de información para ICERA, los datos se recogen en una base de datos central. El período de predicción meteorológica abarca un máximo de seis días. Hay aproximadamente 100 estaciones meteorológicas de carretera, 19 de las cuales producen meteogramas de 6 días:



- **Uso de las tecnologías de la información para la gestión eficiente y para evitar peligro mediante el suministro de información a los usuarios de la carretera**

Se proporciona información y advertencias por radio, internet, tele-texto, servicio de teléfono y SMS.

4. I+D+I para la mejora del servicio invernal

4.1. Nueva tecnología

ICERA está desarrollando diferentes modelos e instrumentos para mejorar la disponibilidad de información meteorológica. Entre los sistemas que se han desarrollado y que están sujetos a validación son;

Pronósticos de rachas de viento puntuales. El modelo utiliza las estadísticas históricas sobre la relación entre medida ráfaga de viento en la carretera las estaciones meteorológicas y la previsión de las condiciones atmosféricas. El modelo indica la probabilidad de ráfaga de viento por encima de un cierto umbral para un punto en particular las 28 horas siguientes.

Pronóstico de espesor de helada para cálculo de las condiciones de congelación/descongelación del subsuelo de carretera. El modelo toma las lecturas de la sistema de vigilancia de profundidad de helada desarrollado previamente para ICERA como condición inicial, y lo extiende cinco días incorporando previsiones meteorológicas. Esto permite evaluar las condiciones de la sub-base para indicar cuando son necesarias limitaciones de carga para carreteras con baja capacidad.

Un sistema de predicción de temperatura de la superficie vial y de riesgo de hielo está en desarrollo. El modelo otorga pronósticos de precisión de las temperaturas de carretera bajo las condiciones más críticas, como la congelación súbita de un punto en la red de carreteras. Este pronóstico es importante, por ejemplo, cuando camino las temperaturas de carretera descienden por debajo del punto de congelación debido a las emisiones de onda larga de la superficie (debido a un cielo claro), incluso cuando las temperaturas del aire están todavía bastante por encima del punto de congelación.

Sensor de detección de sal residual y hielo. El sensor indica la temperatura de la superficie por carretera, la temperatura de congelación del líquido presente en la superficie y una estimación de la sal residual en la superficie del pavimento.



Personalización de dosis de sal. Un nuevo procedimiento para definir la dosificación de un tratamiento de la sal está a prueba en el centro de control y vigilancia de la zona de la capital. El objetivo es utilizar información disponible sobre estado de la carretera, incluyendo la sal residual, clima y tráfico para definir el patrón de dosificación de sal. El objetivo es utilizar menos sal sin comprometer la calidad del servicio.

Modelado de Sal Residual (proyecto MORS). ICERA participa en el proyecto NordFoU MORS. El objetivo es desarrollar un modelo que sea capaz de predecir la evolución de sal residual en la vía, teniendo en cuenta tráfico, carreteras y los parámetros meteorológicos.

4.2. Nuevas aproximaciones a la gestión y la organización

La jerarquía descrita en el capítulo 3.2 es un nuevo enfoque organizativo adoptado por ICERA en 2012. La nueva estructura facilita una administración más centralizada con el fin de armonizar prácticas en las regiones y permitir una mayor flexibilidad en el uso de la fuerza de trabajo sin límites administrativos. Centralizar la vigilancia y la emisión de órdenes tiene beneficios económicos y se cree que es más fiable. Formación. Desde otoño de 2012, se decidió que todos los miembros del personal de administración y operación de invierno deberán someterse a un curso de formación.

5. Referencias

Información de tráfico y meteorología en la web de ICERA:

<http://www.vegagerdin.is/english/>

Statistics Iceland: <http://www.statice.is/>

The Road Traffic Directorate:

<http://www.us.is/umferdarstofa/english>



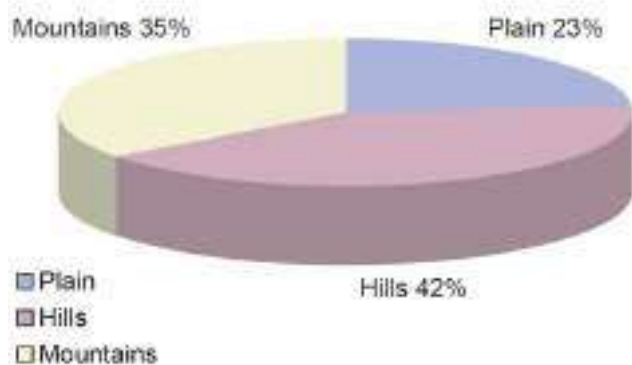
ITALIA



1. Demografía y carreteras

Superficie	301.302 km ²	
Población	60 millones	
Longitud de la red viaria	Red nacional y autopistas	31.000 km
	Carreteras provinciales	141.000 km
	Carreteras municipales	300.000 km
Latitud (capital)	41°53'N	

Estadísticas del país y de las carreteras



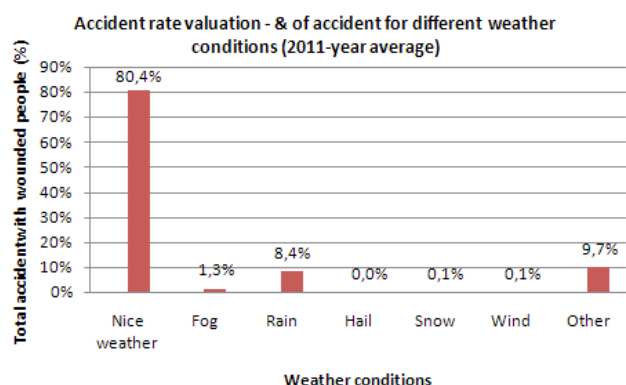
Orografía

	Llano	colinas	Montañoso	Total
Área (km ²)	69,902	125,342	106,058	301,302
%	23.2	41.6	35.2	100,0

2. Clima

Estadística de temperaturas y precipitaciones

		Alt.	Temperatura media mensual (media de 5 años) (°C)	Temperatura mínima (media de 5 años) (°C)	Nevadas (media de 4 años)	Precipitaciones (media de 5 años)						
		(m)	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	días	mm.
Lombardia (Norte)	Milán	107	3,6	3,4	4,7	9,3	-4,0	-4,9	-3,2	0,3	3	720
	Monte Bisbino	1.319	2,4	1,3	1,2	3,6	-2,7	-5,3	-7,7	-3,8	21	1363
Lazio (Centro)	Roma	18	9,1	7,4	7,9	9,5	-1,5	-2,1	-2,2	-0,1	1	490
	Monte Terminillo	1.874	-0,1	-0,1	-2,1	0,5	-7,7	-8,3	-10,9	-9,4	7	1045
Calabria (Sur)	Reggio Calabria	11	13,1	13,4	11,9	13,4	5,9	6,4	5,7	6,9	1	341
	Monte Scuro	1.710	0,5	-0,2	-1,3	1,1	-7,3	-6,9	-7,9	-7,4	4	841
Cerdeña (Islas)	Cagliari	4	11,0	10,3	9,8	11,9	3,8	1,5	2,3	3,6	1	378
	Fonni	1.022	6,8	6,5	5,8	6,5	0,8	-2,5	0,5	-0,4	5	808



Accident rate valuation - % of accident for different weather conditions (2011-year average)	
Nice weather	80%
Fog	1,3%
Rain	8,4%
Hail	0,0%
Snow	0,1%
Wind	0,1%
Other	9,7%

Accidentes anuales en carretera/condiciones meteorológicas (Media año 2011)

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1 Normas y disposiciones

El Ministerio de Transportes e Infraestructuras establece las normas mínimas y las reglas para la eliminación de nieve y escarcha en las carreteras nacionales y autopistas.

OBJETIVOS

El objetivo principal del mantenimiento de carreteras en invierno es mantener a los usuarios de carreteras en circulación y / o volver a abrir rápidamente el tráfico en invierno tras el cierre de alguna carretera. Para conseguirlo se necesitan intervenciones urgentes a lo largo de la red de carreteras y autopistas gestionadas por el servicio y sujetas a nevadas y heladas.

Descripción

El mantenimiento invernal de carreteras abarca las siguientes actividades:

- Retirada de nieve: incluye la eliminación de capas de nieve, barro y hielo de la acera, de los arcones de las calzadas dotadas de New Jersey o sistemas de protección lateral, de los puentes

y viaductos, y de los túneles (emboquille de entrada y salida)

- Tratamientos fundentes: consisten en la aspersión previa de sales fundentes en las carreteras y / o mezclas anticongelantes (sales y agregados) con el fin de evitar la formación de hielo en pavimentos, puentes y viaductos, y cerca de los túneles (emboquilles de entrada / salida)
- Asistencia de emergencia: consiste en la retirada de nieve y tratamiento antihielo mediante equipos especiales de operación para la realización de intervenciones urgentes (activados mediante una llamada)
- Tala de árboles peligrosos y eliminación del material de desecho;
- Eliminación de los árboles dañados por nevadas, cortando las ramas que cuelgan, para posteriormente seccionarlas en trozos.

Suministro de servicios

Las oficinas de los distintos departamentos preparan una planificación constante de este tipo de actividades de acuerdo a las características meteorológicas y altimétricas de las áreas relevantes.

La disponibilidad de personas y medios para hacer frente a una emergencia repentina y / o situaciones imprevisibles se garantiza independientemente de las malas condiciones meteorológicas (nevadas y / o heladas) y teniendo en cuenta la necesidad de mantener un alto nivel de calidad de servicio al tiempo que se reducen los riesgos en las redes de carreteras y autopistas que se gestionan.

Todas estas actividades se llevan a cabo mediante equipos entrenados y equipados con medios mecánicos, quitanieves, turbo-fresadoras y esparcidores de sal.

Las actividades previstas se llevan a cabo normalmente de forma continua durante un período de 6 meses (noviembre-abril) durante todo el día, tanto en días laborables como festivos.

Todas estas actividades se ejecutan de tal manera que provoquen la menor congestión de tráfico posible. Además todas ellas son llevadas a cabo mediante señales y barreras ad-hoc.

Tiempo de suministros

Las actividades anteriores generalmente se implementan de acuerdo con el siguiente plan:

- Retirada de la nieve y tratamiento antihielo según la frecuencia de las nevadas y formación de escarcha durante un periodo de entre 4 y 6 meses, dependiendo de las características orográficas de la red;
- Activación de emergencia tras llamada (personal de monitorización de la Agencia para la Construcción y Gestión de las Carreteras Nacionales -ANAS-, la policía, etc.) debido a situaciones de emergencia, por lo general, dentro de los 60 minutos siguientes a la llamada durante todo el día, tanto en jornadas laborables como festivas.

INDICADORES DE RENDIMIENTO E INDICADORES RELEVANTES RELACIONADOS CON EL SERVICIO DE CARRETERAS Y AUTOPISTAS.

Indicadores de rendimiento de la red de carreteras estatales:

Índice de retirada de nieve

Indicador de retirada de nieve (I_{SN}): es un ratio entre el rendimiento en la retirada de nieve (SN_{cons}), medida en el número de carreteras cerradas al tráfico durante más de 12 horas, sin incluir casos excepcionales, y el valor máximo previsto.

$$I_{SN} = 2 - \frac{SN_{cons}}{SN_{rif}}$$

Donde:

- $SN_{cons} = (SN_{cons1} + SN_{cons2} + \dots + SN_{consn})$

(Cierre total del tráfico durante 12 horas)

- SN_{rif} = Valor máximo permitido del número de carreteras cerradas al tráfico durante 12 horas, sin ninguna excepción.

Excepcionalmente se programan cierres de carreteras (ej. puertos de montañas) o durante nevadas excepcionales (más que la media de los últimos 5 años)

Índice sintético

El mismo índice se utiliza tanto para la eliminación de nieve como para el corte de hierba (I_{se}), señales horizontales de tráfico (I_{so}), trabajos de maquinaria tecnológica (I_{il}), trabajos de pavimentación de emergencia en carreteras (I_{pav}) y también informaciones de tráfico (I_{im}).

Para cada indicador específico se asocia un factor de ponderación decimal que tiene en cuenta el tamaño diferente de las medidas de referencia asociadas con cada uno de ellos.

Indicator	Incidence
Mowing Grass I_{se}	20%
Clear Snow I_{SN}	10%
Markings I_{so}	20%
Reconditioning operations Technological Systems I_{il}	10%
Reconditioning operations flooring emergency I_{pav}	20%
Informability I_{im}	20%

Así se calcula el índice sintético y su fórmula es:

$$I = (0,2 * I_{se} + 0,1 * I_{SN} + 0,2 * I_{so} + 0,1 * I_{il} + 0,2 * I_{pav} + 0,2 * I_{im})$$

Un valor bajo de la unidad puede llevar a la aplicación de una penalización en los siguientes términos:

Penalty	Value indicator	Scope of the penal annual value of resources acquired pursuant to art. 19, paragraph 9-bis of Law 102/2009 and subsequent amendments and the intended operating activities
Nothing	$0,95 \leq I < 1$	0
Minimum	$0,9 \leq I < 0,95$	0,01% up to a maximum of € 100,000
Middle	$0,8 \leq I < 0,9$	0,02% up to a maximum of € 50,000
Maximum	$I < 0,8$	0,03% up to a maximum of € 200,000

Carreteras bajo inspección

El cálculo de los indicadores para medir el rendimiento de la ANAS en el desempeño de las actividades sujetas a inspección se lleva a cabo en una muestra de carreteras bajo su gestión. La elección de las carreteras debe guiarse por la utilización de parámetros apropiados de selección que permitan identificar una muestra significativa.

La selección de las carreteras se puede hacer teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo de carretera (carretera, cruce, carretera);
- Los volúmenes de tráfico;
- Importancia estratégica de la carretera;
- Distribución geográfica a lo ancho del país.

3.2 Información y previsiones meteorológicas

La información y previsión meteorológicas son proporcionadas por la Fuerza Aérea Italiana (Aeronautica Militare Italiana), que se encarga de la recogida y el procesamiento de datos y productos meteorológicos (análisis, previsiones, consejos, etc.) en todo el territorio nacional.

3.3 Seguridad e información vial

La información meteorológica y del tráfico emitida por radio para los usuarios es procesada y difundida por el centro de información (CIIS) a través de las siguientes redes nacionales: RTL (102.5 MF) actualizada cada 30 min. entre las 06.30 y 21.00. RADIO RAI: actualizado cada 30 min. como máximo. ISORADIO: (103 Mhz): cada 30 min. abarcando toda la red de autopistas.

El centro de información CIIS fue creado en 1990 por iniciativa del Ministerio de Infraestructuras y Transportes (el entonces Ministerio de Obras Públicas) y del Ministerio de Interior, como un medio para la seguridad vial regulado por la ley n.556 del 30.12.1998 y regulaciones posteriores.

Este servicio se lleva a cabo en cooperación con ACI, ANAS SpA, Autostrade per l'Italia SpA, Arma dei Carabinieri, Polizia Stradale, RAI y la Policía Municipal en Roma

3.4 Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

En lo que respecta a las condiciones meteorológicas invernales, Italia tiene características muy diferentes a lo largo del territorio. Las fronteras del norte del territorio italiano flanquean con países que tienen estaciones más largas, mientras que el sur se caracteriza por una larga temporada de calor y sol. Las montañas aparecen en todas las regiones de Italia por lo que el territorio y el tiempo es variable en todas partes. Sólo el 23% del territorio nacional es llano. Los Alpes cruzan todas las regiones del norte italiano, con el Mont Blanc, a 4810 m, como la montaña más alta. La cadena montañosa de los Apeninos se extiende de norte a sur. En los Apeninos, muchas montañas tienen más de 2.000 m, con el Gran Sasso alcanzando los 2.914 m. En las dos islas italianas más grandes también hay montañas altas como el Etna (3340 m), en Sicilia, y Gennargentu (1.834 m), en Cerdeña.

Estas características provocan una gran variedad de climas y microclimas, por lo que se ha de prestar especial atención a la posibilidad de nevadas, así como al hecho de que se produzcan en regiones con poca probabilidad situadas en latitudes meridionales y cerca del mar. La nieve es diferente en las regiones del norte, donde es seca y ligera, en comparación con la nieve húmeda y pesada de las regiones del sur.

La ANAS, las organizaciones gestoras de autopistas, las autoridades locales y las oficinas municipales llevan a cabo el mantenimiento de invierno con su propio equipo y con la ayuda de las empresas privadas para garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera en invierno.



3.5 Información y previsiones meteorológicas

La información y previsiones meteorológicas son proporcionadas por la Fuerza Aérea Italiana (Aeronautica Militare Italiana), que se encarga de la recogida y el procesamiento de datos y productos meteorológicos (análisis, previsiones, consejos, etc.) en todo el territorio nacional.

Las mediciones las realizan mediante satélites y una red precisa de estaciones meteorológicas a lo largo del territorio nacional.

3.6 Información y seguridad vial



La información meteorológica y del tráfico emitida por radio para los usuarios es procesada y difundida por el centro de información (CIIS) a través de las siguientes redes nacionales:

RTL (102.5 MF) actualizada cada 30 min. entre las 06.30 y 21.00.
RADIO RAI: actualizado cada 30 min. como máximo.
ISORADIO: (103 Mhz): cada 30 min. abarcando toda la red de autopistas.

El centro de información CIIS fue creado en 1990 por iniciativa del Ministerio de Infraestructuras y Transportes (el entonces Ministerio de Obras Públicas) y del Ministerio de Interior, como un medio para la seguridad vial regulado por la ley n.556 del 30.12.1998 y regulaciones posteriores.

Este servicio se lleva a cabo en cooperación con ACI, ANAS SpA, Autostrade per l'Italia SpA, Arma dei Carabinieri, Polizia Stradale, RAI y la Policía Municipal en Roma

4. Referencias

- ISTAT – Statistiche Meteorologiche
- WWW. istat.it
- ANAS – Carta dei Servizi Stradali e Autostradali
- www.radio.rai.it
- ww.autostrade.it
- www.meteoam.it
- ANAS- Proyecto de alerta de niebla
- www.stradeanas.it



JAPÓN



ÍNDICE

1 Demografía y carreteras



Figura 1 – Ubicación de Japón

Algunas de las áreas urbanas de Japón reciben más cantidad de nieve que cualquiera otra zona urbana del mundo. En las frías y nevadas regiones de Japón, cuando nieva, el tráfico es a menudo interrumpido. Las carreteras quedan dañadas por la congelación en regiones extremadamente frías.

Para garantizar el flujo seguro y fiable del tráfico por carretera, en las regiones extremadamente frías y nevadas del país, se promulgó en abril de 1956 la Ley de Medidas Especiales para garantizar la circulación vial en las zonas frías y nevadas. Los distritos fríos y nevados constituyen casi el 60% de la superficie terrestre de Japón, alrededor del 40% de sus municipios y afectan a alrededor del 20% de su población.

Tabla 1 - Área, población y carreteras en Japón

Área	377.950 km ²	
Población	128,057 millones de personas	
Longitud de carreteras	Carreteras nacionales	54,114 km
	Carreteras prefecturales	129,43 km
	Carreteras municipales	1,020,286 km
Latitud (capital)	35° N. Lat. (Tokio)	

Fuente:

Población: Ministerio de asuntos internos y comunicaciones (FY 2012)

Longitud de carreteras: sitio de Web Road IR

2 Clima

2.1 Descripción general de las zonas climáticas

Japón se encuentra más al sur que la mayoría de otros países fríos y nevados. Aún así, la mayor parte del país recibe nevadas provenientes de la parte sur de la isla de Kyushu. Las áreas en el mapa indicadas como frías y con nieve (Figura 2) son las designadas como tales por la ley. El clima en estas zonas es mucho más frío que en otras partes de Japón. Las temperaturas caen muy por debajo del punto de congelación y los inviernos tienen nevadas extremas. Tal y como se muestra en el mapa, la nieve cae fuertemente en la zona costera del norte de Japón (región de Hokuriku). Ésta es una de las características principales del invierno en Japón.

La fuerte nevada en la zona costera del Mar de Japón se produce cuando el aire frío de Siberia absorbe grandes cantidades de humedad del Mar de Japón y se encuentra con las altas

montañas que conforman de noreste a suroeste la columna vertebral de la zona noreste de la isla de Honshu. El aire que se eleva se enfría, formando nubes de nieve. Muchas ciudades japonesas se encuentran entre las más nevadas del mundo. Más de dos millones de personas viven en y alrededor de Sapporo, capital de Hokkaido, a pesar de las nevadas anuales de casi 6 metros de espesor. Es la única ciudad del mundo donde un gran número de personas viven en medio de tanta nieve extrema.



Figura 2 – Vista de las zonas climáticas

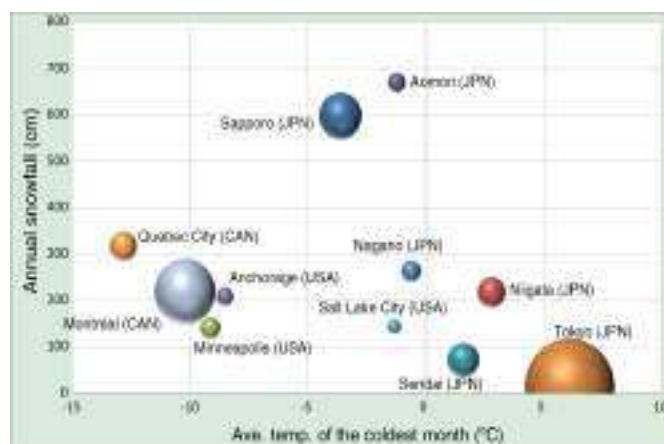


Figura 3 – Temperatura del aire en el mes más frío y nevada anual

Fuente: Anuario Demográfico de las Naciones Unidas; Agencia meteorológica japonesa

Nota: El tamaño de los globos indican la población de la ciudad

2.2 Estadísticas de temperatura, nevadas y precipitaciones

Tabla 2 – Temperatura y precipitaciones (media de 30 años, 1981 - 2010)

	Temperatura diaria mínima [°C]				Nevadas [cm]			Precipitaciones [mm]				
	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Nevada máxima diaria	Espesor máximo de la nieve	Nieve acumulada	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Total
Sapporo	-4.1	-7.0	-6.6	-2.9	37	100	597	111.7	113.6	94.0	77.8	1106.5
Aomori	-1.4	-3.9	-3.7	-1.3	34	111	669	150.8	144.9	111.0	69.9	1300.1
Sendai	0.9	-1.7	-1.5	0.9	15	17	71	36.6	37.0	38.4	68.2	1254.1
Niigata	2.7	0.2	0.1	2.3	24	36	217	217.4	186.0	122.4	112.6	1821.0
Tokyo	5.1	2.5	2.9	5.8	5	6	11	51.0	52.3	56.1	117.5	1528.8
Nagano	-1.6	-4.1	-3.8	-0.8	22	31	263	45.5	51.1	49.8	59.4	932.7

3 Gestión de la vialidad invernal

3.1 Historia y antecedentes de los programas de control de la nieve y el hielo

En 1956 se promulgó la Ley de Medidas Especiales para garantizar la circulación vial en las zonas nevadas y frías. Se establecieron programas de control de nieve y hielo para garantizar sin problemas el tráfico invernal y poder soportar el vivir en regiones frías y nevadas, ya que las nevadas causan cortes de carreteras y accidentes por deslizamientos en carreteras heladas y daños en las carreteras por fracturas y levantamientos del pavimento por hielo. La ley se promulgó para reducir las cargas financieras de los gobiernos locales y proporcionar medidas contra estos obstáculos en medio de un rápido aumento de propietarios de vehículos.

La necesidad de adoptar medidas contra las carreteras extremadamente deslizantes como consecuencia de la prohibición de los neumáticos con clavos ha sido un buen problema. Estas carreteras han provocado aumentos en el deslizamiento de vehículos y accidentes de peatones por caídas.

Tal y como se muestra en la figura 4, el presupuesto nacional para los programas de carreteras, incluyendo el programa para el control de la nieve y el hielo, ha ido disminuyendo. A partir del año fiscal 2010 el presupuesto fue de 5,8 billones de yenes. En consecuencia, los administradores de la carreteras han hecho todos los esfuerzos posibles para mantener el nivel del servicio invernal de las carreteras y, al mismo tiempo, reducir gastos.

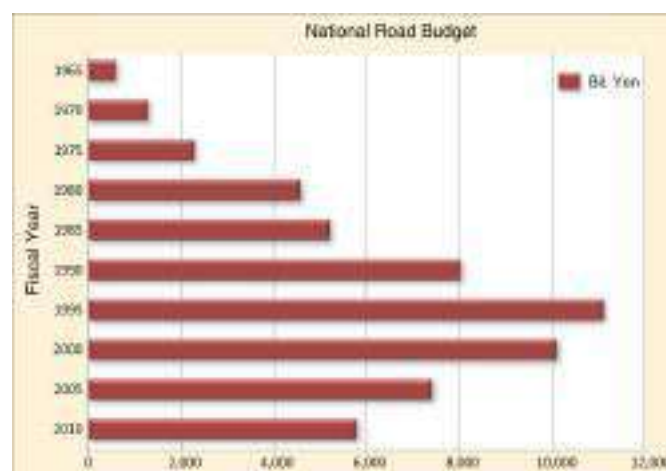


Figura 4 – Gastos para los programas nacionales de carreteras

Policies for winter road control in Japan



Figura 5 - Esquema de la Ley de Medidas Especiales para garantizar la circulación vial en las zonas frías y con nieve

Las carreteras en las regiones designadas como frías / con nieve por la Ley y que cumplan con los criterios de volumen de tráfico establecidas por el Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo se designan como carreteras sujetas a la ley. Garantizar el tráfico en esas carreteras es especialmente importante para la promoción de las actividades socioeconómicas.

3.2 Niveles de servicio (LOS)

Los criterios de despliegue del personal para el control de la nieve, el hielo y los niveles de servicio para la carretera en invierno (LOS) se establecen para cada categoría de la vía en función del volumen de nieve, temperatura del aire y el volumen de tráfico en cada región fría y con nieve. La gestión invernal, incluyendo la retirada de la nieve recién caída, la aplicación de agentes anticongelantes y el acopio de nieve se basa en estos criterios y en los niveles de servicio LOS.

La Oficina para el Desarrollo Regional en Hokuriku perteneciente al Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo establece criterios de implementación para cada tipo de operación de mantenimiento invernal (Tabla 3). La ciudad de Sapporo establece los LOS (Tabla 4) basados en el tipo de carreteras.

Tabla 3 - Criterio para el despliegue de operaciones de control del hielo y la nieve. Ejemplo de las carreteras regionales de la región de Hokuriku

Operación		Criterios de implementación
Patrulla		1. Supervisar previsiones de nieve y hielo y enviar patrullas según sea necesario. 2. Enviar patrullas adicionales según necesidad, especialmente cuando... 1) Exista la previsión de interrupciones de tráfico por nieve/hielo 2) Las interrupciones de tráfico estén informadas por la policía, controladores de las condiciones de carreteras u otros usuarios o residentes locales.
Retirada de la nieve	Máquina quitanieves	Existen entre 5 y 10 cm de nieve en la carretera y se esperan más nevadas
	Nivelación de la superficie	1. La gran cantidad de nieve en la carretera se anticipa como causa para interrumpir el tráfico a menos que sea nivelada. 2. Esto se hace para evitar que aumente la capa de nieve compacta y para eliminar la falta de uniformidad.
	Nieve compacta y ripado del hielo	Debido a las fluctuaciones de temperatura y la carga de los vehículos que pasan, la nieve compactada se ha convertido en lo suficientemente irregular como para interrumpir el tráfico.
Ampliación de anchos útiles de carreteras con máquinas quitanieves turbo fresadoras		1. Fuertes nevadas han llevado a la necesidad de quitar la nieve para asegurar el ancho útil de la carretera. 2. Bancos de nieve en el arcén se han vuelto tan grandes que se espera que interrumpan el tráfico cuando el viento mueva la nieve.
Transporte		Bancos de nieve en carretera se han vuelto tan grandes que impiden el paso de vehículos a la vez en sentidos opuestos y se pronostican más nevadas. O se espera que la nieve retirada de los tejados de las casas a lo largo del camino amplíe los bancos de nieve.
Limpiar las aceras de nieve		Según la instrucción de un supervisor
Echar sal		Se prevén heladas en la carretera o se informa de ellas
Operación de acciones para fundir la nieve		1. La nieve ha caído 2. Se han previsto heladas en la carretera (es necesario calentar la carretera)
Otras operaciones		Según la instrucción de un supervisor

Tabla 4 – Nivel de servicio invernal de las carreteras según su tipología en la ciudad de Sapporo

Tipo de carretera	Funciones de la carretera	Estructura típica de la carretera	Espesor de la capa de nieve comprimida	Criterios para asegurar el ancho de la carretera
Arteria principal	Vinculación de ciudades y los principales destinos dentro de la ciudad	6 carriles	Hasta 3 cm (no hundimiento formado)	4 carriles o más (cerca de 13 m); ancho suficiente para que los vehículos puedan girar a izquierdas / derechas sin interferir con ningún otro vehículo
Arterial	Recogiendo tráfico entre los principales destinos de la ciudad / instalaciones importantes que forman estructuras de áreas residenciales	4 carriles	Hasta 5 cm (no hundimiento formado)	3 carriles o más (cerca de 9 m); ancho suficiente para que los vehículos puedan girar a derechas sin interferir con ningún otro vehículo
Secundaria	Recogiendo tráfico en las zonas residenciales y dirigiéndolo a las carreteras arteriales; la creación de enlaces entre las carreteras rurales y carreteras arteriales y el acceso a importantes instalaciones en la zona residencial	2 carriles	Hasta 25 cm (sin interferencias en la conducción)	1 carril y medio o más (aprox. 4 m), ancho suficiente para que coches pequeños puedan pasar uno al lado del otro
Terciaria / rural	Acceso a / desde las viviendas	8 m ≤ ancho carretera < 10 m	Hasta 30 cm	1 carril y espacio para peatones (aprox. 3,2 m), ancho suficiente para que un vehículo de emergencia pueda pasar

(Aceras)

Tipo de carretera	Criterio	LOS	Criterio para garantizar el ancho de carretera
Acera	2 m < ancho útil	Mantener la superficie para que la acera no quede obstaculizada	Longitud de la hoja (1,3 – 1,5 m); ancho suficiente para que los peatones puedan cruzarse

3.3 Medidas de control del hielo y la nieve

■ Retirada de la nieve

Retirada de la nieve en la calzada

Para mantener la transitabilidad de las carreteras nacionales y las principales carreteras prefecturales y para promover los intercambios interregionales y actividades diarias, la retirada de la nieve en las carreteras se lleva a cabo durante todo el día.



Figura 6 – Retirada de nieve en múltiples carriles

Retirada de nieve en las aceras

La retirada de la nieve en las aceras se ejecuta alrededor de las escuelas, estaciones de ferrocarril, en el centro y las instalaciones de bienestar social, para garantizar la seguridad y la fiabilidad de los espacios peatonales en invierno.



Figura 7 – Retirada de nieve en las aceras

Aplicación de los agentes anticongelantes

Desde la prohibición de los neumáticos con clavos, aparecen con frecuencia superficies muy resbaladizas en invierno. Los agentes anticongelantes se aplican de manera eficiente para reducir la congestión del tráfico y los accidentes por deslizamientos.



Figura 8 – Aplicación de los agentes anticongelantes

■ Medidas para el control de la nieve

Se construyen diferentes instalaciones como contramedida a avalanchas y tormentas de nieve.

Bosques corta nieves

Capturan las partículas de nieve transportadas por los vientos y las mantienen en acumulaciones de nieve en el bosque o en el lado de barlovento para evitar que la nieve se desplace a las carreteras en el lado de sotavento.

Vallas anti-nieve

Evitan que la nieve se desplace y forme acumulaciones en la carretera y mitigan el incremento de altura de los bancos de nieve en los márgenes de la carretera con nieve retirada de la calzada, mejorando la visibilidad de la carretera.

Vallas para-avalanchas

Se construyen en las laderas de los márgenes de las carreteras propensas a avalanchas de nieve.

Salvaaludes

Se construyen por encima de las carreteras para que los aludes pasen por encima de ellos sin poner en peligro la seguridad de la carretera.



Bosques corta nieves



Vallas anti-nieve



Vallas para-avalanchas



Salvaaludes

Figura 9 – Instalaciones para el control de la nieve

que se retira de las carreteras, transportada por camiones y vertida directamente en agua caliente. La energía utilizada para derretir la nieve proviene de fuentes consideradas previamente como residuales, incluyendo las aguas residuales tratadas y el calor generado en la incineración de residuos. Los depósitos se utilizan no solo en invierno, sino también durante el resto del año, como depósitos de agua de extinción de incendios y embalses de laminación para retener la lluvia y las aguas residuales.



Fuente de calor para un depósito para fundir la nieve: agua residual tratada, calor residual procedente de las plantas incineradoras, etc.

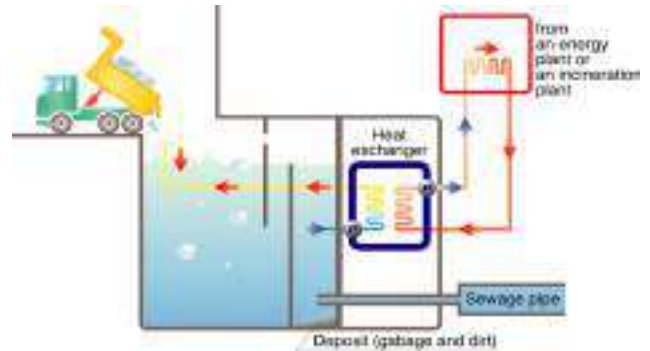


Figura 15 – Depósito para fundir la nieve

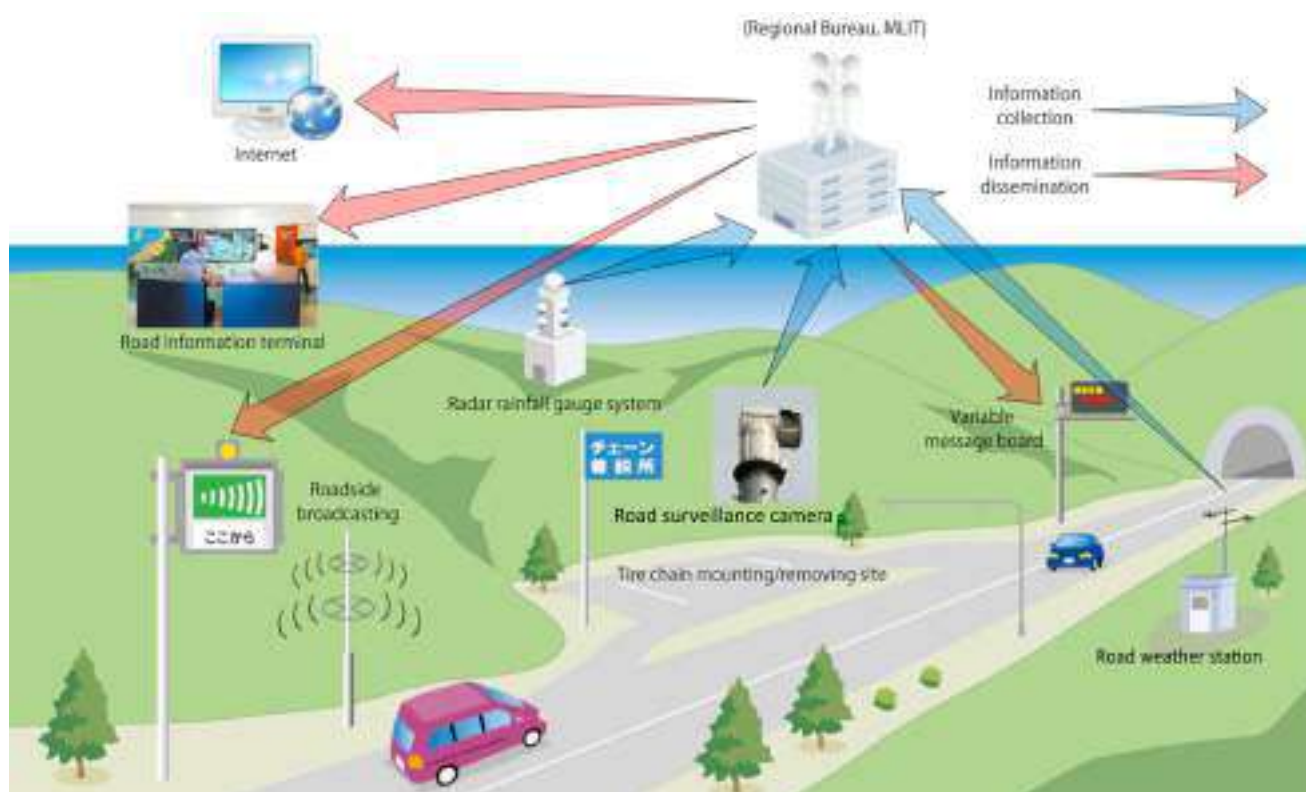
3.4 Seguridad e información vial

■ Sistema de información del tiempo en carretera

El sistema piloto se está llevando a cabo en la ruta nacional 17, que es administrada por la Oficina de Obras de la Carretera Nacional Nagaoka del Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo (Figura 16).

La Ruta Nacional 17 es una carretera arterial principal que conecta el área metropolitana de Tokio y Niigata, la ciudad más grande de la Región de Hokuriku en el noroeste de Honshu.

La carretera pasa por zonas de condiciones meteorológicas y topográficas graves. Los 25 km de esta carretera entre las zonas de Kandatsu y Mikuni, en la frontera entre las prefecturas de Niigata y Gunma, discurre por una de las zonas con más nieve de Japón. La geografía de parte de la carretera es compleja: hay siete curvas pronunciadas, con un radio de 50 metros o menor, y hay 14,4 km de tramos con pendientes muy pronunciadas, del 4% o más. Este tramo está designado como una área piloto debido a sus duras condiciones invernales por lo que el Ministerio ha puesto en marcha medidas avanzadas para el control de nieve y hielo.



Estación meteorológica en la carretera



Nivómetro y termómetro



Cámara de vigilancia de la carretera



Sensor de hielo



Gestor utilizando imágenes en tiempo real



Pantallas de información de la carretera



Panel de información variable

Figura 16 – Sistemas de información meteorológica en carretera

■ Sistemas de información invernal de la carretera

Los sistemas de información invernal de carretera se pueden dividir en dos categorías: los que dan apoyo a los jefes de mantenimiento de carreteras en invierno, incluyendo la retirada de nieve, y los que proporcionan a los usuarios información sobre el tiempo y las condiciones de la superficie de la carretera. Los primeros incluyen un sistema que supervisa y predice el tiempo y las condiciones de la superficie de la carretera, un sistema que detecta y predice avalanchas y daños causados por la nieve y los sistemas de gestión integral de la información de tráfico. Estos últimos incluyen 1) dispositivos de información, tales como paneles de mensajes variables, la radiodifusión en carretera y VICS (sistema de comunicación e información del vehículo), 2) las instalaciones de suministro de información, tales como “Michi-no-eki”, áreas de descanso en los laterales de

la carretera y otras estaciones de información y 3) información de la carretera por Internet que utilizan los ordenadores personales y teléfonos móviles.

La Oficina Vial del Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo ha desarrollado un sistema de provisión de información vial completo en su página web para proporcionar información a nivel nacional sobre el cierre de carreteras y restricciones de tráfico y el tiempo y las condiciones en la superficie de la carretera, a través de una interfaz unificada. Además, cada agencia de desarrollo regional ha desarrollado un portal web que se adapta a las circunstancias locales y que ofrece información y enlaces a sitios web locales de información vial, así como las carreteras del Ministerio y sitios de información meteorológica (Figura 17)

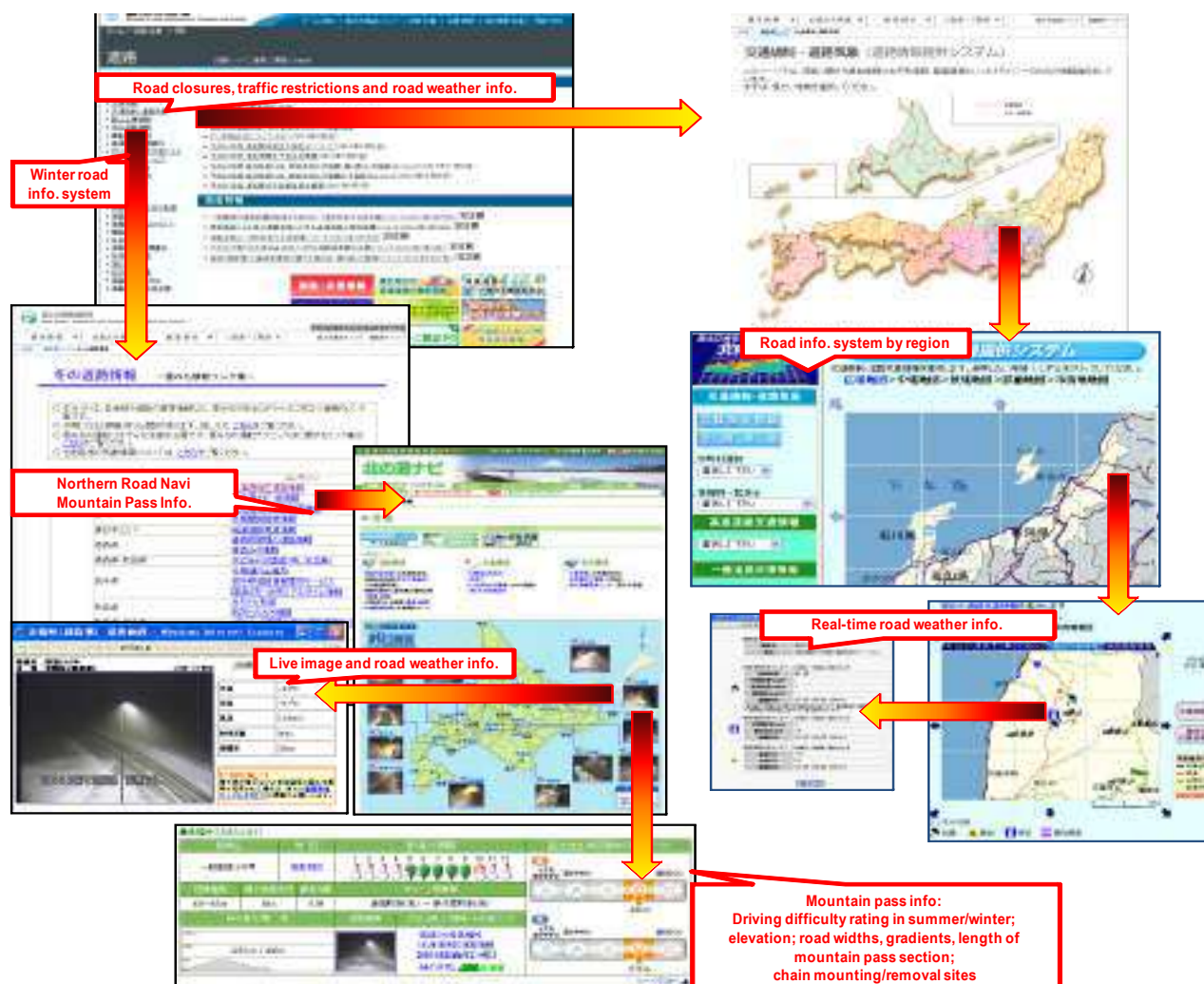


Figura 17 – Sitio Web del sistema informativo del tiempo en carretera

Este es el completo sistema de provisión de información vial del sitio web de la Oficina de Carreteras, del Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo. Arriba a la izquierda: El menú desplegable de la izquierda da la información a nivel nacional sobre el cierre de carreteras y restricciones de tráfico (flecha superior) y enlaces a una lista de las condiciones meteorológicas y el estado de la calzada en cada región (flecha inferior). Arriba a la derecha al centro a la derecha: Al hacer clic en el mapa se ofrece información de cada agencia de desarrollo regional (por ejemplo, Oficina de Desarrollo Regional de Hokuriku). Mitad derecha a derecha inferior: Al hacer clic se da información sobre la información del tiempo en la carretera de una región específica. Abajo a la derecha a la parte inferior central: Al hacer clic se accede a tiempo real, información meteorológica en carretera. Arriba a la izquierda a mitad a la izquierda: Al hacer clic se accede a la información de las carreteras de invierno de una región específica (por ejemplo, página web de la carretera nortea Navi.) Centro del Medio a izquierda del centro: Al hacer clic en una imagen de un puerto de montaña se da su imagen en directo e información meteorológica vial. Mitad derecha de la parte inferior central: Al hacer clic en el nombre de un puerto de montaña se proporciona información detallada de la conducción.

El Instituto de Investigación de Ingeniería Civil para Regiones Frías (IIIC) ha desarrollado el Sistema de Apoyo de Vialidad Invernal para apoyar el mantenimiento invernal luchando contra las carreteras invernales resbaladizas y heladas e incluyendo su fundición antes de la aparición de este tipo de condiciones en la carretera. El sistema proporciona predicciones meteorológicas y de formación de hielo a los administradores y jefes de carretera (Figura 18).



Figura 18 – Sistema de Apoyo de Vialidad Invernal

(Izquierda: home; a la derecha: mapa ampliado). Home muestra toda la región de Hokkaido. Cuando se selecciona un área y un elemento de previsión (tiempo o formación de hielo en la carretera), el sistema muestra un mapa con la información seleccionada en cualquier escala.

4 Investigación y estudios en curso para mejorar la vialidad invernal

■ Sistema de derretir nieve usando calor del agua de un lago

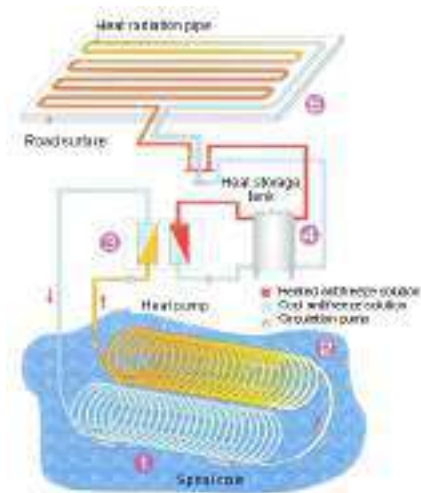
El tramo de carretera llegando al centro de protección de nieve de Nagoyama en la ruta nacional 49 es empinado y curvo y tiende a ser frío en invierno. Existe por ello gran preocupación acerca de su seguridad. Para abordar el problema, se ha introducido un sistema de deshielo de nieve que utiliza el calor del agua existente en el cercano lago Inawashiro. El lago casi nunca se congela en invierno y el agua, a una profundidad de unos 5 m, se mantiene entre 3 y 6 °C en todas las estaciones. El calor del agua del lago es transferido mediante una bomba de calor al sistema de deshielo. El uso de energías renovables como la del agua del lago no emite CO₂ y es sostenible medioambientalmente.

■ Sistema de deshielo usando calor del interior de la tierra

Este nuevo sistema de deshielo utiliza el calor del suelo y el calor solar pasivo mediante un intercambiador de calor terrestre y una bomba de calor. En verano, el suelo se calienta por la radiación solar. Ese calor es transferido por el intercambiador de calor terrestre para su almacenamiento. En invierno, el calor almacenado se transfiere en la dirección opuesta. La bomba de calor eleva la temperatura de la solución anticongelante que circula por las tuberías de radiación del calor en el pavimento para derretir la nieve. Este sistema también utiliza energía renovable que no emite CO₂.

■ Instalación de deshielo que utiliza electricidad generada por el viento

El túnel Nakayama en la Carretera Nacional 49 ha sufrido problemas de seguridad vial invernal, incluyendo ventiscas de nieve y hielo en la carretera en su aproximación en ambos extremos a causa de los fuertes vientos en invierno.

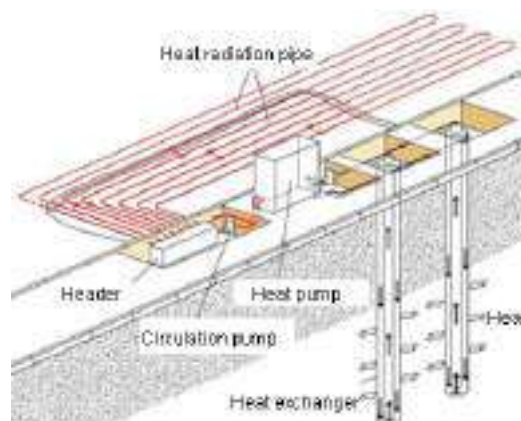


Configuración del sistema



Bobinas de espiral subacuáticas Deshielo con el sistema

Figura 19 – Sistema de deshielo usando el calor del agua de un lago



Configuración del sistema



Nieve fundiéndose con el sistema

Figura 20 – Configuración del sistema de deshielo usando calor del interior de la tierra.

Tales condiciones han reducido allí la seguridad del tráfico. El Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo ha instalado calefacción en la carretera para derretir la nieve mediante la utilización de la electricidad generada por los vientos fuertes en esta zona.

Este sistema es beneficioso debido a su bajo impacto ambiental y sus bajos costos operacionales. En verano, la electricidad generada se utiliza para alimentar la iluminación y otros dispositivos.

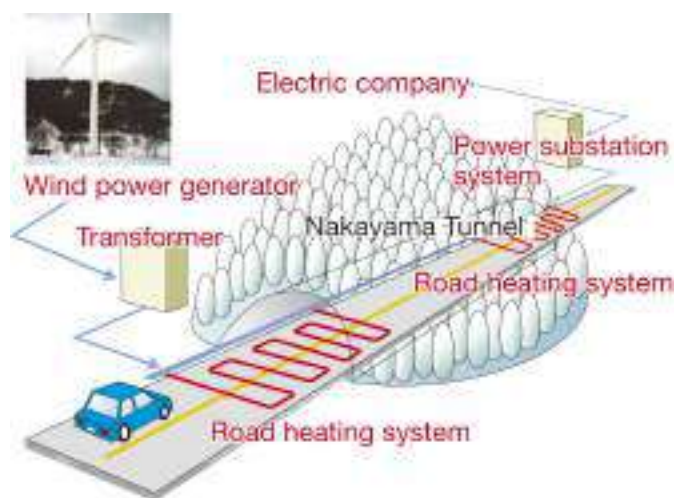


Figura 21 – Sistema de deshielo de la nieve que utiliza la electricidad generada

■ Sitio web de los datos de control de la fricción en la carretera

La condición de la superficie de la carretera en invierno varía según el tiempo y la zona. Para evaluarla cuantitativamente, el IIIC ha desarrollado un sistema que supervisa la fricción en la superficie de la carretera continuamente mediante un vehículo en movimiento y que distribuye los resultados monitorizados (Figura 22).

■ Provisión de la información de visibilidad en las tormentas de nieve

El IIIC ha llevado a cabo un estudio experimental en el suministro de información de visibilidad en la región de Hokkaido. Este estudio tiene como objetivo mitigar el impacto de las tormentas de nieve en los conductores al proporcionar información de visibilidad en tiempo real que respalda las decisiones de viaje. Debido al número limitado de cámaras de vigilancia de carreteras, la información se complementa con los conductores voluntarios que se encuentran en la tormenta y se denomina "información publicada por conductores voluntarios."

En este experimento, el sitio web proporciona tres tipos de datos: "información publicada por conductores voluntarios," "búsquedas de distancia de conducción y el tiempo en invierno" e "Información sobre el cierre de la carretera". La información de visibilidad durante las tormentas de nieve cubre 190 áreas de Hokkaido y se expresa en términos de un índice de visibilidad de cinco escalas



Arriba: Pantalla mostrando el sistema de provisión de fricción de la carretera en invierno. Parte inferior izquierda: vehículo de prueba con un dispositivo de medición de resistencia al deslizamiento continuo. Abajo a la derecha: itinerario ampliado que muestra la resistencia al deslizamiento medido

Figura 22 – Sitio web de los datos de control de las condiciones invernales de las carreteras



Figura 23 - Portal de la información de visibilidad en las tormentas de nieve

■ Promoción de las medidas para la movilidad invernal sin barreras

Se han formulado y aplicado exhaustivas medidas para retirar la nieve con el fin de eliminar barreras a la movilidad invernal, tales como el aumento del peligro a los resbalones de peatones y accidentes por caídas en las carreteras heladas, reducción de

espacio para caminar debido a la nieve y otros inconvenientes.

Para conseguir movilidad sin barreras se ha promovido la retirada de nieve en las aceras alrededor de las estaciones de ferrocarril y se ha instalado calefacción en las carreteras.

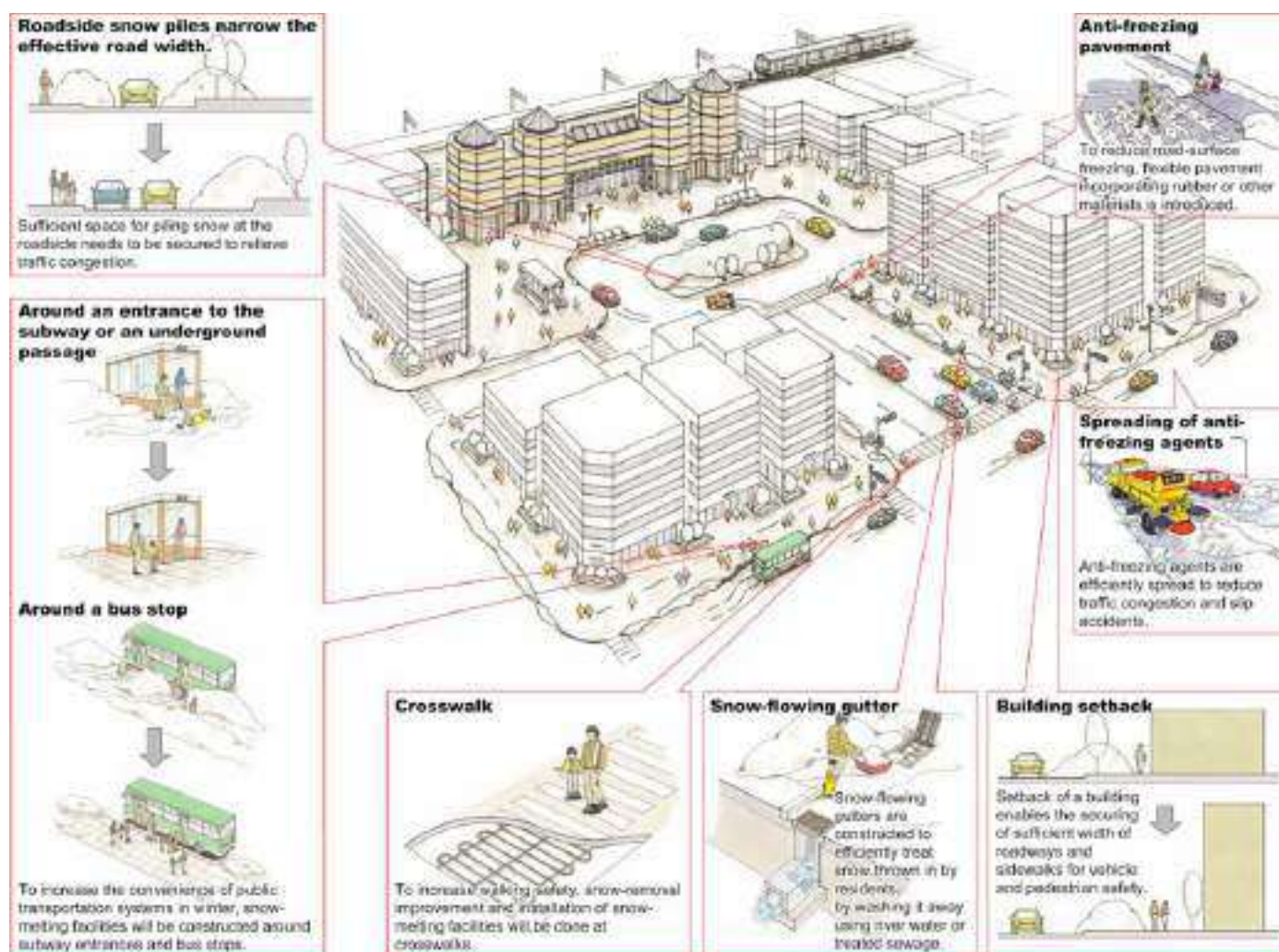


Figura 24 – Medidas para la movilidad invernal sin barreras junto con varios otros proyectos para el control de la nieve y hielo

5 Referencias

Sitio web del Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo en
<http://www.mlit.go.jp/road/>



REPÚBLICA DE COREA



1 Demografía y carreteras

1.1 Información del país

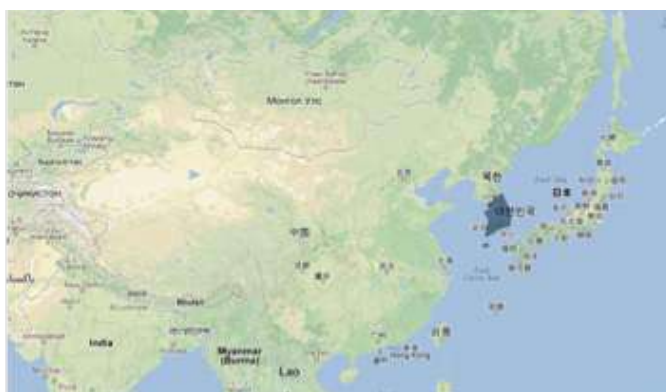


Figura 1- Situación de la República de Corea en el Nordeste de Asia

La República de Corea (Corea del Sur) es un país de tamaño mediano (100.221,78 Km²) pero muy densamente poblado (50,734 millones) y está situado en el centro del nordeste de Asia. La península de Corea fue dividida en dos países, Corea del Sur y Corea del Norte, como consecuencia de la Guerra Mundial. Corea del Sur limita con Corea del Norte por el norte y tiene dos grandes países vecinos, China y Japón en el Mar del Oeste y en el Mar del Este, respectivamente. La capital y ciudad más grande es Seúl, que acogió los Juegos Olímpicos de Verano en 1988. Aproximadamente, la mitad de la población vive en o alrededor del área de la capital.

La República de Corea ha desarrollado exitosamente la economía y la democracia en un período muy corto. La República de Corea comenzó a desarrollar su economía a mediados de 1960 después de la independencia en 1945 tras 36 años de dominio colonial japonés y la desastrosa Guerra de Corea entre 1950-1953. La República de Corea se ha recuperado de todo tipo de dificultades en un corto período y ha llegado al 11° puesto de mayor poder económico en el mundo. El PIB por cápita a finales del 2012 fue de 23.679 USD.

Con una densidad de 1,06 kilómetros de carreteras por cada kilómetro cuadrado, la República de Corea ocupa el 18° puesto entre los países de la OCDE.

1.2 Red viaria y tráfico

La red de carreteras cuenta con 3.913 km de autopistas, 13.797 km de carreteras nacionales, 19.073 km de carreteras municipales, 42.302 km de carreteras regionales y 50.952 kilómetros de carreteras comarcales. Todas las autopistas, carreteras nacionales y municipales están pavimentadas con asfalto u hormigón y aproximadamente el 82% de las carreteras regionales y el 65% de las carreteras comarcales están pavimentadas. El transporte por carretera representa el 80,5% del total del transporte de mercancías. El total de vehículos registrados en 2012 era de 18,87 millones, de los cuales 14,58 millones eran turismos.

Tabla 1- Red de carreteras

Area 100.221 Km²
Población 50,734 millones hab.

Longitud de carreteras	Autopistas	3.913 km
	Carreteras. nacionales	13.797 km
	Carreteras. municipales	19.073 km
	Carreteras regionales	42.302 km
	Carreteras comarcales	50.952 km

La Temporada de invierno en la República de Corea es entre el 1 de noviembre y el 31 de marzo del año siguiente.

2 Clima

2.1 Resumen de áreas climáticas

La República de Corea es un estado de la península de Corea que mira a los océanos en el este, sur y oeste. La gama de latitudes geográficas es de 33 ~ 39 grados norte. Las características topográficas son en su mayoría montañosas, aproximadamente el 70%, excepto en el área llana y agricultora de la región suroeste. Hay cuatro estaciones definidas que incluyen un invierno frío y nevado. El tiempo en primavera y otoño es cálido y suave. Es especialmente famoso y sorprendente el cielo limpio y soleado y sin ningún punto de nubes en el otoño. La temporada de lluvias comienza a mediados de junio y termina a prin-

cipios de agosto. Durante agosto y septiembre, varios tifones originados en la zona noroeste del Pacífico afectan directa o indirectamente a la península coreana. En invierno, desde mediados de noviembre hasta principios de marzo, por lo general, se ven episodios de nieve e incluso avalanchas. Las cantidades y severidad de los episodios de nieve varían entre las regiones del país, en función de la altitud sobre el nivel del mar, la latitud y la distancia al mar.

2.2 Estadísticas de temperaturas y precipitaciones

La temperatura media del aire depende fuertemente de las estaciones y la altura sobre el nivel del mar. La temperatura media anual del país es de 10°C ~ 15°C y la temperatura media en el verano más caluroso en agosto es de 23°C ~ 26°C y en la temporada más fría durante el mes de enero, -6°C ~ 3°C. Sin embargo, la temperatura más alta durante el verano en la zona central de las tierras bajas se eleva a 35°C y la más baja durante el invierno en la zona noreste de alta montaña cae por debajo de -30°C.

Las temperaturas medias globales en el país se muestran en la Tabla. 2.

Tabla 2- Temperaturas medias (°C)

Región	Invierno	Primavera (Otoño)	Verano
Interior	-6°~4°	4°~13°	22°~26°
Montañas del			
Nordeste	-11°~3°	-1°~8°	17°~20°
Costa Oeste	-5°~7°	3°~13°	20°~25°
Costa Sur	-1°~4°	7°~17°	21°~26°

La precipitación anual también depende marcadamente de la altura sobre el nivel del mar y la distancia del mar. La precipitación media anual en la mayor parte del país es de 1.000 ~ 1.500 mm y el de la zona sur de la costa y de las islas es de 1.500 ~ 1.900 mm. En relación con la vialidad invernal, la congelación o período de nevadas es relativamente largo y depende de la región. El periodo de heladas y nevadas en todo el país es de 18 ~ 167 días y 5 ~ 57 días, respectivamente. Las estadísticas detalladas de las heladas medias anuales y días de nieve se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3- Media anual de periodos de heladas nevadas/ espesor

Región	Periodo de heladas	Periodo de nevada y espesor acumulado
Interior	95~130	20~30días /55,3cm
Montañas del		
Nordeste	130~167	30~57días /178,2cm
Costa Oeste	60~110	20~30días /44,7cm
Costa Sur e islas	20~60	5~20días /16,8cm

2.3 Índices invernales

No hay ningún índice especial o un sistema para analizar y comparar las actuaciones de vialidad invernal de carreteras y costes. Cada entidad gestora de carretera lleva a cabo su obligación de mantener el estado de la carretera en perfecta capacidad de servicio basada en las normas de mantenimiento invernal. Las normas correspondientes se presentan en el siguiente artículo.

Todas las autoridades y contratistas de mantenimiento de carreteras deberán cooperar estrechamente para mantener sus dominios en buen estado.

3 Gestión de la vialidad invernal

3.1 Normas y disposiciones

El mantenimiento invernal de las carreteras de la República de Corea está regulado por leyes y reglamentos. Las leyes relacionadas son la Ley de Carretera y la Ley de Contramedidas contra Desastres Naturales. Las carreteras se clasifican como autopista, carretera nacional, carretera regional, carretera municipal y carretera condal en base a la Ley de Carretera. Las autoridades de administración de carreteras basadas en la clasificación de las carreteras son responsables de cada nivel de la carretera. El gobierno creó una empresa estatal, Korea Expressway Corporation (KEC), en 1969, la cual es responsable de todo tipo de materias relacionadas con diseño, construcción, funcionamiento, administración y mantenimiento de autopistas en Corea del Sur. En particular, la KEC lidera campos tecnológicos de la carretera, incluyendo la vialidad invernal.

Cada autoridad vial opera, gestiona y mantiene sus carreteras de acuerdo a las regulaciones y especificaciones relacionadas en el marco de la Ley de Contramedidas contra los Desastres Naturales. El artículo 26 de la ley regula la organización vial para prevenir y reducir los daños de nieve en caso de avalancha o similar.

- Las obligaciones legales para llevar a cabo el mantenimiento invernal son las siguientes;
- establecer una organización para prevenir y reducir los daños producidos por la nieve
- elaborar estrategias de retirada y/o fundición de nieve en la red de carreteras
- preparar una política de gestión del transporte en eventos de nieve
- Proporcionar materiales y equipos para la retirada de nieve y la seguridad del tráfico
- designar / gestionar zonas vulnerables de atascos de tráfico o cierres de carretera por episodios de nieve
- educar / formar a miembros del personal de operaciones y proporcionar información para los usuarios de la carretera

Directriz de la carretera y nivel de servicio

De acuerdo a la guía del Gobierno, las autoridades viales realizan mantenimientos invernales para satisfacer las siguientes normas y especificaciones.

o Nivel A: rápida retirada de nieve y deshielo para presentar la superficie del pavimento libre de nieve dentro del intervalo de 2 horas en todos los carriles de las autopistas, calles principales en el área de la ciudad y en las carreteras de 4 carriles en el campo, por encima de 20.000 vehículos / día de IMD

o Nivel B: retirada de nieve y deshielo para hacer transitable todos los carriles en el intervalo de 3 horas en las principales calles en la zona de metropolitana y por carreteras de 4 carriles en el campo, de menos de 20.000 vehículos / día de IMD.

o Nivel C: retirada de nieve para hacer parcialmente transitables los carriles dentro del intervalo de 5 horas en las carreteras secundarias en el área metropolitana y carreteras de 2 carriles en las afueras, con menos de 5.000 vehículos / día de IMD

o Nivel D: retirada de nieve solo cuando hay superávit de equipos que se pueden utilizar de otras vías; en caso contrario, cierre, con menos de 500 vehículos / día de IMD

Normativa sobre el tipo y las características de los materiales y equipos

Hasta finales de 1990, la mayor parte de las autoridades de mantenimiento y gestión de las carreteras había utilizado arena natural, cloruro de calcio sólido o una mezcla de ambas incluso en la gran zona urbana. Pero causó múltiples efectos ambientales graves como la obstrucción de los sistemas de drenaje y la escasez de recursos naturales. Las organizaciones no gubernamentales y los usuarios de la carretera se opusieron enérgicamente a que las autoridades utilizaran arena natural debido a los efectos ambientales y daños en los vehículos causados por la volatilización de arena o gravilla en la carretera. Mientras tanto, la KEC presentó un método de esparcimiento de cloruro de sodio previamente mojado con salmuera de cloruro de calcio, 30 % de concentración, en el año 2000. A partir de entonces, la KEC utiliza sólo una pequeña cantidad de arena en secciones de carretera con fuerte pendiente. El propósito de la aplicación de agentes químicos es para fundir la nieve y el hielo y evitar la congelación de la superficie del pavimento. El KEC ha estado a la vanguardia en el desarrollo de nuevas tecnologías en los campos del transporte por carretera. Después de eso, la mayoría de las autoridades de tráfico y contratistas siguen la estrategia de mantenimiento invernal del KEC, utilizando en Corea cloruro de sodio, cloruro de calcio y / o con salmuera mixta como productos químicos anticongelantes o fundentes.

3.2 Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

La República de Corea es un país muy densamente poblado y las actividades económicas de las personas han sido muy activas de día y de noche. De este modo, las autoridades viales son absolutamente responsables de mantener sus carreteras en buenas condiciones y abiertas al tráfico. No nos podemos imaginar ningún cierre de carretera bajo ninguna circunstancia. En una situación de invierno, el administrador de carretera elimina o al menos reduce los problemas de circulación en carretera de acuerdo con el programa establecido en el plan de mantenimiento invernal.

Organización del mantenimiento invernal

Las autoridades de mantenimiento de carreteras están organizadas según el nivel de servicio. Cada autoridad vial se divide en muchas ramas y cada rama es responsable del mantenimiento invernal en su red de carreteras.

Tabla 4- Organización vialidad invernal

Nivel de carretera	Autoridad responsable	Composición de las oficinas de mantenimiento	Personal y equipamiento por oficina
Autopista	Korea Expressway Corporation	51 oficinas sucursales	46 personas, 14 equipos (12 aspersores, 1 pala cargadora de ruedas, 2 retroexcavadoras)
Carretera nacional	Oficina de mantenimiento de las carreteras nacionales	18 oficinas de mantenimiento	33 personas, 31 equipos (24 aspersores, 1 pala cargadora de ruedas, 6 retroexcavadoras)
Carretera municipal	Oficina de mantenimiento de las carreteras municipales	7 oficinas especializadas de ciudad de mantenimiento	53 personas, 68 equipos (55 difusores, 2 palas cargadoras de ruedas, 7 camiones dumper, 2 retroexcavadoras)
Carretera regional	Oficina provincial	9 oficinas provinciales de mantenimiento	50 personas, 56 equipos (26 difusores, 1 mezclador, 24 camiones dumper, 5 retroexcavadoras)
Carretera comarcales	Oficina comarcales	155 Comarcas	18 personas, 11 equipos (9 difusores, 2 retroexcavadora)

Gestión de la operativa del mantenimiento invernal

Teniendo en cuenta el pronóstico del tiempo y el estado de la carretera, el gestor de carreteras deberá tomar la decisión de aplicar productos y / o movilizar equipos en las carreteras. De acuerdo a la regulación gubernamental, la nieve superior a 3 cm de espesor deberá ser eliminada con quitanieves y aplicando fundentes químicos. El hielo y la nieve de hasta 3 cm de espesor, se funden o se quitan con la ayuda de productos químicos fundentes y / o quitanieves. En algunos lugares, en la sección donde existe una fuerte pendiente en la carretera, se deberán esparcir materiales abrasivos tales como arena. También distinguimos entre solo limpiar la nieve, solo esparcir materiales químicos o ambas actividades llevadas a cabo de forma simultánea, dependiendo de condiciones de la carretera. En el caso de la KEC, cada oficina de mantenimiento cubre 70 ~ 80 km de autopista y opera 12 unidades de aspersores conectados con el accesorio quitanieves, 1 turbo fresadora, 1 cargadora de ruedas, 2 retroexcavadoras y 1 planta de fabricación de salmuera de cloruro de calcio.



Quitanieves



Turbo fresadora



Esparcidora



Instalación de salmuera de cloruro cálcico

Además, cada oficina opera varios sistemas de aspersión automática de salmuera de cloruro de calcio en las secciones vulnerables, como rampas de cruces y pendientes pronunciadas. Los sistemas de aspersión automática están siendo operados y controlados automáticamente por teléfonos inteligentes (smartphones) y / o de servicios de Internet.



Sistema de riego automático



Una cuadrilla de trabajadores y equipamientos de nieve de una oficina de mantenimiento se compone de pocos trabajadores de oficina, 5 ~ 12 trabajadores de campo y todos los equipos e

instalaciones necesarios. El número de trabajadores y equipos depende de las condiciones meteorológicas y el estado de la carretera.

Según el pronóstico del tiempo, se preparan 4 pasos para episodios de nieve. Los cuatro pasos son los siguientes y, de acuerdo con el pronóstico del tiempo, cada oficina realiza trabajos regulados.

paso 1: fase preparatoria

Algunos gestores de tráfico, trabajadores de campo y esparcidores con palas de nieve se mantendrán en estado de espera.

paso 2: fase de preocupación

Cuando el pronóstico del tiempo espera 3 cm de nieve, un tercio o la mitad de la cuadrilla deberá estar preparada para su movilización. Toda la maquinaria necesaria se mantiene en estado de espera.

Paso 3: fase de advertencia

Cuando el pronóstico del tiempo prevé una fuerte nevada y empieza a nevar débilmente, toda la cuadrilla se movilizará. Los esparcidores realizan una difusión preliminar de productos químicos anticongelantes.

paso 4: Etapa grave

Cuando la nieve cae densamente y la profundidad está aumentando, la totalidad de la cuadrilla, incluyendo equipos, deben estar actuando contra la nieve. El responsable del operativo se prepara para movilizar a los trabajadores de campo para cerrar tramos de carretera y abrir la barrera de la mediana para que los vehículos puedan regresar a su origen.

Por lo general, se movilizan las cuadrillas con antelación a la temporada de nieve. El objetivo de la maniobra es hacer que cada oficina o centro esté preparado para la rápida solución de los problemas de los desastres naturales y establezca estrechas relaciones de cooperación con las organizaciones relacionadas.



Movilización de ambulancia



Lucha contra el fuego



Apertura de barreras



Retirada de nieve

Cierre de carretera y restricción del tráfico

Sólo la policía tiene el derecho de restringir el transporte por carretera, incluyendo el cierre de la carretera. Todos los administradores de carretera que quieran restringir el transporte debido a obras de mantenimiento de carreteras o similar se comunicarán oficialmente con la policía y necesitarán de su aprobación por adelantado. Pero la KEC ha sido facultada para restringir el transporte para la seguridad de los usuarios solo para episodios extraordinarios tales como avalanchas, tifones o daños por inundaciones ocurridos en las autopistas.

Método y sistema de suministro de información por carretera

Las autoridades de la carretera proporcionan todo tipo de información, incluyendo las condiciones de la carretera, el tráfico y la información sobre el tiempo a través del SNS e instalaciones accesorias de carretera. Los usuarios de la carretera pueden obtener la información necesaria para viajar a cualquier parte y en cualquier momento a través de las fuentes anteriormente citadas.

< Suministro de información sobre autopista >



Servicio de Internet
(Información del tráfico y condiciones de la carretera)



SMS A través de telf. móvil
o telf. inteligente



Aplicación para la información
del tráfico en autopista



VMS (paneles luminosos variables)

3.3 Evaluación de las medidas de control de la nieve y el hielo

No se pueden utilizar estadísticas a nivel nacional de medidas de control de la nieve y el hielo. Solamente, pueden usar estadísticas sobre el mantenimiento de la vialidad invernal en autopista. La longitud total de las autopistas es de 3.913 km y alcanza los 17.442 km de carril. El consumo y coste total de los materiales químicos, mano de obra y equipos durante el invierno de 2011/2012 fue el siguiente:

- Cloruro de Calcio : 19.366 t
- Cloruro de Sodio : 108.244 t
- Coste total materiales: 14,3 millones USD
- Coste total mano de obra y equipos : 11,45 millones USD

Por tanto, el coste total de los trabajos de control de la nieve y el hielo durante la estación invernal alcanza la cifra de; 1.475 USD/carril x km.

El enorme coste para el servicio de invierno se requiere cada temporada invernal. Los precios de los productos anticongelantes están aumentando año tras año. Particularmente hay que importar productos químicos caros de países extranjeros porque los productos nacionales son demasiado caros debido a los costes laborales. Cada autoridad de mantenimiento de carreteras puede comprar productos químicos a precios más bajos hasta finales de octubre. Pero la cantidad está limitada por lo general a su utilización durante 3 días consecutivos debido a que no disponen de mucho espacio para su almacenamiento. Por lo tanto, se ven obligados a comprar los materiales a precios más altos a mitad de invierno.

Están tratando de encontrar medidas económicas de control de la nieve y el hielo para reducir el coste del servicio invernal. Es realmente importante para Corea reemplazar los métodos de vialidad invernal existentes por otros nuevos razonables.

3.4 Seguridad e información vial

El mantenimiento de carreteras en invierno es importante, pero es aún más importante proporcionar a los usuarios de carreteras información sobre el tiempo e información del tráfico para así aumentar la facilidad de la conducción y evitar accidentes de tráfico.

Las autoridades de carretera proporcionan todo tipo de información relacionada con la situación de la carretera a los usuarios a través de los medios de comunicación, servicio de Internet, teléfono inteligente, instalaciones auxiliares de carretera, etc. Cualquier persona que quiera viajar a algún lugar puede obtener toda la información necesaria utilizando antes de su partida cualquiera de las fuentes anteriormente mencionadas. Un temprano conocimiento y análisis de la información vial ayuda a los usuarios de la carretera a elegir con antelación una ruta cómoda y segura para viajar

Hay dos tipos de medios de comunicación para transferir información. La primera de ellas es la provisión preliminar de la información utilizando las siguientes herramientas.

Tabla 5 – Herramientas de comunicación

Página de Internet

www.roadplus.com

www.its.go.kr

www.utis.go.kr

Medios de comunicación

Emisora local de radio, TBN (Transportation Broadcasting Network)

Servicio para telf. inteligentes

Información del transporte en autopista. App,

SMS(1588-2504)

El segundo es el suministro de información en tiempo real sobre la situación de la carretera utilizando instalaciones auxiliares de la carretera. Las instalaciones accesorias son paneles de mensaje variable (VMS), carteles, etc. El centro de control de transporte proporciona información en tiempo real sobre la situación del tiempo y la carretera a través de dichas herramientas. Conociendo la información en tiempo real, los usuarios de la carretera pueden conducir por la carretera sin ninguna dificultad. Se operan un total de 1.054 VMS en las autopistas y 580 VMSS en las carreteras nacionales, respectivamente, en la República de Corea.

Por otro lado, el Sistema de Información Meteorológico de Carretera es una herramienta esencial tanto para los usuarios de la carretera como para sus gestores. Las herramientas de medición de la meteorología en la carretera contenidas en los RWIS son sensores de superficie de la carretera, sensores de niebla, sensores meteorológicos, etc. Cada autoridad de gestión vial instala y opera algunos sensores para medir las condiciones meteorológicas en tiempo real en su red de carreteras. Por ejemplo, la Korea Expressway Corporation ha instalado y operado muchos tipos de sensores tales como los empotrados y los superficiales. Son sensores de la superficie de la carretera que miden la humedad y temperatura de la superficie del pavimento, veletas para comprobar la dirección y velocidad del viento, termómetros para medir la temperatura del aire, higrómetros para medir la humedad, sensores de niebla para comprobar el rango de visibilidad y la densidad de la niebla, etc.

4 Investigación y estudios en marcha para mejorar la gestión invernal

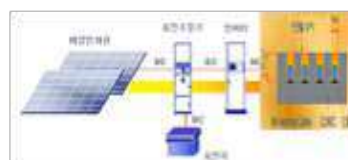
4.1 Nuevas tecnologías

Korea Expressway Corporation había tratado de aplicar el sistema de fusión de nieve aplicando un sistema de fusión electro-térmica bajo el pavimento aglomerado y de hormigón

hasta finales de los '90. Sin embargo, se necesitaba un presupuesto demasiado elevado para instalar y operar el sistema, ya que consumía cantidades excesivas de energía eléctrica y la inversión inicial para la instalación era demasiado elevada. Después de eso, algunos investigadores han tratado de minimizar el coste operativo y coste inicial del sistema

Hoy en día, todas las personas del mundo están interesadas en el cambio climático y el calentamiento global. Urge desarrollar energías ecológicas o energías nuevas y renovables. En Corea muchos están interesados en el crecimiento verde bajo en carbono y en tecnología verde ecológica. Según la Ley fundamental del crecimiento verde bajo en carbono de enero de 2010, se debería reducir al mínimo el uso de combustibles fósiles y desarrollar energías renovables y económicas. La energía solar y la energía geotérmica reúnen esa condición. En Corea se encuentran en el camino para desarrollar un nuevo sistema de fusión de la nieve con energía geotérmica.

El KEC instaló experimentalmente sistemas de fusión de la nieve en el pavimento de autopista utilizando el uso de la energía geotérmica en el 2010 y el uso de la energía solar en 2011. La energía geotérmica fue la más económica y útil entre las dos. De este modo la KEC está tratando de desarrollar una energía más útil para el mantenimiento invernal de las autopistas.



Energía solar



Energía geotérmica

El Instituto de Investigación del Transporte y Autopistas de la KEC (ETRI) se encuentra en la dirección correcta para llevar a cabo un proyecto de investigación que permita establecer las especificaciones estándar para materiales fundentes de nieve ambientalmente sostenibles. El ETRI tiene otra línea de investigación abierta para extraer el ácido orgánico a partir de residuos de alimentos y utilizarla como material de fusión de la nieve

4.2 Nuevos enfoques de gestión y organización

Cada autoridad vial prepara y utiliza su propio manual de invierno. Según el manual, los administradores y contratistas realizan su gestión vial y controlan las cantidades de materiales basados en los cambios de temperatura y el espesor de la nieve.

Los materiales químicos fundentes de nieve, como el cloruro de calcio y cloruro de sodio, tienen particularmente un grave efecto sobre las instalaciones y vehículos de carretera. La rápida corrosión y el deterioro de las estructuras de hormigón de cemento, incluyendo el pavimento, es un problema urgente que hay que resolver lo más pronto posible. Y de este modo, la mayoría de las organizaciones de carreteras están tratando de desarrollar nuevos materiales ecológicos anticongelantes y fundentes.

5 Referencias

Eco-friendly Energy Green Snow-removal Plan.
Korea Expressway Corporation, 2011

Annual report on statistics of Land and Marine. Ministry of Land, Transportation and Marine, 2012

Maintenance and rehabilitation manual (Snow removal). Korea Expressway Corporation, 2012

Administrative division and population of District administrative authorities. Ministry of Administration and Safety, 2012

The effects and countermeasures of Chlorides on cement concrete structures.
Expressway and Transportation Research Institute, 2007

Sitios de internet:

www.roadplus.com

<http://metsky.kma.go.kr/> (Portal Meteorológico)

research.ex.co.kr (Instituto de Investigación del Transporte)

www.ex.co.kr (Korea Expressway Corporation)

www.mltm.go.kr (Ministerio de Territorio, Infraestructuras y Transporte)

www.kma.go.kr (Agencia de Meteorología de Corea)



LETONIA



1. Demografía y red vial

1.1. Información de país



Letonia se encuentra en el noreste europeo, en la costa oriental del Mar Báltico. Tiene fronteras con Estonia, Lituania, Rusia y Bielorrusia. La mayoría del territorio de Letonia está a poco más de 100 metros sobre el nivel del mar, la superficie es, mayoritariamente, suelos sedimentosos. El punto más alto es Gaizinkalns, a 312 metros de altura. Hay miles de ríos y lagos Letonia y de alrededor del 8% del territorio está cubierto por pantanos. Aproximadamente un tercio de la población de Letonia (659.000) vive en la capital, Riga.

1.2. Red vial y tráfico

Superficie	64,589 km ²	
Población	2.1 million	
Densidad	32.5 pers/km ²	
Longitud de carreteras y calles	Carreteras estatales	20,119 km
	Carreteras municipales	38,683 km
	Pistas forestales	10,142 km
	Carreteras privadas	3,500 km
	Total	72,444 km
Latitud (Capital)	57 °N Riga	

La longitud total de las carreteras pavimentadas es 14.602 km. La densidad media de las carreteras es 1,122 km por 1 km² El parque de vehículos en Letonia es de 786.058 , incluyendo 612.321 coches. En 2011, el promedio diario de intensidad de vehículos por las principales carreteras estatales fue de 4.644 vehículos. Entre ellos, 996 (21,4 %) fueron camiones.

2. Clima

2.1. Zonas climáticas

El clima de Letonia está sujeto a la influencia de su ubicación en las costas del Mar Báltico, que provoca un moderado clima oceánico, con marcada actividad ciclónica que influye en los cambios de clima 190-200 días al año. La parte occidental de Letonia es característica de clima marítimo, con inviernos suaves y grandes variaciones de temperatura; en el Este, el clima es más continental. El invierno en Letonia por lo general dura a partir de la segunda parte de Noviembre hasta finales de marzo. Comienza gradualmente, por lo general, con heladas moderadas, días nublados, mucha nieve y lluvia ocasional. En los últimos años, se puede observar un cambio climático por un incremento estadístico en el largo plazo de la probabilidad de eventos meteorológicos extremos (precipitaciones, temperaturas máximas).

2.2. Estadísticas

La temperatura media en enero en las regiones de la costa es de -2.0C, en la Zona Oriental de -7.0C. A veces se experimentan variaciones bruscas de la temperatura a -40.0C. Esto se explica por entrada de masas de aire de alta presión desde el norte o el Este. La cobertura de nieve permanente dura desde mediados de diciembre hasta mediados de marzo. En la Ribera Occidental dura 80-90 días de promedio, mientras que en la parte oriental aumenta hasta 100-120 días. Debido a frecuentes deshielos la capa de nieve no es gruesa. Puede llegar a 30-50 cm, pero en la costa promedia 15-20 cm. En ciertos años de fuertes precipitaciones e inviernos fríos puede llegar a ser de 1 m, mientras que en inviernos cálidos es muy variable. El número medio de días con deshielos es <60 días al año.

2.3. Índices invernales

No se calculan índices de gravedad invernal para necesidades socioeconómicas amplias en Letonia. Pero existe la posibilidad de empezar, porque el Centro Hidrometeorológico Letón maneja todos los datos necesarios y proporciona información acerca de las desviaciones de la media, desde la de década a la mensual de la temperatura, las precipitaciones, así como el grosor de la capa de nieve.

3. Gestión del mantenimiento invernal

3.1. Estándares y reglas

Las normas de mantenimiento rutinario de carreteras, incluidas las normas de funcionamiento invernal, están en el código de carretera y en la regulación estatal titulada "Requisitos para el mantenimiento de rutina de las carreteras estatales y municipales y la supervisión del desempeño de procedimientos" (actualizada en 2010). Las carreteras se dividen en 5 niveles de servicio invernal, según la importancia de la carretera y el flujo de tráfico:

IMD	Carreteras principales	Carreteras regionales	Carreteras locales
> 5,000	A	-	-
1,000 – 5,000	A1	A1	A1
500 – 1,000	A1	B	B
100 – 500	-	C	C
< 100	-	-	D

En cada nivel de servicio se ha definido los requisitos para el estado de las carreteras durante distintas condiciones meteorológicas:

Requisitos	Nivel de servicio				
	A	A1	B	C	D
	Condiciones aceptables				
Profundidad media de nieve					
Sin precipitación	Sin nieve	Sin nieve	4cm	10 cm	Sin límite
Durante tormenta de nieve	6 cm	6 cm	8cm	10 cm	
Nieve primavera	3 cm	3 cm	5cm	6 cm	
Roderas	hasta 10 mm	hasta 20 mm	hasta 40 mm	hasta 50 mm	Sin límite
Tiempo de limpieza	3 h	4 h	6 h	18 h	Sin límites
Tiempo de actuación	3 h	4 h	6 h	no	Sin límites

En la práctica, esto significa que para las categorías A y A1 hay una política de «carretera negra», que se persigue mediante el uso intensivo de fundentes. En las de clase B, mientras, se permite tratamiento anti-deslizamiento principalmente con productos abrasivos. En las clases C y D sólo hay criterio de acceso sin medidas anti-deslizamiento:



El siguiente mapa muestra los niveles de servicio para carreteras nacionales y regionales en 2012./2013:



Las especificaciones técnicas para trabajos invernales también forman parte de la documentación del contrato. Las necesidades de equipos, materiales, rendimiento en el trabajo y los resultados esperados se definen en estas especificaciones. La retirada de nieve en las carreteras del estado se realiza en camiones equipados con cuchillas quitanieve delanteras y laterales. En caminos rurales municipales y carreteras privadas se emplean tractores o motoniveladoras. Para prevenir el deslizamiento se usa sal prehumidificada en carreteras de categoría A y A1. La granulometría de la sal no podrá exceder 6.3 mm. Para prevenir el deslizamiento en carreteras de categoría B se emplea sal prehumidificada, así como mezcla de sal y arena y/o arena pura. 1 M3 de mezcla de sal y arena no podrá contener menos de 120 kg de sal, y la granulometría de la mezcla no podrá exceder 6.3 mm. En las carreteras de clase C las tareas de prevención de deslizamiento se llevan a cabo sólo de manera puntual, en las intersecciones, en las subidas empinadas y curvas cerradas, esparciendo arena. En lluvia helada las carreteras clase C se rocían con arena en su longitud total. La sal mojada se usa para derretir hielo en las calles de las ciudades más grandes. En ocasiones, en el caso de fuertes nevadas, en las calles se empuja la nieve a bancos laterales a los lados para organizar su retirada posterior. Los municipios rurales organizan la retirada de nieve de sus propios caminos y calles.

3.2. Organización y operative del mantenimiento invernal

La Organización Nacional de Carreteras Letona (SJSC, por sus siglas en letón) tiene responsabilidad sobre el servicio invernal de las carreteras nacionales, mientras que cada municipio tiene responsabilidad sobre las carreteras municipales y calles. El mantenimiento de carreteras en invierno se financia de los presupuestos del estado, y el mantenimiento de caminos y calles es financiado por los presupuestos municipales, al que se añaden subvenciones que recibe de los presupuestos del estado.

SJSC elabora el programa de mantenimiento invernal, clasifica la red de carreteras y calcula la financiación necesaria. Las carreteras del Estado se clasificaron en el invierno del período 2012/2013 como sigue:

Categoría	km total			
		Carreteras principales	Carreteras regionales	Carreteras locales
A	584	563	21	-
A1	2,183	1,182	960	41
B	2,575	-	2,154	421
C	12,753	-	2,178	10,575
D	2,121	-	9	2,112
Total	20,216	1,745	5,322	13,149

El programa es aprobado por el Ministerio de Transporte. Los datos básicos para el programa son preparados por las oficinas regionales SJSC, mientras que la oficina central resume y hace las correcciones que sean necesarias para proporcionar una política de mantenimiento unificada. Antes del inicio de temporada de invierno hay reuniones entre los contratistas y el SJSC, tanto en las oficinas centrales como las regionales. Durante estas reuniones, los objetivos se definen con mayor precisión y se identifican problemas, así como soluciones. Complejos contratos de mantenimiento rutinario (incl. en invierno) se adjudicaron por licitación en el verano de 2007. La red de carreteras del Estado se dividió en 12 zonas/contratos. En cada zona la longitud de la red carretera es de 1.000 a 2.500 km y abarca 1 a 3 distritos territoriales. Todos los contratos fueron ganados por una empresa estatal, que obtuvo los derechos para realizar obras de mantenimiento vial en invierno y verano, de otoño de 2007 a Otoño de 2014. Hay principalmente un principio de pago por "precio por unidad de obra". Sin embargo, algunos contratos cuentan con una mensualidad fija para el mantenimiento invernal, sobre todo en aquellos que abarcan las principales carreteras. Se hacen correcciones de +/- 20%, en función de la cantidad de días con condiciones meteorológicas cambiantes desfavorables.



El contratista se compromete plenamente al cumplimiento del estándar de mantenimiento vial, a la supervisión de las condiciones de las carreteras y toma la decisión sobre las actividades que se deben realizar, basándose en inspecciones visuales, el pronóstico del tiempo, los datos disponibles de estaciones meteorológicas y la experiencia. En cada distrito hay una persona ejerciendo sus funciones durante la temporada de invierno, que se mantiene en contacto con el contratista, los usuarios de la carretera, las empresas de transporte, los servicios de emergencia, el Dpto. TIC del SJSC y los municipios. Hay 53 puntos de supervisión electrónica de carretera (ESS) a lo largo de las carreteras principales y se implementan estaciones



RWIS gradualmente en Letonia desde 1996.

La información entrante de temperatura y humedad, de precipitación, así como temperatura y estado de calzada se actualiza regularmente en una base de datos. Todas las ESS están equipadas con cámaras IP. Las unidades de mantenimiento de carreteras tienen acceso a todos los datos a través de Internet. El personal de servicio del contratista proporcionan regularmente (cada 2 horas) anuncios acerca de las condiciones de la carretera basándose en los datos de las RWIS, así como la observación periódica de campo.

3.3. Evaluación de las medidas de control de nieve y hielo

El objetivo del mantenimiento de carreteras en invierno es permitir el flujo de tráfico que facilite un funcionamiento normal de la economía. Hasta ahora, las pérdidas y beneficios a la economía, como por ejemplo, el impacto de un pobre mantenimiento invernal no ha sido medido con precisión.

SJSC mantiene un registro de todas las quejas y solicitudes de usuarios de carretera recibidas; las procesa y las responde. Tras la temporada de invierno se prepara un informe sobre los resultados de trabajos de mantenimiento invernal incluyendo estos datos. Éste se facilita a las unidades contratistas en reunión post-campaña..

Para los tratamientos preventivos y curativos anti-nieve y hielo se emplea, primordialmente, sal prehumidificada, además de mezclas de sal y arena. El extendido de sal y la creación de rugosidad en nieve compactada se emplea en carreteras de tránsito muy reducido.

Método	porcentaje
Sal mojada	73%
Sal y arena	17%
arena	1%
Rugosidad	9%

La limpieza de nieve de las carreteras se realizad por camiones pesados equipados con varias cuchillas cuya eficacia es muchas veces superior a la de los lentos equipos utilizados antiguamente. Aproximadamente el 80% de los esparcidores están equipados con un sistema de gestión de flotas (con sensores acoplados). Este sistema proporciona al contratista y al SJSC información histórica on-line acerca de las actividades realizadas en la interfaz web. Otra herramienta de entrada de datos es el registro de medidas realizadas en mantenimiento rutinario en una bitácora electrónica, así como los trabajos y su registro de aceptación.

Las oficinas regionales de SJSC supervisan la calidad del trabajo realizado y aprueban el trabajo para los pagos finales. Personal de SJSC inspecciona el estado de las carreteras en función de su clase de mantenimiento y paga por un trabajo. El contratista debe tener un sistema de control de calidad aprobado por SJSC para poder realizar obras en las carreteras del estado. Actualmente SJSC y el contratista tiene sistemas de control de calidad acordes a las normas de ISO 9001:2008. Cuando se producen desviaciones de las normas de calidad, se examina cada caso y si se confirma que se debieron a una negligencia del contratista, se le impone una penalización.

3.4. Información y seguridad de tráfico

El SJSC ha establecido un Centro de Información de Tráfico. La persona de servicio en el Centro de Información de Tráfico sigue la situación en las carreteras del estado, da respuestas a las consultas de los usuarios e informa al contratista sobre sus reclamaciones. Los usuarios pueden recibir tráfico información en el momento sobre las condiciones de circulación en las carreteras e información general sobre las condiciones de circulación en cada distrito por Internet.

El SJSC está trabajando en producir una eficaz y unificada difusión de la información de tráfico a la sociedad junto con otras autoridades que tengan, o generen sus propios datos (emergencias, locales y urbanas, etc.). Los datos de sistemas de vigilancia del SJSC son accesibles a los usuarios (estaciones meteorológicas, perfiles de tráfico, imágenes de la cámara) a través de un cómodo interfaz web (SIG). De este modo la web del SJSC puede convertirse en una plataforma nacional para todos los públicos de los datos de tráfico. Se contempla también la explotación comercial de estos datos, vendiendo suscripciones a servicios comerciales como navegadores GPS, servicios de mapeo, smartphones...

Antes del inicio de la campaña invernal, por lo general el SJSC proporciona información a los conductores sobre la política de mantenimiento en invierno, y organiza la distribución de folletos informativos en gasolineras y a los municipios.

4. I+D+i

SJSC está trabajando en la implementación de varios sistemas TIC y proyectos piloto estrechamente relacionados con el mantenimiento de carreteras invernal (p. ej., ampliación de funcionalidad de RWIS añadiendo sondas suelo y pantallas de información. También hay algunos proyectos de I+D+i en este campo que tienen por objeto apoyar el proceso de toma de decisiones. Otra dirección es el trabajo de revisión de la metodología general de mantenimiento de invierno carretera para la introducción de mejoras (nivel de servicio, los criterios de evaluación, sistema de pago etc.).

5. Referencias

www.lvceli.lv
www.csb.gov.lv
www.celugids.lv



LITUANIA



1. Demografía y Carreteras

1.1 Información de país



Gráfico 1 ubicación de Lituania

Lituania es un país de Europa Oriental en el Mar Báltico. Desde el punto de vista regional, Lituania es a menudo descrito como un estado báltico. Está situado en el centro geográfico de Europa. La superficie del país es comparable a la de la República de Irlanda y Letonia. La línea costera de Lituania es de 99 km de largo.

Vilnius es la capital de la República de Lituania. Es la ciudad más grande del país con una población de 544.000. El centro histórico, o el casco antiguo de la ciudad, es uno de los más grandes de Europa oriental y ocupa una superficie de 360 hectáreas. Su valor único fue reconocida por la UNESCO y en 1994 la ciudad vieja de Vilna fue incluido en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Vilnius está situado en el sur oriente de Lituania (54° 41" de latitud norte y 25° 17" longitud Este) y es el centro administrativo del país con los principales políticos, económicos, sociales y centros culturales.

1.2 Red vial y tráfico

La red de carreteras de importancia nacional consta de las carreteras principales (1.750 km, de los cuales 310 km de autopistas), las carreteras nacionales (4.950 km) y las carreteras regionales (14.600 km). 64 % De las carreteras tienen asfalto o cemento pavimento. El número total de vehículos en el país asciende a 2,1 millones.

Lituania está situada en la encrucijada y corredores de transporte internacional se extiende de norte a sur y de este a oeste. Por lo tanto, el desarrollo de la red de carreteras y su mantenimiento es una de las principales prioridades del país.



2. Clima

2.1 Visión general de zonas climáticas

Lituania se encuentra en latitudes medias, bastante cerca del mar y el océano. Desde el punto de vista de la variedad climática del país, por lo que se encuentra en la parte norte de la zona climática de las latitudes medias. La región climática de la orilla del mar Báltico se parece al clima de Europa Occidental. Durante un largo periodo de un año, el clima en Lituania está determinado por frentes atmosféricos, el número de los cuales llega 160-170 por año.

Los bosques. Los bosques cubren 31,7 % de la superficie del país.

Las aguas. El país tiene aproximadamente 748 mm de lluvia, mientras que sólo 512 mm se volatilizan. El resto, 236 mm (o un 32% de las precipitaciones hacia el mar por la superficie o aguas subterráneas hasta el mar directamente o a través de los países vecinos. Cuerpos de agua interior de Lituania (ríos, lagos, estanques y la Laguna de Curlandia) de 1903 km², que representa el 2,9 % de la superficie del país.

Los Ríos. Lituania está atravesada por 17 ríos de más de 100 km. de longitud. El río más largo es el Neman's, proveniente de Bielorrusia, al suroeste de Minsk. Es el 14o río más largo de Europa y el 4o en la cuenca del Mar Báltico. La longitud total de de ríos y canales en Lituania asciende a 76,8 mil km.

Laguna de Curlandia. El mayor cuerpo de agua interior en Lituania es la Laguna de Curlandia. Es una gran laguna del Mar Báltico, separada del mar por una estrecha y larga lengua de arena. La superficie total de la Laguna de Curlandia es 1584 km², de los cuales 413 km² en la parte norte de la laguna pertenece a Lituania.

2.2 Estadísticas de temperatura y precipitación

La temperatura media en invierno oscila entre -3 °C en la costa de -6,5 °C en la parte oriental de la República de Lituania. En verano la temperatura media es bastante estable y su fluctuación es menos variada (de +17 °C a +18,5 °C). La duración de la radiación solar hecho en Lituania comprende 50-55% del máximo. La duración media de la radiación solar por mes varía de 30 a 290 horas. En verano, la duración media de la radiación solar es 9,3 -8,6 horas por día. En Diciembre, hay luz solar aproximadamente 1 hora al día.

Humedad del aire. La humedad relativa máxima (más del 90 %) se da por lo general al comienzo de la temporada de invierno, mientras que las más bajas (alrededor del 70%) se puede esperar en el mes de mayo.

Nieblas. Son frecuentes en Lituania, en especial en las regiones occidentales (90-105 días por año; duración general de la niebla asciende a 600-650 horas).

Nubosidad. La nubosidad en Lituania es de 7 puntos en una escala de 10 puntos (es decir, intervalos nubosos con cielos claros). Al cabo de un año, los días de cielo raso son 6-10 veces menos frecuentes que los nubosos.

Nieve. Aproximadamente el 15 de noviembre, se forma una cubierta de nieve en las regiones septentrional y oriental de Lituania, que se extiende a lo largo de 10 días hasta la orilla del mar. En los inviernos nevados, la capa de nieve llega hasta 90 centímetros. El promedio más elevado de cubierta de nieve (alrededor de 30 cm) se da por lo general en el extremo oriental de la República de Lituania. En los inviernos nevados, la cubierta de nieve se prolonga más (alrededor de 105 días) en el Noreste Lituania. Por lo general, la cobertura de nieve desaparece antes del 25 de marzo.

Tormentas de nieve. Son bastante frecuentes en Lituania. Se promedian más de 20 días con ventiscas en Samogitia y el este de Lituania. Se han dado inviernos cuando las tormentas tormenta duraron 55 días. La duración media de una ventisca es 6-7 horas.

Precipitación. En Lituania la precipitación es principalmente líquida (alrededor del 75%), mixta (17%), y sólida (nieve, hielo, 8%). Las precipitaciones medias en Lituania son de 1.000 -1.300 horas al año (en algunos años hasta 2.000 horas).

3. Mantenimiento vial invernal

3.1 Estándares y normas

La Agencia Lituana de carreteras (LRA) es una institución pública creada por el Gobierno de la República de Lituania y se encarga de organizar y coordinar la rehabilitación, mantenimiento y construcción de carreteras. Las carreteras de importancia nacional se dividen en principales, nacionales y regionales. Cada categoría carretera se mantiene uno de los tres niveles de mantenimiento: alto (nivel 1), medio (nivel 2) y bajo (nivel 3). Lituania ha tenido su actual Sistema de Gestión del Mantenimiento Vial desde el año 2002. El sistema se describe en el Manual de conservación de carreteras. Se compone de 6 unidades y se incluyen las normas de mantenimiento de carreteras, las normas económicas del mantenimiento de las carreteras, la tecnología de ejecución de las obras en carreteras, la preparación del programa de mantenimiento vial, el control técnico de carretera, la aceptación de las obras y su pago, la contabilidad de la conservación de carreteras y obras, las normas de las obras, equipos y el consumo de material para obras viales. Cualquier persona interesada en las normas pueden consultarlas en tkti@tkti.lt.

Para las carreteras nacionales y principales se usa el método de la sal "pre-humedecida", lo que ayuda a disminuir la cantidad de sal empleada. Como regla general, cuando se esparce NaCl, se inserta del 5 al 30% de solución de CaCl₂. Bajo condiciones climáticas extremas (fuertes lluvias heladas, bajas temperaturas) las carreteras pueden ser tratadas con arena y sal.

Las carreteras regionales se tratan con una mezcla de arena y sal o arena. Cuando la temperatura es inferior a -8 °C, las carreteras se tratan con una mezcla de cloruro de sodio y cloruro de calcio (NaCl y CaCl₂) en la proporción de 88:12. Las proporciones puede variar. La capacidad de los esparcidores de sal es de 5 a 7 m³. En función de la cantidad de sal y el ancho de la carretera, un esparcidor de sal puede cubrir de 15 a 50 km, y cubre 30 km de promedio. En Lituania, hay alrededor de 120 días cuando es necesario dar tratamientos.

La estrategia de protección anti-hielo permite reducir la cantidad de los productos químicos en las carreteras en un 20-40 %. NaCl, cuando se pre-humedece con solución de CaCl₂ es menos probable que se cause corrosión, especialmente si se añade una pequeña cantidad de inhibidores (p. ej., algún fosfato).

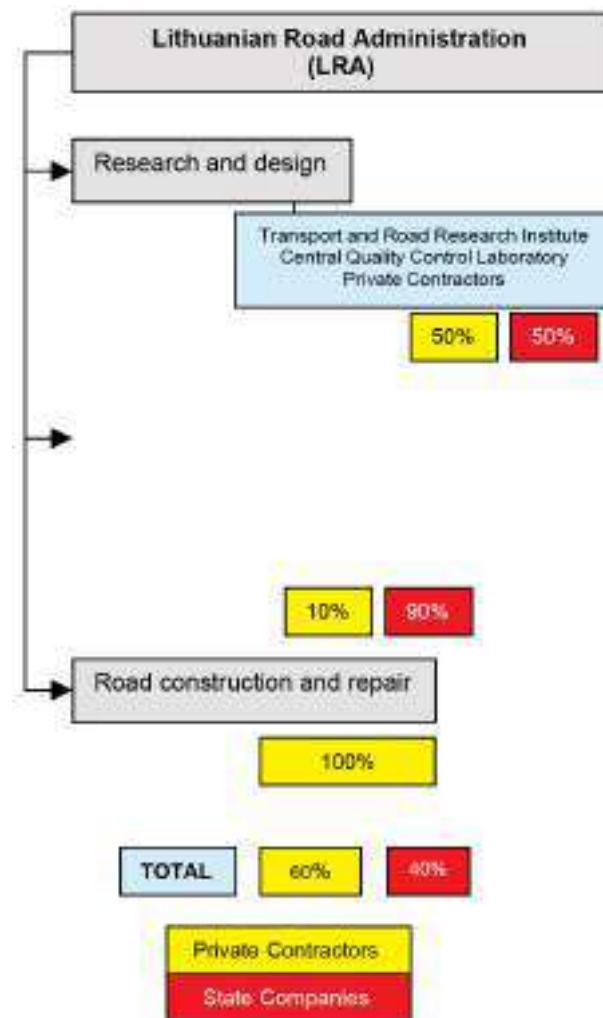
No existen diferencias notables entre las zonas climáticas en Lituania. Por lo tanto, apenas influyen en la longitud de difusión. De conformidad con las normas incluidas en los contratos firmados con los contratistas, las actividades de mantenimiento deben comenzar a más tardar 1 (una) hora desde el comienzo de la lluvia, nieve o lluvia helada. El nivel 1 (aproximadamente 200 km) incluye las operaciones de mantenimiento (24 horas al día) de las carreteras principales: la carretera A1 Vilnius-Kaunas-Klaipėda el tramo de carretera del pk 10 al 115, es decir, de Vilna a Sitku-nai y de la carretera A5 Kaunas-Marijampolė-Suvalkai. El servicio de mantenimiento en otras carreteras principales se realiza de 4 a 22 horas, en las carreteras nacionales de 6 a 19 horas, por las carreteras regionales de 9 a 18 horas. Desde el 10 de noviembre y el 1 de abril los vehículos con PMA de 3,5 toneladas no se les permite conducir con los neumáticos de verano en Lituania. Desde el 10 de abril y el 1 de noviembre los vehículos con neumáticos con clavos no están permitidos. En Lituania, el relieve es muy plano, por lo tanto, casi nunca se usan cadenas en invierno y su uso no se ha definido.

3.2 Organización y operative de mantenimiento invernal

El Instituto de Investigación de Transporte y Carretera y el Laboratorio de Control de Calidad son empresas del estado. Los proyectos de reconstrucción vial en Lituania son preparados por compañías privadas. Los proyectos de menor alcance puede ser preparados por el Instituto y el laboratorio. La mayoría de las operaciones de mantenimiento las realizan las empresas estatales de mantenimiento vial. Sin embargo, para algunas obras se invita a contratistas privados. Algunos equipos pueden ser alquilados.

Las carreteras se construyen y reconstruyen exclusivamente por empresas privadas, sobre la base de un contrato. La Administración de Carreteras (LRA) solicita ofertas de obra de las empresas privadas. El mantenimiento vial es financiado con cargo al presupuesto nacional (mantenimiento de carretera y Programa de Desarrollo). El 40% del importe total de mantenimiento se asigna al mantenimiento de invierno. En la temporada de invierno de 2008-2009 la suma total de mantenimiento de invierno ascendió a los 38 millones de euros.

Gestión operativa de carreteras



El mantenimiento de las carreteras en Lituania se realiza exclusivamente por el estado y sus empresas de mantenimiento, por lo que no hay ofertas para el mantenimiento de las carreteras. El estado y sus empresas de mantenimiento puede contratar algunas de las operaciones de alquiler o algunos de los equipos. Las carreteras y calles de las ciudades y los pueblos se encuentran dentro de la responsabilidad de los municipios. Ellos son los que están a cargo del mantenimiento de sus calles y carreteras.

Las empresas subordinadas al LRA tienen a su cargo el mantenimiento de las carreteras del estado. La financiación correspondiente a esa categoría de carreteras no se utiliza para las carreteras locales. En Lituania, incluso si en invierno es muy duro, no hay restricciones para el uso de carreteras. Nunca se les han cerrado. Las carreteras principales han de estar accesibles durante todo el día.

Las mediciones de la nieve y el hielo son realizadas por las empresas de mantenimiento de carreteras. La calidad de su

trabajo está bajo el control de los inspectores del laboratorio central de Control de Calidad. El servicio meteorológico de Lituania las previsiones a corto plazo (3-6 horas) se entregan a los especialistas en carreteras 5 veces al día ; las previsiones a largo plazo (durante toda la semana) se dan una vez al día.

En el año 1998, en colaboración con la base de la empresa sueca AerotechTelub, el LRA configuró el sistema de información meteorológica por carretera y empezó a acumular datos sobre las condiciones meteorológicas de carretera. Los datos de las estaciones de campo se transfieren a la computadora central de la LRA. Los datos se acumulan, procesados en el servidor. Los datos son de dos clases: los de usuarios de la carretera y los de especialistas de mantenimiento de carreteras. Éstas tienen su propia página web especial que proporciona los datos de todas las estaciones sobre el terreno. En 2009, se han instalado 48 estaciones de campo y 27 cámaras de vídeo. Los especialistas de mantenimiento de carreteras reciben información sobre el estado de la carretera en su oficina y lugar de trabajo, mientras que también se ofrece información para el público en los medios de comunicación y en la página web del LRA (www.lra.lt).

Ha comenzado el desarrollo de un sistema de información de tráfico de las carreteras de alcance nacional. En la actualidad están ya establecidas actividades de los sistemas de transporte inteligentes que están en línea con las posibilidades de la Administración de Carreteras Lituano y posibles vínculos con otros sistemas de transporte inteligente en Lituania: Se estudian nuevas posibilidades y direcciones en el desarrollo del sistema de información de tráfico de las carreteras de importancia nacional y de la adhesión a la red única de sistemas inteligentes de transporte de Europa. La Unión Europea sva a financiar el proyecto en su primera parte, por lo que los fondos serán asignados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

Está prevista la ejecución del proyecto dentro de un plazo de dos años, y que el nuevo sistema empiece a funcionar en Lituania a finales de 2010. Al instalar un moderno sistema de información de tráfico en las carreteras Lituano de importancia nacional, los siguientes nuevos servicios electrónicos se pondrá en marcha para ser prestados a los usuarios :

- información sobre obras en la carretera, su duración, desvíos, posibles retrasos debido a obras en la carretera
- información en tiempo real acerca de intensidad de tráfico y la velocidad media en distintas secciones de la carretera, advertencias sobre interrupciones de tráfico. las previsiones a corto plazo de intensidad de tráfico (en las carreteras por las que los sensores de intensidad de tráfico están instalados). Información sobre posibles retrasos debido a interrupciones de tráfico;

- información acerca de las restricciones en las carreteras debido a las condiciones climáticas, los accidentes de tráfico o de cualquier otra índole . Información sobre duración de las restricciones, las desviaciones, posibles retrasos.

- Información sobre las condiciones climáticas en la carretera , la información sobre el estado del pavimento (seco, resbaladizo), advertencias acerca de los fenómenos que son peligrosas para el tráfico;

- planificación de rutas teniendo en cuenta las restricciones de tráfico y las condiciones del tráfico (la búsqueda de la manera más corta , en la búsqueda de la ruta más rápida, la búsqueda de una manera racional)

El sistema de información de tráfico será desarrollado por instalación de los sensores en las carreteras, que son necesarios para recoger información sobre las condiciones del tráfico y la configuración del Centro de Información de Tráfico. La prestación de servicios técnicos y el mantenimiento de las estaciones , señales de mensaje variable y cámaras de vídeo son de la competencia de la división de los laboratorio central de Control de Calidad .

3.3 Evaluación de las medidas de control de hielo y nieve

Cada año, el LRA considera los volúmenes de tráfico en las carreteras y las asignaciones presupuestarias, y después con la ayuda de RIS identifica los niveles de mantenimiento vial. Las últimas estimaciones son testimonio del hecho de que un óptimo mantenimiento de carreteras, en invierno mantenimiento de caminos, la financiación que requiere es dos veces más alto que el actual las asignaciones del mantenimiento de carreteras y el Programa para el Desarrollo. Por lo tanto, la eficiencia del mantenimiento de carreteras servicio cumple con el nivel de financiación.

El laboratorio central de Control de Calidad está a cargo del control del mantenimiento de carreteras, que se realiza sobre una base contractual. Los inspectores regionales, a intervalos regulares claramente definidos o después de los cambios en las condiciones climáticas, inspeccionan las carreteras. La función es exclusivamente responsabilidad de las administraciones regionales de carreteras. Son capaces de identificar si la calidad de obras de construcción de carreteras se ajusta a los requisitos del Manual de conservación de carreteras. Los trabajos de mantenimiento se atribuyen a tareas rutinarias de mantenimiento, y se pagan en función de su cumplimiento.

3.4 Tráfico y seguridad vial

El LRA recopila información sobre la evolución del clima en las carreteras y las condiciones de la carretera de varias maneras. Uno de ellos se refiere a transferencia de información de las administraciones regionales por teléfono dos veces al día. Otro se refiere a transferencia electrónica mediante el sistema de información del LRA dos veces al día.

La tercera vía se refiere a recopilar la información del sistema RWIS (en invierno cada 15 minutos). El LRA procesa la información y la envía a los medios de comunicación de masas y la página web de la LRA (www.lra.lt) cuatro veces al día. También aporta información sobre las restricciones de tráfico. La información también se da por la radio. Otros medios de comunicación reciben información a través de agencias de noticias. La información se transfiere en forma electrónica. La web del LRA muestra información de todas las estaciones.

En la carretera Vilnius-Kaunas-Klaipėda hay cuatro paneles de mensaje variable que proporcionan datos sobre las condiciones climáticas de las estaciones de campo más cercanas o cualquier otra información. Las máquinas virtuales se gestionan desde la empresa de mantenimiento estatal o la LRA.

Los usuarios de la carretera reciben la siguiente información sobre los accidentes de tráfico, sus causas, las condiciones del tráfico, etc.:

1. La siguiente información sobre los accidentes de tráfico y sus causas se da a las agencias de noticias, estaciones de radio y televisión, prensa escrita, medios de comunicación electrónicos : sobre la situación durante el día, la semana, mes , año;
2. Publicaciones (folletos, volantes, calendarios, etc.)
3. Las medidas de circulación segura con niños en época de invierno: educación sobre el tráfico, peculiaridades, esquí y otros deportes de invierno y su ubicación, etc.).

Un sistema de mejora de la seguridad vial

En el año 2008, hubo 4.897 accidentes mortales y lesiones (con 498 muertos y 5.940 heridos). Si se compara con 2007, el número de accidentes en el año 2008 redujo en un 24,1 %; el número de muertos por un 32,7 % y el número de heridos por el 26,1 %. Para mejorar la seguridad del tráfico, se han tomado las siguientes medidas:

- Educación (información en medios de comunicación de masas, las publicaciones Sobre la seguridad del tráfico, en la que se daban instrucciones a los peatones, los ciclistas y el uso de reflectantes
- Las medidas de ingeniería (iluminación secciones de carretera, barreras, la reconstrucción de las intersecciones y algunos tramos de carretera , la construcción de vías y pasarelas peatonales, nuevas rotondas, badenes, reflectores de pavimento, barandillas, etc.

- Control de los usuarios de la carretera (las medidas administrativas);se presta más atención al control de los neumáticos y luces;
- campañas especiales de la seguridad del tráfico cuando se trata de educación y control coordinado.

Del 1 de noviembre al 1 de abril, la velocidad de transporte en las autopistas se reduce. Una de las más eficaces medidas de reducción de velocidad fue la instalación de la red de cámaras de control de velocidad en las carreteras del estado. En el año 2007 se produjeron 2 unidades, en 2008, es decir, 12 unidades, en 2009, 139 unidades instaladas.

La estimación de coste de una fatalidad en Lituania es de aproximadamente 2 millones de litas (alrededor de 0,58 millones de euros). Una de nuestras prioridades en el futuro cercano es la mejora de seguridad en el tráfico por carretera. La atención se centrará en mantenimiento de carreteras, incluyendo mantenimiento de invierno, aumentando las asignaciones financieras para que la tasa de accidentes descienda a la de los demás estados miembros de la UE.

4. I+D+I y estudios para la mejora del mantenimiento de carreteras

La Universidad Técnica Vilnius Gediminas se ha involucrado en el procesamiento de los datos recibidos de la estaciones de campo desde 1998. Especialistas de la Universidad también analizan los datos, proporcionan previsiones y determinan los niveles de mantenimiento de carreteras.

El Grupo de Mantenimiento Vial de la Asociación del Mar Báltico se encarga de coordinar la labor de todos los servicios de mantenimiento de los tres Estados Bálticos. Los miembros del grupo intercambian información sobre la conservación de las carreteras y estructuras, introducen nuevas normas nacionales y otros documentos de mantenimiento vial. También presentan propuestas que sirven de base para los países en la organización del trabajo en carretera y los servicios de mantenimiento invernal de la Vía Báltica y otras carreteras internacionales.

5. Referencias

Administración Lituana de Carreteras (LRA) - www.lra.lt
Laboratorio Central de Control de Calidad (SE "Problematika") - www.probl.lt
Instituto de investigación vial y de transporte - www.tkti.lt



MARRUECOS



1. Demografía y red vial

1.1. Información de país

El Reino de Marruecos tiene una superficie de 710,850 kilómetro cuadrados. Está ubicado en el noroeste de África, a tan solo 15 km de España frente al Estrecho de Gibraltar. Marruecos limitada con Mauritania al sur y Argelia al este. Tiene una población de 30 millones de habitantes, la mitad de la cual vive en áreas urbanas. Tiene un clima Mediterráneo en el norte, un clima de Océano Atlántico en el oeste y un clima del desértico en el sur.

El clima es, en general, templado, debido a la proximidad al mar (aprox. 3,000 km de litoral). La capital de Marruecos es Rabat. Las ciudades principales de Marruecos incluyen: Casablanca, Rabat, Tánger, Agadir, Tetouan, Fez, Marrakech, Meknes y Safi.

1.2. Red vial y tráfico

La red marroquí, que administra la Direction des Routes de (Dirección de Carreteras), consta de un total de 57,347 km, de los cuales 38,545 km están pavimentados y 18,802 km son pistas. La red de carreteras pavimentada se clasificada de acuerdo con tres categorías:

- carreteras nacionales (9,994 km);
- carreteras regionales 9,324 km;
- carreteras provinciales (19,227) km.

Esta red recibe mantenimiento ordinario durante todo el año, proveído por el gobierno, y mantenimiento periódico (refuerzos, recubrimientos, ensanches, etc.) realizado por sociedades privadas. La red de autopista comprende aproximadamente 920 km y 555 km de autopista están en construcción. Esta red es dirigida por el Société Nationale des autoroutes du Maroc de (Departamento de Autopistas Nacional de Marruecos).

En 2008, el tráfico alcanzó los 66.01 millones de vehículos-km/día, subiendo desde los 60.41 millones de vehículos-km/día en 2007, lo que equivale a una subida de 9.27 puntos. El número total de vehículos en carretera es de, aproximadamente, 2.2 millones.



2. Clima

2.1. Zonas climáticas y principales eventos invernales

El clima en Marruecos es muy diferente en cada región. Las áreas costeras disfrutan un clima templado que contrasta con el clima del desierto en las áreas del sur y orientales del país. Aunque se puede considerar un país caluroso, el clima es claramente estacional y presenta varias zonas de clima: Mediterráneo en el norte, oceánico en el oeste, continental tierra adentro y desértico en el sur.

El verano es, en general, cálido y agradable en la costa y en áreas montañosas, pero es sofocante en el sur y en las ciudades principales. En invierno las áreas costeras experimentan temperaturas relativamente moderadas. Por contra, el invierno en las áreas elevadas, que constituyen gran parte de Marruecos, es frío y muy húmedo.

En la costa occidental, el promedio de las temperaturas máximas y mínimas en invierno es de 21°C y 8° C. En verano, las temperaturas varían entre 17 y 27° C. Las temperaturas de

invierno medias en el interior varían entre 4 y 20 °C. Los inviernos son fríos y lluviosos con heladas frecuentes y nevadas en los montes Atlas Altos y Medios. En estas regiones, las nevadas son abundantes durante el invierno y pueden extenderse hasta mayo. En ocasiones infrecuentes, las temperaturas pueden caer a los -18 °C. En verano, las temperaturas son muy agradables, con un promedio de 20° C.

Las estaciones lluviosas tienen lugar entre octubre y noviembre y entre abril y mayo. La región de Rif, en Marruecos nor-occidental es la área con más lluvia de Marruecos. El Sahara marroquí y pre- Sahara tienen un clima seco. Incluso en invierno, el clima del desierto es caluroso y seco durante el día, pero muy frío por la noche.

2.2. Estadísticas climáticas

En Marruecos, los servicios relacionados con el clima, la información y pronósticos meteorológicos son proveídos por el de la Direction Nationale de Météorologie (DMN) (el departamento de servicios meteorológico nacional). Estos datos incluyen la temperatura, el derrumbamiento, los vientos, la humedad, la nieve, la niebla, etcétera. Las predicciones tienen un horizonte de:

- Menos de 48 horas:
 - Boletín con 1 a 4 parámetros;
 - Boletín con más de 4 parámetros;
- 72 horas:
 - Boletín con 1 a 4 parámetros;
 - Boletín con más de 4 parámetros;
- 5 días (rango medio):
 - Boletín de rango medio.

El DMN tiene 44 estaciones meteorológicas actualmente. Su programa estratégico contempla la modernización y la expansión de su red. En Marruecos la precipitación anual ronda los 810 mm en Tánger, 550 mm en Rabat, 400 mm en Casablanca, 250 mm en Marrakech y Agadir, 350 mm en Oujda, 1200 mm en Ifrane y 30 mm en Dakhla.

2.3 Índices invernales

En general, en Marruecos, la temporada de invierno se caracteriza con el número de días de nevada, la profundidad de nieve registrada en la red de carreteras, y el número de las horas que el acceso a carreteras es bloqueado debido a las malas condiciones invernales. Los tres últimos años han presentado los siguientes datos:

Descripción:	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
Número de horas de carreteras bloqueadas	5223	1027	700	9660
Número de días con nieve en carretera	17	15	12	74
Kilómetros de carretera nevada	4251	3714	2486	4900

3. Gestión invernal de red vial

3.1. Estándares y reglas

El tráfico de camino es controlado el Code de la route (Código de carreteras) de 1953 cuyas enmiendas han sido aprobadas recientemente por la cámara de representantes.

En relación con los servicios de invierno, no hay ningún padrón establecido respecto a la retirada de nieve. Los preparativos de invierno se llevan a cabo acordes a una circular divulgada por la DR que da una idea general de la estrategia a asumir en cuanto a preparativos e intervención.

La señalización de sectores con nieve responde a las directivas marroquíes respecto a señales de carretera. Las señales preceptivas son instaladas a lo largo de la red de carreteras de conformidad con un estatuto aprobado por el Ministerio de Transporte y obras públicas. Las obstrucciones de camino y los cierres atribuibles a la nieve son anunciados a través de comunicados de prensa hechos público por la DR, mediante un mismo mensaje enviado a todas las estaciones de radio y televisión en Marruecos para que el público en general quede informado.

La retirada de nieve se realice, en general, con quitanieves de empuje y niveladoras, except cuando la profundidad de nieve supera los 50 cm. En este caso, se utilizan máquinas quitanieve dinámicas.

3.2. Organización y operative de la vialidad invernal

La DR es un departamento de operaciones del Ministerio de obras públicas y transporte. Dentro del territorio, tiene 16 divisiones de obras públicas y transporte regionales (DRRs), 36 divisiones de obras públicas y transporte provinciales (DRPs) y 7 departamentos de equipo y logística (SLMs). Estos últimos son entidades independientes que suministran el equipo necesario (equipo pesado y camiones) para el mantenimiento de carreteras rutinarias tanto de retirada de nieve como de arena a todos DRRs y DRPs.

Una tarea fundamental de la DR es facilitar constantemente una circulación de tráfico segura, fluida y sostenible en la red de carreteras. Sin embargo, la red de carreteras está sujeta a los fenómenos naturales que dificultan la circulación de tráfico a lo largo del año. La cobertura de nieve, la cobertura de arena y las avalanchas están entre los fenómenos más comunes en Marruecos. La nieve es frecuente en la región del Rif, del medio al alto Atlas que cruza unos 5,000 km.

La cobertura de arena, en cambio, ocurre en las áreas desiertas, el sur del reino.

En relación con el servicio de invierno, la estrategia del Ministerio de Obras Públicas y Transporte está basada en:

- Mantener la de los usuarios en carretera;
- Restablecer el servicio en invierno tan rápidamente como sea posible para asegurar la circulación de tráfico.

En relación con el restablecimiento del servicio (respecto a retirada de nieve, arreglo de inundaciones, desprendimientos, etcétera) en general, todas operaciones se priorizan de la siguiente manera:

- Primero, hay intervención estructurada y estratégica en la red para permitir los viajes interurbanos y la entrega de productos de consumo a centros económicos.
- Segundo, se interviene en la red con tráfico de nivel medio para dar acceso a los centros administrativos de pueblos rurales, tras esto se interviene en la red local.
- Después de la intervención en la red principal, los equipos del MOPT en el territorio ayudan a aliviar el aislamiento de la población rural más lejana.

En cuanto a la retirada de nieve, la DR actúa de acuerdo con ese orden de prioridad de intervenciones, basado en cada tipo of red. El objetivo es restablecer el servicio general en la red de carreteras tan rápido como sea posible en cualquier provincia, facilitar el acceso a bienes y servicios y la facilidad de viajar a la población local. El MOPT tiene 800 máquinas pesadas y camiones, incluyendo 105 quitanieves (Quitanieves de empuje, dinámicos y niveladoras) y 15 trailers para transportar equipo a escala nacional y regional.

Dado a que las operaciones de retiro de nieve no pueden ser llevado simultáneamente en toda la red afectada, es necesario priorizar carreteras sobre la base de su importancia económica y estratégica. Se han especificado, por tanto, tres niveles del servicio:



Nivel de servicio S1 (1,850 km)

Las carreteras en este nivel del servicio tienen servicio ininterrumpido (excepto durante las tormentas de nieve) tanto de día y como de noche, para mantener el tráfico abierto o, si es necesario, cerrado durante un período de tiempo breve, no más de 4 horas después de una tormenta de nieve. En general, los caminos nacionales y regionales muy importantes están en este nivel.

Nivel de servicio S2 (1,700 km)

El servicio en las carreteras clasificadas en este nivel no es constante. Sin embargo, se pide que sea aceptable se mantienen las condiciones de tráfico durante el día mediante la organización, si es necesario, de convoyes cuando haya nevadas persistentes.

Nivel de servicio S3 (1,360 km)

No hay límite de tiempo establecido para las carreteras clasificadas en esta categoría. Se acepta que las condiciones de tráfico se restablezcan tan pronto como sea posible. Esta red de carreteras experimenta nevadas relativamente significativas en las regiones y épocas del año señaladas en el apartado de climatología. El período de más nieve dura desde noviembre a marzo. Dentro de la región, se llevan a cabo las siguientes medidas cuando hay nieve:

- Se cierran las barreras de nieve;
- Se monitorizan los sectores con nieve;
- Se dirige el tráfico a rutas alternativas, si es posible;
- Se anuncian interrupciones del servicio;
- Se ejecuta el plan de intervención para retirar nieve en los sectores en los que se ha interrumpido el servicio;
- Se reabren sectores cerrados;
- Se difunde información.

Cada año, los preparativos invernales empiezan en el mes de septiembre. Se hacen a dos niveles:

- Nivel central por la DR; y
- Nivel territorial (por DRETs y DPETs).

A nivel central, las autoridades de vialidad invernal:

- Preparan una circular atodas las DRETs y DPETs afectadas por la nieve para movilizar recursos humanos y equipos y realizar tareas preventivas en puntos críticos de la red;
- visitar ciertas DRETs y DPETs para asistirlos y observar preparativos para el invierno;
- visitar las instalaciones para comprobar que el equipo de oficina (teléfonos, fax, fotocopiadoras, etc.) funcionan;
- visitar puentes de emergencia en Oued Zem (DPET de Khouribga).

A nivel regional, las DRETs y DPETs:

- preparar una oficina que esté equipada, por lo menos con máquina de fax, teléfono, equipos de radio, mapas de la red con los puntos críticos señalados y planes de rutas alternativas, un programa de trabajos, etc.;
- verificar y preparar para la campaña los equipos de retirada de nieve y comunicaciones;
- realizar operaciones de limpieza de drenajes y canalizaciones, mantener estructuras, mantener o reemplazar señales verticales, poner marcadores en carreteras con nieve;
- visitar puntos críticos de la red;
- mantener barreras y refugios de nieve;
- reunirse con DRETs y DPETs cercanas;
- proveer fundentes (sal, arroz, pozzolana, etc.) para eliminar el hielo.

Los empleados que trabajan para mantener servicios invernales cuentan con servicios básicos: alojamiento, víveres, ropa, calefacción, bonos para extra, etc.

Un análisis externo identifica las oportunidades y amenazas en el medio ambiente. Estos serán evaluados de acuerdo a las PESTEL (políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales, legislativos) modelo de análisis estratégico. Servicio en la carretera Invierno constituye un grave problema en términos de su impacto sobre los distintos factores.

Factores políticos

La vialidad invernal, cada año más, atrae la atención de los funcionarios y autoridades locales, que son cada vez más conscientes de la interrupción de servicio en la carretera causados por la nieve. Sus preocupaciones se hacen eco en comunicados de prensa, en preguntas formuladas en el Parlamento, o cartas dirigidas al Ministerio, entre otros.

Los funcionarios locales y nacionales se preocupan por servicio de invierno, ya sea porque la acción parece rentable y beneficiosa para sus actividades electorales, o porque, a su vez, se enfrentan la presión de los usuarios de la carretera, los comerciantes y a sus asociaciones y por el público en general.

Fruto de la descentralización de responsabilidades, la gestión de vialidad invernal en las zonas urbanas está bajo la autoridad de los funcionarios locales. Los servicios externos del ministerio, que son los responsables de la seguridad pública, el flujo del tráfico, la continuidad de los servicios públicos, la sostenibilidad de la actividad económica, etc. , en el campo de su competencia, colaboran con autoridades locales (autoridades locales, los consejos municipales, los consejos regionales) Factores Económicos

Como es obvio, la carretera es un elemento clave en la actividad económica moderna y la movilidad de la población. Como tal, en Marruecos, el 90% de la población utiliza la red de carreteras y el 75% de las mercancías se transportan a través de la red de carreteras. Como resultado, cualquier interrupción de servicio en la carretera va en detrimento de la población y la actividad económica y comercial.

Aunque la nieve ya se ha convertido en un activo económico (estaciones de esquí, etc.) en el siglo XX sigue planteando muchos problemas para aquellos que tratan de reducir su influencia y sus efectos negativos.



Las incidencias de la red carretera por la nieve son costosos para la comunidad:

- afectan a actividad económica y comercial
- reducir los viajes personales en los destinos turísticos
- provocar una escasez de alimentos y la interrupción de suministros farmacéuticos.

En consecuencia, alteran los precios de productos esenciales y afectan a la capacidad adquisitiva de la población, que ya es baja, dado que las zonas afectadas son todos menos desarrollados.

Factor Social

Las interrupciones de servicio por carretera debido a nieve en la red aumentan el aislamiento y la distancia de muchas comunidades y obstaculizan el transporte de personas y mercancías. Impiden el acceso a la atención de la salud y educativo y socioeconómico centros administrativos. Estas interrupciones perturban la escolarización de los niños. Como resultado de esto, son causa de insatisfacción y descontento en la población y a veces un sentimiento de marginación y exclusión.

De hecho, desde que los usuarios de la carretera son cada vez más conscientes de la importancia de la calidad y el servicio continuo, recurren a quejarse y a protestar. Mientras que las infraestructuras sin duda sirven como medio para anclar a la población de ciertas zonas geográficas desfavorecidas (montañas, zonas que están alejados de los centros urbanos, etc.), por el contrario, las interrupciones del servicio rural y la migración causa el abandono de las comunidades rurales.

Technological factor

Cada vez más, el servicio de invierno incorpora tecnología:

- los usuarios de la carretera pueden ponerse en contacto con el Ministro o le envían mensajes para expresar su satisfacción o insatisfacción por las TIC (Internet, GSM, etc.)
- Los usuarios pueden expresar su opinión a través de la prensa, la radio o la televisión
- Gracias a los informes meteorológicos: previsiones meteorológicas pueden ser utilizadas para una mejor preparación para el invierno (planificación, prevención, localización de equipos en puntos calientes, etc.).
- Thanks to weather reports: weather forecasts can be used to better prepare for winter (planning head, prevention, positioning equipment at hot spots, etc.).
- Un equipo quitanieves eficaz tiene un GPS, sistema de comunicación por radio y cabina climatizada.
- Esparcidores de fundentes automáticos.

Factor ecológico y de medio ambiente

La vialidad invernal impacta en 2 aspectos al medio ambiente:

- Consumo de carburantes y lubricantes;
- Contaminación por uso de fundentes.

Las actividades de mantenimiento vial y de las operaciones que puedan afectar a la calidad del medio ambiente nativo situado cerca de las carreteras. En Marruecos, las preocupaciones ecológicas y ambientales son considerados al elaborar y ejecutar proyectos servicio de invierno. Por lo tanto, en lo

que se refiere a carreteras de deshielo productos químicos, utilizamos la puzolana, un material natural que se encuentra en abundancia en Ifrane y Khenifra, y que permite reducir el impacto sobre la flora y la fauna y en las aguas.

Factor legal, legislativo e instrucciones de seguridad

La vialidad invernal requiere un estricto cumplimiento de disposiciones legales y reglamentarias que rigen su gestión y organización. En particular, es importante actuar en estricta conformidad con las disposiciones del Código de circulación. Cuando hay nieve, las normas de seguridad incluyen el cumplimiento de los carteles y rótulos, la conducción en convoyes, los límites de velocidad, manteniendo las distancias de seguridad entre vehículos y la barreras, etc.

Por otra parte los informes del tiempo, las redes de televisión y las emisoras de radio emiten periódicamente los informes de la carretera con las interrupciones de servicio por la nieve y el cierre y la reapertura de carreteras. Los usuarios de carretera tienen acceso a un número de teléfono de la DR (05 37 71 17 17) 24 horas al día, 7 días a la semana, a fin de que puedan conocer el estado actual y estado progresivo de la red de carreteras.

Además, al igual que los usuarios de la carretera, los funcionarios deben hacer frente a la retirada de nieve ellos mismos durante las diferentes operaciones y, como resultado, están expuestos a los peligros potenciales. Su seguridad se debe estudiar y evaluar constantemente, en particular mediante señalización suficiente.

3.3. Información de carretera y seguridad vial

La primera prioridad de la DR es la seguridad de los usuarios de la carretera. Se han aplicado disposiciones para garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera y para evitar incidentes en carreteras cubiertas de nieve. Gracias a la vigilancia de los equipos de invierno, no hubo que lamentar pérdida de vidas humanas en casos de nieve en la red de carreteras. Cuando las barreras de nieve están cerradas, los equipos búsqueda llevan siempre cubiertas de nieve y hacen rutas para asegurar que no hay usuarios de en estas secciones.

Estas vallas sólo se abren después de la retirada de nieve y de que las carreteras estén tratadas con productos químicos de deshielo.

Comunicación interna

Cuando hay interrupción del servicio por la nieve, los DRETs y DPETs afectados inmediatamente comunican la información a la DRY a los DRETs y DPETs vecinos por teléfono en el 05 37 71 17 17, por fax al 05 37 71 32 54 y con tecnología TIC (SMS e Internet).

* Comunicación por radio

Desde 1993, la DR ha implementado un sistema de comunicación por radio de bandas VHF/UHF. Este sistema, que se utiliza para las 51 DRETs y DPETs, permite:

- Controlar información;
- Vigilar de cerca los equipos de intervención sobre el terreno durante operaciones de retirada de nieve, esparcido de fundentes, eliminación de arenas y mantenimiento vial rutinario, etc.
- tener una clara red de comunicación fuera de la congestión de las redes existentes;
- reducir tiempo en la toma de decisiones apresuradas para impedir retrasos en la reacción a los fenómenos naturales y, en consecuencia, mejorar los servicios públicos prestados a los usuarios de la carretera;
- mejorar la coordinación entre los vecinos DPETs.

Todos los equipos de mantenimiento y retirada de nieves tienen equipos de comunicación de radio.

* tecnologías de la información

En un esfuerzo por modernizar sus herramientas de gestión, en el año 2005, la DR desarrolló un sistema informático para la gestión de la información de los sucesos en carretera. Éstos se dividen en cinco tipos- nieve, arena, los accidentes de tráfico, daños causados por las inundaciones, los problemas de las estructuras y obras en la carretera. Este sistema, que se basa en Internet y mensajería SMS a través de teléfonos móviles GSM, permite:

- Acortar el tiempo requerido para recopilar información
- Compartir información, en tiempo real, con diferentes funcionarios en el Ministerio para ayudar a la toma de decisiones;
- mejorar el almacenamiento de información para el público en general
- crear una base de datos de incidentes viales

La información sobre incidentes por carretera se envía por SMS desde el lugar de la incidencia en forma de resumen de la información o a través de Internet. En este caso, el usuario autorizado del sistema añade información sobre incidentes por carretera. La información que se comunica con el número de la carretera, el kilómetro, el tipo de incidencia, el número de víctimas y un informe de incidente.

El sistema también permite al administrador preparar comunicados de prensa relativos a las condiciones del tráfico (en francés y árabe) de forma semiautomática y enviarlo a los destinatarios con mapas que indican la ubicación del incidente.

External communication

* Nº de teléfono: 05 37 71 17 17

En lo que se refiere a la información para el público en general, el DR da acceso a un número de teléfono (05 37 71 17 17) que se puede usar 24 horas al día, 7 días a la semana en el que se informa al público sobre el estado de la red de carreteras, en particular en lo que se refiere a las condiciones del tráfico durante las nevadas.

* Medios

También se transmite información al público a través de comunicados de prensa en radio, televisión y prensa. Estos comunicados de prensa (sobre las interrupciones del servicio o la reapertura de las carreteras) son preparados por el servicio de explotación y vialidad (Departamento de operaciones y servicio invernal) de la DR.

* Señalización variable

A fin de mejorar las condiciones del tráfico y el nivel de servicio en las principales carreteras, la DR ha instalado carteles paneles de señalización variable para informar a los usuarios de la carretera, en tiempo real, sobre el estado de la red, especialmente durante de la nieve cuando hay posibles desviaciones. Las señales se instalan en las siguientes carreteras:

- en Meknes, en la RN8 en la salida hacia El Hajeb;
- en Fez, en la RN8, la salida de Fez hacia Ifrane;
- en Ifrane, en la RN8, la salida hacia Azrou;
- en Azrou, en RN13 en la salida hacia Midelt, hacia Ifrane.

Estas señales se gestionan con un sistema de control centros vinculado por un módem a través de la red telefónica conmutada. El centro de control principal se encuentra en el DPET en Ifrane.

* Fax y teléfono de información de la carretera

Las interrupciones del servicio y la reapertura de las carreteras también se comunica por teléfono y fax a la autoridad local y la Gendarmería.



Para seguir los cambios en el clima y como resultado de un acuerdo con la Dirección de Meteorología Nacional (Departamento de Meteorología Nacional), los departamentos de la DR reciben cada día previsiones de gama media (4 días) e informes meteorológicos que incluyen información sobre el clima observado y previsto y, en caso necesario, informes meteorológicos con advertencias sobre las inclemencias del tiempo y nevadas.

En el caso de boletines de alerta, los servicios centrales de la DR advierten a los servicios externos y siguen muy de cerca las diferentes operaciones realizadas sobre el terreno con el fin de mitigar los riesgos causados por las inclemencias del tiempo. Los servicios territoriales afectados por estas advertencias inician operaciones de reconocimiento para establecer el estado de los puntos críticos y de supervisar y verificar el estado de las interrupciones.

4. I+D+I y estudios para la mejora de la vialidad

4.1. Nuevas tecnologías

En términos de equipamiento para la retirada de nieve, desde el año 2005, la DR ha adquirido 31 quitanieves, 3 fresas dinámicas y sopladores adicionales. Cada una de estas máquinas está equipada con un sistema de comunicación por radio. Se han instalado paneles de señalización variable en Ifrane (para informar a los usuarios sobre las condiciones de la carretera).

4.2. Nuevos sistemas de gestión

La DR aplica una dimensión valiosa, estratégica y creativa a sus recursos humanos. Los empleados que trabajan en el servicio de invierno tienen experiencia, dedicación y demuestran un sentido de pertenencia similar a la de un grupo de élite. Estos empleados no cuentan sus horas de trabajo y dan lo mejor de sí para satisfacer a los usuarios de la carretera. Nuevos métodos de gestión se basa en la lógica de la intervención en carretera. No existen limitaciones entre las provincias cuando se trata de operaciones de retirada de nieve. De hecho, los equipos quitanieves en cualquier provincia continúan limpiando la misma carretera hasta que se encuentran con equipos de otras provincias.

Se han intensificado los esfuerzos para el desarrollo de las previsiones y la vigilancia vial con el fin de mejorar la reacción y velocidad de respuesta a las condiciones meteorológicas.

4.3. Cooperación transnacional para mejorar los niveles de servicio con países vecinos

La necesidad de gestionar mejor servicio de invierno constituye una de las principales preocupaciones de la DR. Desde que se creó, se ha optado por desarrollar la cooperación técnica con sus homólogos, que incluyen tanto las naciones industrializadas como los países en desarrollo. Esta cooperación está encaminada a mejorar la gestión y los procedimientos para responder a los actuales y futuros problemas del servicio de invierno. Por lo tanto, existe cooperación bilateral entre Marruecos y otros países que aportan en este campo, tales como:

- Cooperación entre Marruecos y Suecia en el campo de la seguridad vial, que ha proporcionado a los servicios de recuperación ante desastres herramientas tecnológicas para la gestión, las operaciones y la seguridad vial, con especial énfasis en la información y el sistema operativo para nieve o carreteras sujetas a las inclemencias del tiempo. Se han presentado recomendaciones importantes que en los siguientes aspectos: quitanieves, equipos viales, técnicas para la remoción de nieve y hielo eliminación, sistemas de información y la infraestructura de carreteras.
- Cooperación con Japón, que ha resultado en la construcción de un instituto de formación para el uso de los equipos y el mantenimiento de carreteras. Desde 1993, más de 5.000 marroquíes y 200 ejecutivos técnicos de los países de África se han beneficiado de la capacitación en el instituto
- Cooperación con Francia en el campo de la señalización vial, que ha hecho posible desarrollar una guía de señalización de las carreteras en las zonas urbanas e introducir nuevas señales de la carretera.

5. Referencias

Bibliography

Mr. JANATI IDRISSE, La gestion de la viabilité hivernale au Maroc, published in the revue générale des routes et aéroports (France) n° 852, October 2006.

Mr. JANATI IDRISSE, thesis entitled Développement stratégique de la viabilité hivernale au Maroc for a Master's Degree in Public Management.

XII International Winter Road Congress, Torino (Italy), March 26 to 30, 2006.

Webs

www.internaute.com/voyage/maroc/climat

www.marocmeteo.ma

www.mtpnet.gov.ma



NORUEGA



1. Demografía y carreteras

1.1. Información sobre el país

La unidad monetaria es la corona noruega (NOK). Un euro equivale a 7,60 NOK en mayo de 2013. La longitud de la costa es de 25.148 kilómetros, incluidos los fiordos. El lago más grande, Mjøsa, tiene 362 km². La montaña más alta, Galdhøpiggen, tiene una altura de 2.469 m

Gran parte de Noruega es montañosa. La costa occidental está formada por profundos fiordos y está salpicada de islas a lo largo de la costa. Noruega es el país con la costa más larga de Europa. La actividad relacionada con el petróleo es el factor económico más importante.

La unidad administrativa de Noruega está formada por el Regjering (Gobierno) y el Storting (Parlamento) con elecciones cada 4 años. Hay 19 provincias y 428 municipios. La capital Oslo se encuentra en una latitud de 60° norte.

1.2. Tráfico y red vial

Las carreteras en Noruega tienen las siguientes categorías:

Tipo de carretera	Longitud de carretera
Carreteras nacionales	10.580 km
Carreteras provinciales	44.320 km
Carreteras municipales	38.970 km
Total carreteras públicas	93.870 km
Carreteras privadas, de bosques y granjas	139.000 km

Todas las carreteras nacionales están pavimentadas. En los otros tipos de carretera existe una gran cantidad de ellas todavía sin pavimentar. Hay 4,8 millones de vehículos, incluidos 2,4 millones de vehículos de pasajeros.

El noventa por ciento de la superficie del país se encuentra al norte de los 60° de latitud, donde hay fuertes nevadas durante seis meses al año. El tráfico invernal (de noviembre a abril) representa alrededor del 35% del volumen de tráfico anual. En Noruega, el 20% del presupuesto de mantenimiento está relacionado con la situación invernal.



El Reino de Noruega es una monarquía constitucional. El área del Reino de Noruega es de 385.155 km², el continente tiene un área de 323.758 km², y las islas de Svalbard y Jan Mayen, de 61.397 km². En enero de 2013 la población era de 5 millones.

2. Clima

2.1. Descripción de las áreas climáticas, principales eventos invernales a tener en cuenta

La Corriente del Golfo hace que el clima en Noruega sea mucho más suave que en otras partes del mundo situados en la misma latitud. El país se eleva con una zona de montaña dentro de la línea de costa.

Noruega experimenta grandes variaciones climáticas en distancias cortas. En las tierras bajas, en el este de las montañas, el clima es más seco con bajas temperaturas de hasta -20°C , y en ocasiones de hasta -30°C y -40°C . Por contra, las temperaturas invernales oscilan alrededor de 0°C a lo largo de la costa, y rara vez por debajo de -10°C .

En la parte occidental de las montañas hay una gran cantidad de nieve y viento, con lo que las condiciones son a menudo muy difíciles para el mantenimiento invernal. Existe una gran cantidad de precipitaciones a lo largo de la costa, a menudo en forma de nieve y también sopla mucho viento. El clima húmedo a lo largo del mar crea muchos problemas, debido a la congelación de la humedad de las carreteras, formándose hielo.

En el sureste de Noruega se producen en invierno como promedio entre 20-25 nevadas. El número de nevadas es muy superior a lo largo de la costa y, sobre todo, en el norte de Noruega. En los últimos años se han vuelto muy frecuentes los problemas con la lluvia helada y la lluvia en las carreteras congeladas. Las carreteras son muy resbaladizas y para los usuarios es muy difícil conducir por ellas. Para los responsables de la carretera también es difícil mantenerla en condiciones correctas pues la lluvia reduce muy rápidamente el efecto de la sal sobre la superficie de la vía.

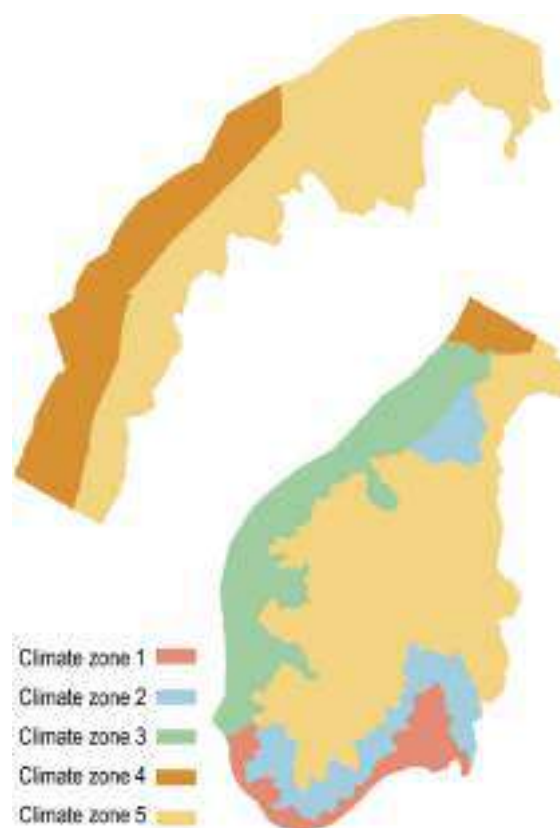
Hay muchas tormentas de nieve durante el invierno en las montañas y en especial, en el norte de Noruega. En las carreteras que cruzan las montañas se producen muchos cierres de carreteras y períodos en los cuales los vehículos sólo pueden pasar en convoy debido a las tormentas de nieve.

2.2. Estadísticas de temperaturas, heladas y precipitaciones.

Para el mantenimiento invernal, el país puede ser dividido en cinco zonas climáticas, tal y como se muestra en las siguientes tablas.

Parámetros climáticos en diferentes zonas climáticas

Zonas Climáticas					
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
Duración días de invierno	152	173	157	206	201
Espesor de la nieve	41 cm	55 cm	41cm	63cm	72cm
Precipitación en forma de nieve	158 mm	225 mm	258 mm	332 mm	248 mm
Precipitación en forma de lluvia	830 mm	734 mm	1,632 mm	860 mm	603 mm
Temp. Media. Ene $^{\circ}\text{C}$	-3	-6	0.7	-3.3	-7.8
Temp. Media. Marzo $^{\circ}\text{C}$	1.1	-1.4	2.6	-1.6	-3.3



2.3. Índices invernales

En 2003 se estableció un sistema basado en índices invernales. El índice surgió como producto de un cálculo teórico del número de operaciones de mantenimiento invernal. Se compararon mediante acciones experimentales los datos teóricos con el número de acciones realizadas. Se recopiló información sobre precipitaciones, el viento, las variaciones de temperatura alrededor de cero, humedad, etc. de las estaciones meteorológicas de la zona. El modelo calcula el número teórico

de acciones de mantenimiento necesarias en invierno basadas en la información del tiempo real. La conclusión de las pruebas fue que la calidad del modelo no era lo suficientemente buena como para ser utilizado para compensar el pago de los contratos de invierno.

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1. Normativas y disposiciones

- ¿Obligación legal de realizar el mantenimiento invernal?

De acuerdo con la Ley de Carreteras de Noruega, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones da pautas para el mantenimiento de las carreteras troncales y nacionales. El Gobierno financia su mantenimiento. La Administración Noruega de Carreteras Públicas (NPRA) actúa en nombre del Ministerio de Comunicaciones. La NPRA también gestiona el mantenimiento en las carreteras de los condados.

El mantenimiento de carreteras se financia a partir de tres fuentes diferentes: (i) el Estado (carreteras nacionales), (ii) las provincias y (iii) los municipios.

- **Clasificación de carreteras – Niveles de servicio – Optimización de rutas**

Los tipos de carreteras son:

- Las carreteras nacionales conectan diferentes partes del país, así como a Noruega con otros países, y también conectan las diferentes provincias con los núcleos importantes. Son las principales vías de transporte de mercancías y del tráfico dentro del país;
- Las carreteras provinciales llevan el flujo de tráfico desde el campo a las carreteras nacionales y a los núcleos de las provincias;
- Las carreteras municipales se encargan del tráfico residencial y empresarial de pueblos y municipios hacia otras carreteras;
- Los caminos privados incluyen pistas forestales y caminos agrícolas.

- **Indicadores de ejecución y estándares de calidad**

Nivel de servicio

El nivel de los estándares de mantenimiento de las carreteras nacionales se describe de acuerdo a la importancia de las carreteras y la media anual de intensidad diaria de tráfico. La seguridad del tráfico, el volumen de tráfico (intensidad media diaria anual (IMD)), y los efectos ambientales son los parámetros considerados para hacer la norma más económicamente eficiente. El nivel de servicio de las carreteras nacionales

en Noruega se describe en el manual de mantenimiento, manual 111 "Normativa para el mantenimiento de carreteras nacionales", de agosto de 2012. Las "carreteras provinciales" y "las carreteras municipales" tienen sus propios niveles de servicio. A continuación se describen los principios fundamentales del manual 111.

Propuesta de mantenimiento invernal:

El mantenimiento invernal debe conseguir:

- Carreteras seguras y accesibles a los usuarios de las mismas durante el invierno con mínimo impacto en el medio ambiente
- Visibilidad, cumplir con la función de equipamiento vial seguro y accesible.
- Visibilidad correcta para todos los usuarios de la carretera
- Accesibilidad a los equipamientos viarios para el personal de mantenimiento

El mantenimiento invernal debería acortar los períodos en que la carretera se encuentra en condiciones adversas debido a la presencia de nieve y hielo en su superficie, así como garantizar un agarre seguro y una adecuada suavidad de la superficie de la vía en períodos en que la superficie de la carretera está cubierta de nieve y hielo.

Las áreas destinadas a los peatones y ciclistas deberían ser transitables y presentar un aspecto atractivo para los usuarios de manera que los peatones y los ciclistas prefirieran utilizar las áreas destinadas a ellos en lugar de utilizar la calzada.

Ciclo de mantenimiento

El nivel de servicio para el mantenimiento invernal se describe como un ciclo de mantenimiento en relación al período anterior, actual y posterior a un evento meteorológico.

Un fenómeno meteorológico se define como la condición atmosférica o cambio en las condiciones meteorológicas que afecta y cambia las condiciones de la carretera en invierno. Los fenómenos meteorológicos están principalmente relacionados con la precipitación, la helada blanca, el viento o los cambios de temperatura. La determinación de cuándo se produce un fenómeno meteorológico debe basarse en una evaluación de la magnitud de los cambios en el estado de la carretera en comparación con el uso de los recursos necesarios para el mantenimiento de la condición de la carretera que se especifica en la normativa (condición de la carretera aprobada). Debería haber procedimientos específicos disponibles para determinar y advertir del inicio y fin de los fenómenos meteorológicos.

Los estados de la carretera aprobados definen el estado de la carretera que debería mantenerse en períodos entre dos fenómenos meteorológicos y al cual se debería tender durante los sucesos invernales.

	Ciclo de Mantenimiento			
	Antes del episodio meteorológico		Durante el episodio	Después del episodio
	Estado estable	Estado alerta		Despejado
Condición de la carretera	Condiciones aprobadas de la carretera	Condiciones aprobadas de la carretera	Desviación aceptada respecto a las condiciones de aprobación	Reajuste de las condiciones de aprobación de la carretera en los plazos estipulados
Actividad	Controlar Mantener condiciones aprobadas de la carretera	Controlar Mantener condiciones aprobadas de carretera Trabajos preventivos	Reducción del desvío de las condiciones de aprobación de la carretera Controlar	Restablecimiento de las condiciones de aprobación de la carretera Controlar
Nivel de Servicio	Deberían obtenerse las condiciones para aprobar la carretera	Deberían obtenerse las condiciones para aprobar la carretera	Desviación de las condiciones de aprobación: Se debe operar hasta llegar al nivel acordado	Desviación de las condiciones de aprobación: Se debe operar hasta obtener el nivel de servicio.

Si se cumplen en un tramo de carretera las condiciones aprobadas de la carretera descrita, no se aplica la introducción de mano de obra durante el evento meteorológico.

Si los requisitos establecidos para las condiciones descritas de aprobación de la carretera no se cumplen en un tramo de la vía, se aplicarán los requisitos de introducir mano de obra durante el evento meteorológico y los recursos de mantenimiento de invierno deberían estar en funcionamiento.

Clasificación de mantenimiento invernal

El mantenimiento de invierno debe llevarse a cabo de acuerdo con una clasificación de tramos de carretera según la clasificación de mantenimiento invernal. Se utiliza la siguiente clasificación de vialidad invernal:

Tipo de mantenimiento invernal	Especificaciones generales – Condiciones de aprobación de carretera
WmA	Superficie limpia de carretera - húmeda o seca
WmB	Superficie limpia de carretera - húmeda o seca Se acepta nieve compactada y superficie helada entre huellas de neumáticos durante un periodo limitado de tiempo
WmC	Superficie limpia de carretera - húmeda o seca en tiempo templado - nieve compactada y hielo en la superficie durante periodos fríos
WmD	Nieve compactada y hielo en la superficie
WmE	Nieve compactada y hielo en la superficie Se acepta fricción de la carretera hasta 0,20

La clasificación de un tramo de carretera se basa principalmente en el volumen de tráfico (IMD), como se muestra a continuación.

Clase	IMD			
	0 – 1500	1500 – 5000	5000 – 20000	20000 –
WmA				
WmB				
WmC				
WmD				
WmE				

La clasificación de los tramos de carretera en las clases de mantenimiento de invierno debería tener en cuenta, además de la IMD, la categoría de la carretera (ruta nacional, regional, local), la composición del tráfico, rutas de transporte público, la alineación y el ancho de la carretera, el clima, los accidentes de tráfico y cuestiones ambientales.

Se debe mantener una carretera ininterrumpida según la misma clase de vialidad invernal para toda la ruta. Se deben evitar los cambios frecuentes en la clase de mantenimiento invernal.

La transición entre las diferentes clases de vialidad invernal debería ubicarse en lugares donde la transición no cree dificultades para los usuarios de la carretera. Las rutinas de mantenimiento de invierno en una transición deben realizarse con gran cuidado con el fin de minimizar el efecto del cambio de norma a los usuarios de la carretera.

A continuación se describen para cada clase de vialidad invernal los requisitos para la condición aprobada de la carretera, los métodos para mejorar la fricción y el aporte de recursos en los equipamientos necesarios en los sucesos meteorológicos.

Nivel de mantenimiento invernal clase WmA

Método para la aprobación de la fricción	Deshielo con productos químicos. Cuando el deshielo no es posible, éste debe llevarse a cabo de acuerdo con especificaciones especiales.
Aprobación de las condiciones de la carretera	
Condiciones de la carretera	Superficie limpia de la carretera (húmeda o seca)
Fricción - general	Superficie limpia de la carretera
Fricción – Tramos especiales de carreteras	Superficie limpia de la carretera
Nieve/Superficie helada: Espesor Desnivel	De acuerdo a especificaciones especiales
Entrada de recursos en fenómeno meteorológico	
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de la nieve	1,5 horas
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de hielo	1,5 horas
Tiempo de restablecimiento de las condiciones aprobadas	IMD>6000: 2 horas IMD<6000: 4 horas

Nivel de mantenimiento invernal clase WmB

Método para la mejora de la fricción	Deshielo con productos químicos. Cuando no se consigue el deshielo se debe utilizar arena.
Aprobación de las condiciones de la carretera	
Condiciones de la carretera	Superficie limpia de la carretera -húmeda o seca en marcas de neumáticos. Se acepta nieve compactada y hielo en la superficie entre las huellas de neumáticos durante un periodo de tiempo limitado, nieve suelta de menos de 1 cm.
Fricción - general	Superior a 0,25
Fricción – secciones especiales de carretera	Superior a 0,30
Nieve/Superficie helada: Espesor Desnivel	Inferior a 2,0 cm Inferior a 1,5 cm
Entrada de recursos en fenómeno meteorológico	
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de la nieve	2 horas
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de hielo	2 horas
Tiempo de restablecimiento de las condiciones aprobadas	En marcas de neumáticos: 2,5-5 horas En la carretera en su conjunto: 1-5 días

Mantenimiento invernal WmC

Método para la mejora de la fricción	Arena Fundentes químicos durante nevadas ligeras o durante periodos templados
Aprobación de las condiciones de la carretera	
Condiciones de la carretera	Superficie limpia de la carretera - húmeda o seca durante tiempo templado – nieve compactada y superficie helada durante periodos de frío, nieve suelta menos de 2 cm
Fricción - general	Superior a 0,25
Fricción – secciones especiales de carretera	Superior a 0,30
Nieve/Superficie helada: Espesor Desnivel	Menos de 2,0 cm Menos de 1,5 cm
Entrada de recursos en fenómeno meteorológico	
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de la nieve	2,5 horas
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de hielo	3 horas
Tiempo de restablecimiento de las condiciones aprobadas	3 horas

Mantenimiento invernal clase WmD

Métodos para la mejora de la fricción	Arena Fundentes químicos en hielo de poco espesor y escarcha blanca
Aprobación de las condiciones de la carretera	
Condiciones de la carretera	Nieve compactada y hielo en la superficie, menos de 2 cm de nieve suelta
Fricción - general	Superior a 0,25
Fricción – Secciones especiales de carretera	Superior a 0,30
Nieve/Superficie helada: Espesor Desnivel	Inferior a 3,0 cm Inferior a 1,5 cm
Introducción de recursos en fenómeno meteorológico	
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de la nieve	3 horas
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de hielo	4 horas
Tiempo de restablecimiento de las condiciones aprobadas	4 horas

Mantenimiento invernal clase WmE

Método para la mejora de la fricción	Arena Fundentes químicos en hielo de poco espesor y escarcha blanca
Aprobación de las condiciones de la carretera	
Condiciones de la carretera	Nieve compactada y hielo en la superficie, menos de 3 cm de nieve suelta
Fricción - general	Superior a 0,20
Fricción – secciones especiales de carretera	Superior a 0,25
Nieve/superficie helada: Espesor Desnivel	Inferior a 3,0 cm Inferior a 1,5 cm
Introducción de recursos al fenómeno meteorológico	
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de la nieve	3 horas
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de hielo	4 horas
Tiempo de restablecimiento de las condiciones aprobadas	4 horas

La retirada de nieve debe llevarse a cabo en el arcén de la carretera, así como en los carriles y cerca de elementos de la carretera tales como sistemas laterales de protección, bordillos, etc. Se debe mantener la accesibilidad y seguridad en todos los cruces y paradas de autobús a lo largo de la carretera. La nieve no se debería amontonar en pilas que reduzcan la visibilidad.

Durante el período de deshielo, la nieve debería ser eliminada de las cunetas con el fin de permitir que el agua del deshielo pueda fluir libremente.

En las paradas de autobús, la retirada de nieve debe mantener la altura estándar entre calzada y zona de pasajeros.

En el caso de paradas de autobús y áreas de estacionamiento, el requisito de superficie libre de carretera puede ser omitido siempre que la fricción sobre la nieve y el hielo sea superior a 0,25.

Se aplicarán requisitos especiales para los tramos de carretera en zonas de alta montaña.

Áreas para peatones y ciclistas

El mantenimiento de invierno debe llevarse a cabo de acuerdo con una clasificación de la zona en tipos de mantenimiento invernal. Se utilizan los siguientes tipos de mantenimiento invernal:

Clase de mantenimiento invernal	Especificaciones generales – Condiciones aprobadas de carretera
WmA-PC	Áreas urbanas con muchos peatones y ciclistas, rutas principales para ciclistas, áreas especialmente equipadas para personas con discapacidad.
WmB-PC	Áreas para peatones y ciclistas

Los requisitos para aprobar la condición de la carretera, los métodos para mejorar la fricción y la aportación de recursos necesarios de equipamiento en fenómenos meteorológicos se indican para cada clase de vialidad invernal en un formato como el que se describe a continuación.

Mantenimiento invernal WmA-PC

Método para la mejora de la fricción	Deshielo con productos químicos, retirada de la nieve con barrido o ripado, y cuando no sea posible deberá utilizarse arena.
Aprobación de las condiciones de la carretera	
Condiciones de la carretera – de día	Superficie limpia de carretera (o nieve/hielo con máx. 1 cm de nieve suelta cuando no se pueda realizar el deshielo)
Fricción – de noche	Superficie limpia de la carretera (o fricción superior a 0,30 de nieve cuando no se puedan usar los productos fundentes)
Nieve/superficie helada:	Desnivel menor a 2 cm
Pendiente	Igual que las superficies limpias
Entrada de recursos en fenómeno meteorológico	
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de la nieve	Como en una carretera adyacente pero no más de 2 horas
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de hielo	Como en una carretera adyacente pero no más de 2 horas
Tiempo de restablecimiento de las condiciones aprobadas	Como en una carretera adyacente pero no más de 2 horas

Mantenimiento invernal WmB-PC

Método para la mejora de la fricción	Arena Deshielo con productos químicos en áreas con indicadores de dificultad
Aprobación de las condiciones de la carretera	
Condiciones de la carretera – de día	Nieve/Superficie helada con un máximo de 1 cm de nieve suelta
Fricción – de noche	Superior a 0,30
Nieve/superficie helada:	Desnivel inferior a 2 cm
Pendiente	Igual que las superficies limpias
Entrada de recursos en fenómeno meteorológico	
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de la nieve	Como una carretera adyacente pero no más de 3 horas
Máximo ciclo de tiempo para la retirada de hielo	Como una carretera adyacente pero no más de 3 horas
Tiempo de restablecer las condiciones aprobadas de carretera	Como una carretera adyacente pero no más de 3 horas

En escaleras, rampas de acceso y plataformas se debe retirar la nieve y el hielo en todo el área.

La altura de los bordes del hielo en las zonas con sistema de calor en el suelo debe ser inferior a 2 cm.

Mantenimiento invernal durante el verano

Se deben prever y mantener planes locales para el desarrollo del mantenimiento invernal cuando se producen en verano fenómenos meteorológicos invernales. El periodo entre dos temporadas de invierno se clasifica del siguiente modo:

Estación de invierno: Preparado en espera
Reducción de la preparación en espera
No hay dispositivo preparado en espera
Reducción de la preparación en espera
Estación de invierno: Preparado en espera

La duración de los períodos con reducción de la disposición de espera se define de acuerdo a las necesidades locales.

Durante los períodos en que se reduce la preparación en espera debería estar disponible por lo menos una unidad de máquina para retirar la nieve y esparcir fundentes/arena por cada 100 km de carretera. Se pueden aplicar requisitos más exigentes según las necesidades locales. El tiempo para movilizar la máquina durante los períodos con reducción de la preparación en espera debería ser inferior a 5 horas.

Trabajos especiales de invierno

Limpieza después de una avalancha de nieve

La limpieza y reparación deberían realizarse tan pronto como se pueda hacer con seguridad.

La reparación permanente debería hacerse tan pronto como sea posible.

- Regulaciones especiales relacionadas con el mantenimiento invernal

Productos para descongelación

El cloruro de sodio (NaCl) se utiliza para el deshielo químico y se usa cuando el estado aprobado de la carretera es el de "carretera limpia". Se utilizan arena, grava o piedras machacadas cuando el estado aprobado de la carretera es "superficie con nieve / hielo". La cantidad total de arena utilizada los últimos cinco años ha sido de entre 400.000 y 550.000 t por año. La sal se ha utilizado en la red de carreteras de Noruega desde antes de 1970 y se utiliza hoy en día en unos 8.000 kilómetros de la red vial. En los últimos cinco años, la cantidad total de sal que

se utiliza ha sido de entre 160.000 y 240.000 toneladas por año. Los contratistas pueden usar NaCl como sal para las carreteras. Otro tipo de sales sólo pueden ser utilizadas una vez hayan sido aprobadas por la NPRA.

Neumáticos con clavos

Los neumáticos con clavos eran de uso común hasta finales de los años 1990. Sin embargo, esto ha cambiado debido a la mejora de las medidas de fricción, los efectos más positivos de neumáticos sin clavos y por razones ambientales. El 75% de la población de Noruega utiliza neumáticos con clavos. Los neumáticos con clavos crean polvo y la contaminación del aire se mide durante el día en cinco ciudades principales. Estas mediciones se utilizan para hacer las restricciones locales en caso de ser necesario. En las ciudades más grandes se supone que no más del 20% de los vehículos utilizan neumáticos con clavos. Las tres ciudades más grandes ya casi han conseguido su objetivo, y los neumáticos con clavos no se utilizaron en el 70% de los vehículos durante la temporada de invierno 1999/2000. En dos de las ciudades más grandes, los usuarios tendrán que pagar un peaje por el uso de neumáticos con clavos. Se trata de una medida decidida por los ayuntamientos para asegurar que no más del 20% de los vehículos utilice neumáticos con clavos.

Durante el verano no está permitido el uso de neumáticos con clavos y los usuarios que los usan son multados. No hay sanciones por el uso de neumáticos de verano en invierno. Sin embargo, sí se sancionará por no conseguir el agarre adecuado sobre la carretera durante el período de invierno. Los límites de velocidad en invierno se han disminuido para reducir los índices de accidentes y hasta el momento han dado resultados satisfactorios.

Horas de trabajo

Existe una "ley para el entorno laboral", que establece un número de horas máximas de trabajo, y una "ley de conducción y tiempo de descanso" para los conductores profesionales. Los contratistas tienen que obedecer todas las leyes y, si es necesario, solicitar excepciones.

Equipamiento para el mantenimiento invernal

No existen normas específicas para los equipos de vialidad invernal, tienen que seguir las reglas y regulaciones estándar para cada tipo de equipamiento. En caso de necesidad, los contratistas pueden solicitar excepciones para las máquinas quitanieves y otros equipos que son más anchos que el vehículo habitual. Lo mismo ocurre con la iluminación especial para camiones con quitanieves. Los vehículos de mantenimiento tienen que utilizar una luz especial de aviso durante las operaciones, en caso de no seguir las normas de tráfico.

3.2. Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

■ Organización de la vialidad invernal

La NPRA es responsable de:

- planificación, construcción, mantenimiento e intervención en las redes nacional y provincial de carreteras
- Inspección y requerimiento de vehículos
- Formación y licencias de conductores.

La NPRA está bajo la autoridad del Directorio de Carreteras, que es un organismo autónomo subordinado al Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La NPRA incluye 5 oficinas regionales y 20 oficinas en los condados / distritos. Desde el 1 de enero de 2003, toda la construcción, operación y mantenimiento de las carreteras se ha licitado y contratado después de un procedimiento de licitación pública.

■ Cooperación con otros niveles de la organización de gestión de carreteras

Para asuntos relacionados con las carreteras nacionales, la NPRA está bajo la dirección del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En los relacionados con las carreteras provinciales, la Oficina Regional de Carreteras se subordina a la asamblea legislativa provincial.

■ Gestión operativa del mantenimiento invernal

- Los contratistas son responsables del cumplimiento de las normas de mantenimiento y tienen que planificar, revisar y tomar las acciones necesarias. El contratista no puede decidir el cierre de una carretera por su cuenta. Las carreteras sólo pueden ser cerradas con la aprobación de la NPRA;
- El contratista deberá elaborar y mantener un plan de operaciones de invierno. El plan debe contener: personal, equipos en espera, equipamiento, instalaciones de almacenamiento, rutas, carreteras prioritarias, puntos de especial atención, etc.;
- Los contratistas deben mantener un registro de todas las inspecciones y todas las consultas recibidas por parte del público. Se debe informar sobre cada actividad, todo el consumo de abrasivos y la sal, y el número de kilómetros que se limpian de nieve;
- Según el contrato, los conductores y operadores de las máquinas quitanieves y esparcidores deben formarse antes de poder iniciar sus actividades. La formación es impartida por la NPRA.

■ Cierre de carreteras y restricciones de tráfico

Muchos vehículos utilizan neumáticos con clavos. Debido a la contaminación del aire (polvo) existen restricciones para el uso de neumáticos con clavos en las ciudades más grandes. En algunas ciudades hay un impuesto a pagar por los vehículos que utilizan neumáticos con clavos. El impuesto, en combinación con las campañas de información, ha reducido el uso de neumáticos con clavos en estas ciudades, pero en las zonas rurales el uso de neumáticos con clavos sigue siendo alto.

Todos los camiones, remolques y autobuses están obligados a llevar cadenas si existe riesgo de carreteras deslizantes.

Las carreteras que cruzan las montañas pueden ser cerradas temporalmente durante las tormentas de nieve. A veces, los vehículos sólo pueden pasar en un convoy entre dos camiones quitanieves.

Algunas carreteras que cruzan las montañas están cerradas durante el invierno. Se volverán a abrir en mayo o junio. Existen 21 carreteras provinciales que cruzan las montañas y que están cerradas desde el otoño hasta la primavera. Se necesita un equipo especial para abrir una carretera que ha estado cerrada durante el invierno. La capa de nieve puede ser de más de 4 metros de espesor. Se ha desarrollado un accesorio especial para una máquina fresadora de nieve. La fresadora de nieve está montada en una excavadora. La excavadora tiene cadenas y puede moverse en la parte superior de la nieve y cortar capa a capa. Cuando la parte superior de la nieve pueda ser alcanzada desde la superficie de la carretera, la unidad se cambiará por una cargadora de ruedas para las últimas capas.

Para abrir en verano las carreteras de montaña cerradas existe un sistema de búsqueda de carretera que se ha desarrollado basado en el GPS y que funciona muy bien. Sustituye a los polos que se han utilizado hasta ahora. Las avalanchas son un gran problema en muchas carreteras junto a la costa y en el norte. Pueden ser cerradas en períodos con peligro de avalancha. En algunos casos la NPRA provoca la avalancha mediante el uso de dinamita. Los contratistas que están trabajando en las carreteras que están expuestas al peligro de avalanchas tienen que someterse a un entrenamiento especial impartido por la NPRA.

También algunas carreteras y puentes a lo largo de la costa pueden ser cerrados durante una tormenta. Algunos puentes pueden ser cerrados automáticamente cuando las rachas de viento llegan a una cierta velocidad.

■ Sistema y método de suministro de la información de carreteras

Información meteorológica

Hay un acuerdo entre la Administración Pública Noruega de Carreteras (NPRA) y el Instituto Meteorológico de Noruega (met.no). El Met.no ofrece a la NPRA las previsiones meteorológicas y los datos meteorológicos a precio de mercado.

Se incluyen las siguientes previsiones de met.no:

- Pronósticos gráficos para la velocidad del viento, dirección del viento, precipitación, temperatura del aire, presión atmosférica, temperatura del punto de rocío y nubosidad;
- Previsiones escritas;
- Viento, temperatura y precipitación a cota 0 y 1.500 metros sobre el nivel del mar;
- Imágenes de radar del tiempo;
- Imágenes de satélite;
- Previsiones independientes bajo situaciones meteorológicas especiales, como la lluvia helada.

Estos productos cubren todo el país y se proporcionan de forma regular durante todo el año.

Las predicciones compradas de forma regular se difunden a los usuarios internos a través de la intranet de la NPRA y se presentan en una aplicación web para los contratistas externos. Las predicciones gráficas, la predicción por escrito y los campos meteorológicos se actualizan tres veces al día. Las imágenes de radar se actualizan cada 15 minutos. Las imágenes de satélite se actualizan cuatro veces al día.

La NPRA cuenta con aproximadamente 250 estaciones de información meteorológica de carretera repartidas por todo el país. La mayoría de las estaciones tienen sensores para:

- Temperatura del aire;
- Humedad relativa;
- Precipitación;
- Temperatura de la superficie de la carretera.

Algunas estaciones tienen sensores para:

- Condiciones de la superficie de la carretera;
- Dirección del viento;
- Velocidad del viento;
- Emisión de onda larga;
- Vídeo.

• Los mapas térmicos se utilizan para localizar zonas difíciles. Esta técnica se utilizó para determinar dónde ubicar RWIS. Los RWIS se encuentran en puntos de la carretera donde normalmente existe peligro de deslizamiento sobre la superficie de la misma antes que en otros puntos. Hay un par de estaciones en cada distrito de mantenimiento.

3.3. Evaluación de las medidas de control de la nieve y el hielo

Hay varios proyectos de investigación y desarrollo cada año. En 1991-1994 se llevó a cabo un estudio a nivel nacional para examinar el efecto de la sal en la carretera en la seguridad vial. El resultado mostró que la sal en la carretera reduce el número de accidentes en un 20%, según informó la policía. Un estudio de los efectos ambientales de la sal en los alrededores de las carreteras se llevó a cabo en el período 1992-1996.

■ Mantenimiento de la calidad a través de los concursos con los contratistas

El contratista debe informar al NPRA si no ha alcanzado el requisito establecido en la norma de mantenimiento. El NPRA inspecciona al azar para ver si el contratista ha cumplido con todo el contrato. Se mide espesor de nieve y hielo en la superficie de la carretera y se compara con los requisitos del contrato. La fricción se mide con un equipo especial que está calibrado para este propósito. La inspección también se centrará en el uso del contratista de su sistema de calidad. Si el rendimiento no está de acuerdo con el pliego de condiciones, se le realizará una deducción en el pago como penalización. El importe de esa deducción dependerá de si se trata de un problema recurrente, de la gravedad del problema, de si representa un peligro para los usuarios de la carretera y de cuánto dinero ahorra el contratista al no hacer el trabajo.

El contrato de mantenimiento tiene que ser ganado a través de un procedimiento de licitación pública. Los contratistas y sus resultados son evaluados por la NPRA dos veces al año. El número de sanciones forma parte de este informe. Esta información puede ser utilizada en el proceso de evaluación de las ofertas.

3.4. Seguridad e información vial

■ Información suministrada al usuario de la carretera

Los Centros de Información de Tráfico proporcionan información tres veces al día a los medios de comunicación sobre las condiciones de la carretera y el cierre de las mismas en invierno. Esta información también está disponible en internet y el teletexto. Las estaciones nacionales de radio dan información sobre el tráfico cada mañana y cada tarde. Los conductores pueden telefonar al 175 para obtener información actualizada sobre el estado de las carreteras; para las advertencias especiales el sistema de datos de radio RDS informará a los conductores.

Las estaciones locales de radio a menudo tienen programas con una sección dedicada al tráfico en momentos en que hay una gran cantidad de circulación en las carreteras, dando información sobre la situación del tráfico en las principales carreteras. Estos programas son muy populares y están en la franja de la mañana y de la tarde de lunes a viernes, e domingo por la noche y en las fechas de las vacaciones de invierno y Semana Santa.

■ Sistemas de mejora de la seguridad vial

La NPRA es responsable tanto de la seguridad como del mantenimiento de las carreteras. El Departamento de Tráfico de la NPRA es responsable del permiso de conducir, la inspección de vehículos y el mantenimiento de carreteras. Este departamento tiene la responsabilidad de investigar los accidentes e intentar reducirlos. La inclusión de todos estos especialistas en diferentes aspectos de la seguridad del tráfico en un departamento permite la mejora eficiente de la seguridad del tráfico. El coste relacionado con la vialidad invernal es más o menos el 20% del presupuesto de mantenimiento del país. En el norte es más alto. El servicio de invierno tiene una gran importancia en la seguridad del tráfico. La seguridad vial tiene prioridad absoluta. Si el coste de invierno es mayor de lo presupuestado, el dinero se tomará de las actividades de verano para compensar.

4. Investigaciones y estudios en curso para mejorar la vialidad invernal

4.1. Nueva Tecnología

En los últimos años y también en la actualidad se están llevando a cabo varios proyectos de investigación con el objetivo de estudiar:

- la mejora de los métodos de propagación de la arena calentándola con agua caliente;
- nuevos métodos para mejorar la eliminación de la nieve y el agua
- los efectos de la sal y la sal residual en las carreteras
- efectos de los diferentes tipos de sal y métodos de salazón;
- efecto de la sal cuando la temperatura baja y durante la caída de la nieve;
- métodos y equipos para la medición de la fricción;

Un mayor uso de ITS en el sistema de mantenimiento de invierno y sistema de seguimiento de los contratos de invierno.

La NPRA está colaborando con la Universidad de Ciencia y Tecnología para mejorar el conocimiento de la técnica del invierno y de la educación en este campo

4.2. Nuevos enfoques de gestión y organización

La gestión del mantenimiento de las carreteras a través de contratos es bastante nueva para la organización. El país se divide en 107 contratos de mantenimiento. Cada contrato tiene una superficie con una mezcla de carreteras principales, otras nacionales y provinciales. El contrato contiene casi todas las operaciones y el mantenimiento rutinario más común. Los primeros contratos que se ganaron a través de licitación pública comenzaron su trabajo el 1 de septiembre de 2003. Para formar al personal del cliente, se implantó un curso especial. Treinta trabajadores son formados cada 6 meses. Son convocados 7 veces, recibiendo 3 días de formación cada vez. Se ha desarrollado material educativo para las tareas de invierno y todos los contratistas están formados. A partir de 2012 todos los operadores de invierno en nuevos contratos han de participar durante 3 días en un curso teórico del mantenimiento en invierno con un test final. Para pasar la prueba, se han de responder correctamente a 40 de las 50 preguntas. El curso también incluye 1 día con instrucción práctica en el equipo de invierno que se utiliza en el contrato.

Los pliegos de condiciones y seguimiento de sistemas se revisan y mejoran cada año. Las bases de datos se han mejorado para cumplir mejor con la nueva situación.

4.3. Cooperación transnacional para mejorar los niveles de servicio entre países vecinos

Se han realizado varias visitas y estudios a países vecinos, así como a países lejanos que han gestionado el mantenimiento de una manera similar. Los estudios van dirigidos a conocer cómo realizan su función y para beneficiarse de su experiencia con el fin de adaptar las mejores ideas a los sistemas noruegos. Es habitual para los países escandinavos invitar a sus vecinos a los seminarios para compartir experiencias. La Asociación Nórdica de Carreteras, que se puede comparar con la PIARC, ha incluido ésto en su sistema.

5. Referencias

Más información sobre Noruega se puede encontrar en:
<http://odin.dep.no/>;

La URL del sitio web de DNMI es: <http://www.met.no>



NUEVA ZELANDA



1. Demografía y carreteras

1.1. Información del país

Nueva Zelanda (NZ) es un país insular en el sudeste del Océano Pacífico que comprende dos masas terrestres principales, la Isla Norte y la Isla Sur y numerosas islas más pequeñas, siendo las más notables la Isla Stewart y las Islas Chatham. El área total de las islas Norte y Sur es de 268.021 kilómetros cuadrados. La Isla Sur es la más grande y queda dividida a lo largo de su longitud por los Alpes del Sur, con 18 picos de más de 3.000 metros de altura, siendo el más alto de 3.754 metros. La Isla Norte es menos montañosa, pero está marcada por tener un área volcánica muy activa en la zona central, que contiene el pico más alto a 2.797 metros.

La población es de alrededor de 4,4 millones de habitantes de los cuales el 78% vive en la Isla Norte. Auckland es la zona más poblada, con 1,4 millones.

1.2. Red vial y tráfico

La Agencia de Transporte de Nueva Zelanda (NZTA) es una entidad del Gobierno y tiene responsabilidad sobre una amplia gama de cuestiones de transporte terrestre, incluyendo la gestión de los 10.895 kilómetros de la red de carreteras del Estado. Hay 73 ayuntamientos y consejos de distrito responsables de 82.000 km de carreteras locales, cuyo mantenimiento y construcción están subvencionados por el Gobierno a través de la NZTA. La red de carreteras del Estado soporta el 50% de todo el tráfico de Nueva Zelanda.

Hay 19.000 millones de kilómetros recorridos por vehículos al año (VKT) en las carreteras estatales de Nueva Zelanda y 21.000 millones en carreteras locales. Las carreteras del estado en el área de Auckland soportan el 21% del VKT. Todo el mantenimiento de las carreteras estatales se adjudica a través de licitaciones competitivas sobre la base de una variedad de modelos de contratos que cubren áreas geográficas específicas, incluyendo alianzas, contratos basados en los resultados, tradicionales y un híbrido basado en resultados parciales y el contrato tradicional. Actualmente, los contratos basados en alianzas y el rendimiento tienen una duración media de 10 años, y los otros, en general, una base de 3+1+1. Los ayuntamientos y los consejos de los distritos siguen los mismos procesos competitivos de adjudicación.



Carreteras estatales de la Isla Norte (Fuente NZTA)



Carreteras estatales de la Isla Sur (Fuente NZTA)

2. Clima

2.1. Descripción general de las áreas climáticas

El clima de NZ varía de subtropical en el extremo norte, a templado frío en el extremo sur. Los Alpes del Sur proporcionan una barrera para los vientos predominantes del oeste dividiendo la Isla Sur en diferentes regiones climáticas, siendo la costa oeste la zona más húmeda y la costa este, a poco más de 100 kilómetros, la más seca.

La meseta volcánica del centro de la Isla Norte y la zona montañosa de la Isla Sur reciben la mayor parte de la caída de nieve en Nueva Zelanda. La nieve rara vez cae en las zonas costeras, aunque ocasionalmente nieva en el este y sur de la Isla Sur en invierno. Las heladas pueden ocurrir en cualquier lugar en Nueva Zelanda, con noches frías, cielos despejados y poco viento.

El clima templado de Nueva Zelanda proporciona temperaturas invernales que durante el día, por lo general, no se mantienen por debajo de cero. Este clima ofrece durante la temporada de invierno, a veces, ciclos diarios de congelación/descongelación con temperaturas rondando los 0 °C.

2.2. Estadísticas

La temperatura media oscila entre los 10 y los 15°C (50 a 60°F) en invierno y entre 20 y 25 °C (68 a 77 °F) en verano. Las temperaturas rara vez suben por encima de 35 °C o disminuyen por debajo de -10°C. La temperatura más alta registrada es de 42 °C y la más baja, -22°C. Las heladas se producen principalmente en el centro de la Isla Norte (cerca de 70 días por año de media) y a lo ancho de la Isla Sur, donde van desde 70 días por año de media en las zonas costeras hasta 150 días de media hacia el interior.

El clima es muy variable y puede ofrecer 4 estaciones en un día. Los meses más calurosos son de diciembre a febrero y los más fríos, de junio a agosto.

2.3. Índices invernales

En NZ no se ha realizado ninguna comparación de los distintos inviernos mediante un sistema de indexación. La NZTA define tres períodos de mantenimiento invernal:

1. alto. (junio, julio, agosto y septiembre, cuando las condiciones probables son de moderadas a muy graves),
2. mínimo (mayo y octubre para condiciones ligeramente severas)
3. bajo. (de condiciones buenas a ligeramente severas)

Y se clasifican las condiciones de la manera siguiente:

Buenas: no hay helada ni hielo

Ligeras: heladas y / o nieve ligera

Moderadas: condiciones de congelación después de la lluvia o la nieve

Severas: nieve continua, hielo compacto

Muy severas: nieve compacta y dura / hielo con nuevas nevadas

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1. Normas y disposiciones

La NZTA y los consejos locales tienen la obligación legal de tomar todas las precauciones suficientes para la seguridad general de la población, que se extiende a la necesidad de identificar los peligros potenciales y eliminarlos. Aunque no exista ninguna referencia específica a la vialidad invernal es evidente que la eliminación de los riesgos producidos por la nieve y hielo se encuentran incluidos en estas obligaciones. También hay competencias específicas cedidas para cerrar carreteras, ejecutar reparaciones, eliminar obstrucciones o para la seguridad de los usuarios.

1A	Abierto a todos los vehículos	Tratamiento las 24 horas
1B	Abierto con restricciones p.e. cadenas	
2A	Abierto a todos los vehículos	Tratamiento desde las 7am a las 7pm. Tratamiento proactivo antes de las 7 am en caso de ser necesario
2B	Abierto con restricciones p.e. cadenas	
3	Carretera cerrada hasta que sea segura	

La NZTA ha desarrollado diferentes niveles de servicio para las carreteras del Estado

Cuando se tiene que cerrar una carretera por la existencia de nieve o hielo extremo, existe un sistema de prioridades basado en la importancia de la carretera, que se utiliza para gestionar el tratamiento y aplicar recursos.

Las autoridades locales de las carreteras tienen sus propios niveles de servicio y estrategias de mantenimiento.

3.2. Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

Los servicios invernales para las carreteras estatales son administrados por la NZTA. Los ayuntamientos o consejos de distrito son responsables de las carreteras locales dentro de su territorio. La NZTA está financiada en su totalidad por el Gobierno para todos los asuntos relacionados con las carreteras y el Gobierno presta asistencia financiera a través de la NZTA a todas las autoridades locales de carreteras, encontrándose el equilibrio con la población local a través de bienes inmuebles. Los gastos de NZ para el mantenimiento y las operaciones de carreteras son de 300 millones \$ para carreteras estatales y cerca de 500 millones \$ para carreteras locales.

La red de carreteras del Estado está administrada de forma regional, centrada en Auckland, Hamilton, Wellington y Christchurch. Estas regiones se subdividen en áreas de trabajo con fines contractuales.

Externalizar los contratos

Con la licitación de contratos para todo tipo de trabajos de mantenimiento, la NZTA establece la especificación del servicio, la entrega y los resultados requeridos, incluyendo los niveles de servicio. Los servicios de invierno se incluyen dentro de los contratos de mantenimiento.

En el centro de la Isla Norte y en aquellas zonas de la Isla Sur donde se requieren los servicios invernales, el modelo de contrato actualmente utiliza consultorías para supervisar y gestionar el funcionamiento de la red con los contratistas que ejecutan el día a día de las obras físicas.

Estos contratos se basan actualmente en un plazo máximo de 5 años. Los contratistas están obligados a facilitar toda la maquinaria y equipos necesarios para ofrecer los niveles de servicio requeridos. Esto puede variar de una región a otra en función de las necesidades locales.

En los contratos se incluyen las estrategias operativas locales para servicios invernales, que establecen el proceso de gestión, control, tratamiento, procedimientos de emergencia y los protocolos de comunicación con más detalle.

Estas estrategias determinan las vías prioritarias que deben ser tratadas, basándose en la importancia para los usuarios

de la carretera y a la comunidad a la que sirve. Cuando las condiciones meteorológicas adversas pueden cerrar las carreteras, la prioridad puede cambiar en función del tiempo necesario para establecer tanto la ruta principal como una ruta alternativa.

Después de un detenido examen de las operaciones en carreteras estatales para lograr una mayor eficacia, la NZTA está cambiando hacia un sistema en el que los proveedores de servicios de mantenimiento de carreteras, incluyendo la gestión de la nieve y el hielo, son gestionados directamente por la NZTA. La duración del contrato se extiende generalmente a nueve años. El primero de estos contratos se ha adjudicado en 2013.

Gestión del hielo

Debido a las preocupaciones ambientales y públicas, el uso de sal fundente se suspendió a principios de 1980, dejando la arena como el único tratamiento para las condiciones de hielo en la carretera. A mediados de 1990, se introdujo acetato de calcio y magnesio (ACM). Éste es ahora ampliamente utilizado en la red de carreteras y en algunas carreteras locales. Un amplio seguimiento de su aplicación en diferentes entornos durante más de 10 años ha demostrado que no se han producido efectos significativos en el uso de este producto químico.

El ACM se utiliza en forma sólida y líquida para situaciones anticongelantes y fundentes. La NZTA compra ACM cada año en función de su uso histórico y se distribuye para ser almacenado regionalmente. Las existencias se reponen cuando es necesario durante el invierno. El suministro principal se realiza mediante sacos de 1 tonelada; sin embargo, se compra una cierta cantidad de sacos de 25 kg para su distribución a los almacenes periféricos donde no hay equipos para manipular los sacos de 1 t. Las tasas de aplicación de ACM variarán según las condiciones meteorológicas y químicas residuales en la carretera. Las tasas de aplicación del pre-tratamiento oscilan entre 7,55mg/m² para condiciones heladas ligeras hasta 30mg/m².

El ACM se utiliza en áreas donde hay un número significativo de heladas o nieve en las rutas más importantes o destacadas.

Los abrasivos o arena también se utilizan por sí mismos o en combinación con ACM. Es el principal tratamiento en las rutas o carreteras de menor importancia con condiciones heladas poco frecuentes.

Los recursos de los contratistas incluyen plantas construidas para la difusión de la arena y ACM.



Esparcidor de arena



Esparcidor de ACM líquido



Esparcidor de ACM sólido

Los depósitos de los contratistas se han provisto de equipos de mezcla para preparar ACM líquido. Un tanque de almacenamiento adyacente proporciona cantidades suficientes cuando es necesario. Este producto químico líquido también puede ser transportado en un camión cisterna directo a donde se necesita para volver a llenar los camiones de esparcimiento mientras están en sus rutas de tratamiento. Los contratistas están obligados a calibrar todos los esparcidores antes del invierno.



Planta de mezcla de ACM

Gestión de la nieve

El equipo principal de retirada de nieve utilizado es una pala de montaje frontal sencillo para retirar la nieve en la medida de lo posible, seguida de una escoba rotativa para limpiar el lodo restante. El ACM se utiliza para romper cualquier capa de nieve.

Seguimiento del tratamiento

Los contratistas han introducido el GPS en sus flotas y la localización de vehículos automatizada (AVL) está disponible a través de internet. Este sistema indica cuándo los vehículos están esparciendo material y captura las tasas y ubicaciones de esparcimiento incluso cuándo y dónde están limpiando las máquinas quitanieves.

Previsión meteorológica de la carretera

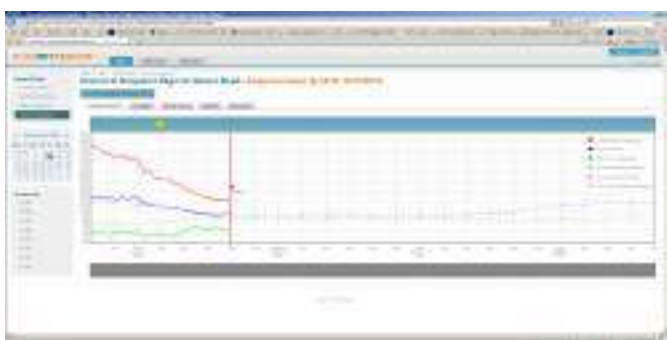
Las carreteras del centro de la Isla Norte y gran parte de la Isla Sur se han trazado en un mapa geotérmico para proporcionar variaciones espaciales de las temperaturas de la superficie de la carretera. El mapa también clasificó los dominios variables climáticos en 11 tipos en la Isla Sur y 6 en el centro de la Isla Norte.

Para desarrollar la predicción meteorológica de hielo en las carreteras de todo el país era necesario establecer una red de estaciones meteorológicas automáticas en todo el país. La clasificación de los dominios climáticos ha permitido el posicionamiento estratégico de estas estaciones meteorológicas.

El NZTA decidió no construir ni poseer estaciones meteorológicas propias sino contratar el suministro de la información requerida y los datos meteorológicos. El Servicio Nacional Meteorológico de carreteras está ahora a cargo del MetService NZ, que ha instalado la red de estaciones meteorológicas para suministrar la información y los datos necesarios.



El MetService proporciona previsiones que incluyen la predicción de hielo y los datos de observación para cada dominio climático a través de Internet. El MetService proporciona sus previsiones a Vaisala en UK, quien a su vez proporciona la temperatura de la superficie y las previsiones de la carretera estatal a través de su modelo de Icebreak trasladándolas a MetService.



Previsión meteorológica de las estaciones y observaciones

Un sitio Web específico también reúne toda la información meteorológica pública disponible del MetService: radar, imágenes de satélite, mapas, pronósticos del tiempo y advertencias generales emitidas, además de los datos de observación de muchas otras estaciones meteorológicas gestionadas por MetService. Esto proporciona acceso a una amplia gama de información sobre el clima para la explotación de las carreteras y permite planificar diariamente sus operaciones, la selección de tratamiento y lugares de tratamiento.

El objetivo es "justo a tiempo en el lugar correcto". Esto es fundamental para el uso de ACM ya que el producto químico es importado y su coste es relativamente alto, por lo tanto, debe ser manejado con cuidado. El sitio también proporciona acceso a la información archivada para realizar análisis estacionales y posteriores.

3.3 Evaluación de las medidas de control para la nieve y el hielo

Las medidas de control se establecen en el pliego de condiciones del contrato y en una estrategia regional de operaciones específicas. Se espera que el contratista sea proactivo en respuesta a las tormentas que se aproximen, con el requisito de seguir el clima mediante el sistema de previsión aplicado por la NZTA y confirmando con el contratista jefe el plan de gestión para las próximas 24 horas. Para los grandes eventos previstos, se espera que las instalaciones de limpieza de la nieve se pre-posicionen para maximizar la eficacia y reducir los tiempos de respuesta.

El desempeño de los contratistas se controla a través del sistema GPS AVL contactando directamente con el contratista durante el evento para las actualizaciones y las inspecciones in-situ. Los contratistas están obligados a mantener la superficie de la carretera en condiciones de seguridad, de acuerdo con los niveles de requisitos de servicio. La tasa de éxito en la predicción y la aplicación de tratamiento tiene que ser como mínimo del 95%.

El contratista también está obligado a presentar los registros que documentan todo el seguimiento y las actividades llevadas a cabo durante un evento. Esto incluye impresiones del sistema AVL que detallan para cada vehículo el tiempo y lugar en el que comenzó y terminó el esparcimiento de AMC, arena o la limpieza de la nieve, las tasas de aplicación y la cantidad utilizada. Esto es particularmente valioso, junto con el pronóstico del tiempo de carretera y los datos de observación, para apoyar las

decisiones y validar los requisitos de rendimiento cuando hay investigaciones judiciales como consecuencia de accidentes y muertes en la carretera. El contrato permite auditar los registros de contratistas en más detalle si es necesario.

3.4 Gestión de avalanchas

La carretera estatal 94, que es una vía hacia Milford Sound y una popular ruta turística, es particularmente susceptible a sufrir avalanchas de nieve. Con el fin de gestionar mejor el riesgo y proporcionar una mayor disponibilidad, se inició un programa de gestión de avalanchas en la década de 1980 que poco a poco se ha reconvertido en un sistema mundialmente reconocido que permite el seguimiento de las condiciones de nieve, predecir condiciones y lugares susceptibles de sufrir avalanchas y precipitar descargas controladas. Los detalles se pueden encontrar en la página Web de la NZTA.

3.5 Seguridad e información vial

Los contratistas están obligados a instalar señales temporales de advertencia donde se estén tratando las carreteras. La NZTA opera una serie de señales de mensaje variable que se utilizan donde las carreteras están cerradas o haya restricciones, avisando a los vehículos que se encuentran en ellas de ruta alternativas.

La NZTA también opera un centro nacional de atención telefónica las 24 horas para recibir avisos del público y de la Policía acerca de los peligros existentes en la carretera. Esto se registra en un sistema basado en la web del Sistema de Información de Sucesos de Tráfico en Carretera (TREIS). Posteriormente, el centro de llamadas transmite la información al contacto apropiado (por lo general el contratista) para su atención. Si el incidente necesita la notificación pública, el suceso se marca según el TREIS y la información se envía automáticamente a la página web pública de la NZTA.

La página web de la NZTA también transmite avisos meteorológicos generales proporcionados por MetService específicamente relacionados con el tiempo en la carretera. Una vez que el suceso se ha solucionado, TREIS se actualiza, actualizando automáticamente el sitio web. La información TREIS también está disponible directamente para otros organismos o asociaciones que deseen hacer uso de la información, como la Asociación de Automóviles, para incluir en su propio sitio web la información vial y para proporcionar información sobre el tráfico a través de sistemas de texto o navegación.

4. Investigaciones en curso para mejorar la vialidad invernal

Vallas anti-nieve

Las vallas anti-nieve se utilizan dentro de las zonas de pistas de esquí, pero no son habituales en las carreteras. Está en marcha un ensayo a pequeña escala en el centro de la Isla Norte, aunque los inviernos generalmente suaves aún no lo han puesto a prueba.

Guía en la toma de decisiones

Con la introducción de la meteorología en la carretera y la predicción de hielo a nivel nacional, se espera una mejor toma de decisiones en la selección del tratamiento, tanto antes como durante un suceso. Las decisiones acerca del tratamiento químico a emplear deben tomarse antes de o durante un suceso y decidir qué cantidad se aplica.

Actualmente se está probando y perfeccionando en condiciones de funcionamiento una guía para la toma de decisiones en el servicio invernal, un diagrama sencillo que cubre diversos escenarios de temperatura y tiempo con tratamientos sugeridos. La guía se incorpora dentro de las guías de mejores prácticas para el uso de la ACM. Entonces puede ser incorporada a los datos meteorológicos y predicciones del MetService para poder proporcionar automáticamente sugerencias en el pre-tratamiento para las heladas, el hielo o la nieve cuando se cumplen los límites máximos ad-hoc. La guía también proporciona propuestas de tratamientos durante los sucesos de nieve.

Rendimiento e información

Se está ensayando una matriz simple para grabar la decisión tomada antes y durante un evento junto con su eventual observación para proporcionar una medida de rendimiento en la precisión de las decisiones previas al evento. Esto se personalizará para las personas con poder de decisión y ayudará a determinar las tasas de éxito y requisitos de formación. Una vez más, los inviernos generalmente suaves aún no han proporcionado un entorno real de pruebas para demostrar su valor.

La comparación del mapa térmico de previsión meteorológica con las distintas secciones de tratamiento grabados en GPS también proporcionará una medida del rendimiento.

Pruebas iniciales FAST

Un sistema de tratamiento de pulverización automática fija de ACM se instaló antes del invierno de 2012 en una cubierta de puente en el centro de la Isla Norte. Hasta el momento se han realizado muy pocas pruebas.

Geovallado

Con la utilización de GPS / AVL juntamente con la predicción de hielo y las directrices de decisiones de mantenimiento, el geovallado puede usarse para controlar de forma automática la colocación y tasa de aplicación de productos químicos de lucha contra la formación de hielo únicamente en tramos de la carretera que requieren tratamiento. Las pruebas siguen.

5. Referencias

Agencia de Transporte de Nueva Zelanda
www.nzta.govt.nz

NZ Metservice
www.metservice.com



PAÍSES BAJOS



1. Demografía y carreteras

1.1. Información de país



Los Países Bajos son una nación de pequeño tamaño (41,528 km²) con una población de 16.5 millones. Esto arroja una media de 400 habitantes por 1 km².

Los Países Bajos están ubicados en Europa nor-occidental, y limitan con el Mar del Norte al Norte, Bélgica al sur y Alemania al este.

La capital es Amsterdam, aunque la sede gubernamental es La Haya. Tiene una potente economía capitalista de libre mercado.

Los Países Bajos presentan baja altitud: aproximadamente el 27% de su superficie y el 60% de su población están por debajo del nivel del mar. Se le han ganado extensas áreas al mar, que luego se conservan mediante un complejo sistema de polders y diques.

El estuario de tres importantes ríos europeos, que, junto con sus afluentes, forman el delta del Rin-mosa -delta Escalda,

ocupa una gran parte de los Países Bajos. La mayoría del país es muy plana, con la excepción de las estribaciones de las Ardenas en el extremo sudeste y varias cadenas de colinas bajas en la parte central creadas por glaciares en la glaciación

1.2. Road network and traffic

Área	41,528 km ²	
Población	16.5 million	
Longitud de carreteras	Autovías	5,050 km ¹
	Regionales	7,848 km ¹
	Locales	123,237 km ¹
Latitud	51°53'N	

La red de carreteras está integrada por 5.050 km de autovías, 7.848 km de carreteras regionales y 123.237 km de carreteras locales, que asciende a un total de 136.135 km de carreteras pavimentadas. La flota nacional de 10,1 millones de vehículos incluye 7,4 millones de turismos. El transporte de mercancías es de gran importancia para la economía de los Países Bajos. Gran parte de este transporte tiene lugar por la noche y temprano por la mañana, especialmente el tráfico comercial.

La importancia económica de la carretera es innegable, incluso en invierno. Como resultado, una de las tareas de las autoridades responsables de las carreteras es mantener la red de carreteras operativa en todo momento, entre otras cosas mediante la creación de una organización de mantenimiento de invierno. El invierno se extiende desde Octubre a Mayo. Las condiciones invernales más graves tienen lugar desde finales de diciembre hasta principios de marzo.

2. Clima

2.1. Zonas climáticas

Los Países Bajos tiene un clima marítimo templado influenciado por el Mar del Norte y el Océano Atlántico, con veranos frescos e inviernos moderados. Las temperaturas diurnas varían de 2 °C a 6 °C en invierno y de 17 °C a 20 °C en verano. Debido a que el país es pequeño, hay poca variación en el clima de una región a otra, aunque las influencias marinas son menores

tierra adentro. Las precipitaciones se distribuyen a lo largo de todo el año con un período seco de abril a septiembre. Sobre todo en el otoño y el invierno fuertes sistemas de presión baja del Atlántico pueden traer fuertes vientos y clima desapacible. A veces los vientos del este pueden causar un tipo de clima continental, cálido y seco en el verano, pero frío y descubierto en el invierno, con temperaturas que descienden por debajo de los cero grados. Los Países Bajos son un país llano y a menudo se experimentan condiciones de viento, aunque más en invierno que en verano, y más entre las zonas de la costa que en el interior.

2.2 Estadísticas de temperatura

Precipitación (lluvia)	Aprox. 760 mm/año
Nº de días por debajo de 0 °C	Aprox. 50-60 días/año
Nº de días con caída de nieve ¹	Aprox. 30 días/año
Nº de días con lluvia helada (hielo negro)	Aprox. 1 día/año

¹ La mayoría de estos días, la cantidad de nieve caída no es suficiente como para causar problemas serios de tráfico.

3. Gestión vial invernal

3.1 Estándares y reglas

Las autoridades holandesas están legalmente obligadas a mantener sus carreteras (obligación contemplada en el código de la carretera y el código civil). El mantenimiento invernal es parte de esa obligación.

RWS/nivel de provincia (autovías carreteras principales y regionales)

RWS/provincias emplean tiempos de tratamiento uniformes establecidos a nivel nacional por CROW.

Para las carreteras nacionales y regionales y otras carreteras hasta una velocidad máxima de 80 km/h los siguientes tiempos de tratamiento se utilizan:

Pre tratamiento: 2 o 3 horas;

Post tratamiento: 2 horas;

Retirada de nieve/post tratamiento: 1.5 horas.

Nivel municipal (carreteras urbanas)

Municipalities often work by priority of roads. This is put down in a yearly-renewed plan, which is published to inform their inhabitants. First main-/bus routes are spread. Then roads,

which enclose quarters and next roads within quarters are treated. Also important social locations like hospitals, schools, shopping centers, and the like, get priority.

No hay estándares relativos a personal.

Equipos

RWS (DVS) Tiene un contrato marco para el suministro, instalación, mantenimiento, etc para esparcidores desmontables y quitanieves. Es de gran importancia que todos los equipos estén disponibles al 100% en invierno. Por lo tanto se utilizan tiempos fijos para las reparaciones y si la máquina no se puede arreglar el proveedor deberá suministrar a la autoridad una de sus propias máquinas.

El contrato describe:

- Los requisitos relativos a la norma de construcción y el diseño (EEG, NEN) de los esparcidores y cuchillas;
- Los requisitos relativos a los esparcidores en camiones cisternas desmontables;
- Requisitos relativos a tasa de distribución, ancho, distribución, etc., etc;
- Requisitos relativos a la conducción;
- Requisitos relativos a la operativa;
- Requisitos relativos al montaje de cuchillas en camiones.

Materiales

RWS (DVS) también tiene un contrato marco para el suministro de sal en la carretera (evaporado o sal de roca). En este contrato se establecen unos requisitos mínimos, como:

- Composición del producto;
- Distribución de grano;
- Presencia de humedad;
- Presencia de metales pesados;
- Tiempos de entrega.

3.2 Organización y operative del mantenimiento invernal

Organización del Ministerio Holandés de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua, en cuanto a mantenimiento invernal:

Nivel 1: Ministerio de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua;

Nivel 2: Rijkswaterstaat (RWS);

Nivel 3: Dirección Regional;

Nivel 4: Centro de gestión de autovías;

Nivel 5: Centro operativo.

RWS DVS es el ente organizador del mantenimiento invernal del Ministerio Holandés de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua. Es responsable de:

- El desarrollo de RWIS, consultoría e investigación sobre mantenimiento de invierno (deshielo de materiales, equipos y métodos)
- Licitación central de los equipos y la sal;
- Comunicaciones sobre vialidad invernal junto con el centro de información de tráfico;
- Coordinación en caso de calamidades (agotamiento de existencias de sal, empleo de quitanieves dinámicas...);

El DVS también facilita la compra de equipo y mantenimiento de invierno y escribe/proporciona la "Directriz de mantenimiento invernal" en consulta al Ministerio y centros locales de gestión. Los centros locales de gestión son los responsables de funcionamiento del mantenimiento (invernal). Consultan los RWIS y otras fuentes de información meteorológica y deciden iniciar tratamientos (acción de mantenimiento invernal).

Road Weather Information System

Desde la década de los 70 RW DVS ha venido experimentando con los RWIS. La seguridad del tráfico, la reducción de costes y un uso más restringido de la sal han sido los principales puntos de partida de estos experimentos. A partir de finales de los 80, los Países Bajos (RWS y Provincias) han puesto RWIS en sus carreteras y puentes (319 estaciones de medición en 2009).

El papel de las agencias meteorológicas es importante en el mantenimiento invernal, ya que sólo unas cuantas personas (coordinadores) responsables del mantenimiento de invierno tienen acceso a los RWIS, especialmente en los turnos de noche. El coordinador tiene acceso a imagen de radar meteorológica, que es muy útil en el caso de las precipitaciones. El coordinador especial de mantenimiento de invierno tiene acceso a informes meteorológicos locales en tiempo real. Se puede consultar a un meteorólogo de la oficina meteorológica por teléfono las 24 horas del día y los 7 días de la semana (sólo si se contrata). La oficina meteorológica local hace una predicción real, que es presentada por una interfaz de usuario o se puede enviar al coordinador por correo. La decisión final siempre la toma el coordinador, basándose en las predicciones meteorológicas, radar de precipitación, experiencia, contactos con los coordinadores de otros distritos y los datos de los RWIS.

El coordinador está en su casa (de noche) y será advertido por las RWIS si hay o amenazan condiciones de pérdida de agarre. El centro de gestión de carretera organiza turnos para tener a un coordinador de mantenimiento invernal disponible durante una semana (varía por gestión de autopistas). Las RWIS miden:

1. Temperatura del aire y humedad relativa (a 1.5 m sobre la superficie);
2. Presencia de precipitación;
3. Temperatura de superficie de carretera, medida en el carril izquierdo (carril de tráfico rápido y más frío);
4. Temperatura de subsuelo bajo el asfalto del carril izquierdo;
5. Condición de superficie: seco, con presencia de humedad, salinidad (sensors pasivos) en todos los carriles.



Parte de un RWIS en margen de carretera

El punto de rocío se calcula a partir de los valores medidos. Algunas estaciones de medición también miden la velocidad y dirección del viento. En puntos críticos se dispone de una cámara para la inspección visual de la superficie de la carretera. Las estaciones de medición están situadas en lugares que son clave en condiciones invernales.

Estos lugares no son necesariamente los más fríos, pero la combinación de humedad y baja temperatura hace que la localización sea crítica, por ejemplo carreteras a través de bosques y cerca del agua. Los puentes de acero también puede ser de vital importancia especialmente en el comienzo y en el final de la temporada de invierno. En la mayoría de los puentes en acero hay RWIS. La distancia entre las estaciones se encuentra en el entorno de los 15 km (varía entre 5 y 40 km). En algunos casos las estaciones se utilizan para iniciar una acción de pulverización automática sobre los puentes (con salmuera (NaCl) con una pureza más elevada que la salmuera utilizada normalmente).

La ubicación de las estaciones se hace combinando la experiencia de los gestores de un tramo y el mapeo térmico.

La interfaz de usuario es totalmente basada en la Web y es posible el acceso al servidor central desde cualquier lugar con un ordenador personal o portátil con conexión a Internet y navegador de Internet. Las estaciones de medición son inalámbricas (GPRS) vinculado a un servidor central. El servidor central se ocupa de un gran número de funciones. Se encarga de la comunicación de datos con las estaciones de medición en tiempo real y comunicarse con el coordinador de mantenimiento invernal. Los RWIS envían alarmas al centro de mantenimiento invernal y los coordinadores también lo pueden ver en la interfaz de usuario. Las alarmas también se pueden recibir en un buscapersonas, por correo de voz o de un teléfono móvil por SMS

La información de las estaciones de medición se almacena en la propia estación durante siete semanas. Después de siete semanas los datos se almacenan por tiempo ilimitado en el servidor central.

Cuando el coordinador está conectado al servidor central, el equipo muestra las predicciones de una oficina meteorológica automáticamente en la interfaz de usuario (sólo si se contratan). Las oficinas meteorológicas tienen acceso al servidor central y a usar la información histórica y de las estaciones de medición y la información meteorológica de entrada para las predicciones. El coordinador puede utilizar la salida para tomar una decisión.

El coordinador también puede usar las imágenes de radares meteorológicos (precipitación) integradas en la interfaz de usuario. También es posible consultar un meteorólogo de la oficina meteorológica. Algunas agencias ofrecen un "control total" climático. En estos casos meteorólogos especializados controlan los RWIS (reciben las alarmas) y otra información meteorológica (modelos, radar de precipitación, las imágenes de satélite). Cuando se prevé o aparece una pérdida de agarre, él o ella le advertir inmediatamente al coordinador.

Los datos recogidos de las estaciones de medición son recuperados por el servidor central por métodos inalámbricos (GPRS). Cuando el coordinador de mantenimiento invernal decide iniciar una acción (esparcido y/o retirada de nieve), se inicia un proceso de varias horas. El proceso incluye:

- Avisar al personal implicado
- Llamar equipos (camiones comerciales de contratistas) los esparcidores desmontables y sal se almacenan en el centro supervisor local.
- Informar a gestores de carretera cercanos
- Informar a la policía y VCLN (si hay acuerdo para ello)

Nivel RWS (autovías y carreteras principales)

La comunicación entre los distintos niveles tiene lugar por teléfono o en un tablón de mensajes, que se encuentra disponible en la interfaz de usuario y el acceso a la información de RWIS. La alarma de los RWIS se conecta a un buscapersonas o teléfono móvil utilizado por el coordinador de mantenimiento invernal. El tiempo entre la llamada al contratista y el tratamiento del último metro cuadrado de carretera puede variar (2 o 3 horas) dependiendo del contrato. Hablamos, eso sí, de un tratamiento preventivo.

Nivel provincial (carreteras regionales)

A nivel de las provincias, también el mantenimiento invernal se organiza por región por un coordinador de mantenimiento invernal. La mayoría de ellos utilizan RWIS en combinación con informes meteorológicos y los conocimientos locales de la zona. En caso de duda, se llevan a cabo patrullas.

Nivel municipal (carreteras urbanas)

Municipios a veces usan la información de las agencias meteorológicas regionales, como aeropuertos y servicios meteorológicos. También son importantes las inspecciones de la policía local. A veces las decisiones se toman conjuntamente con el coordinador de la provincia. Algunos de ellos utilizan datos de RWIS.

Equipos

El programa preparativo antes de que llegue el invierno actividad consiste en: Controles de equipamiento (existen listas de control y protocolos de prueba);

- Instrucciones a conductores, incluyendo pruebas de las rutas de tratamiento;
- Cursos para personal de mantenimiento.

La prevención, por ejemplo, mediante barreras de nieve, no se utiliza en los Países Bajos. La única precaución es usar tratamientos preventivos. Los esparcidores tienen rutas fijas (basadas en la economía, seguridad, relación del esparcidor, etc.). La optimización de la salazón rutas es muy complicada y se contrata con una dirección especializada. RWS ha desarrollado una aplicación, llamada SOS (Salting Route Optimisation System).

También se emplea un software de optimización de procesos para la administración que permite comprobar si el contratista está haciendo bien su trabajo.



Los municipios de los Países Bajos poseen aproximadamente 2.000 esparcidores y quitanieves. Aproximadamente el 30% de los esparcidores se utilizan para caminos para bicicletas. Las máquinas de caminos para bicicletas tienen una capacidad de hasta 1,5 metros cúbicos y muy a menudo son montados sobre remolques. Los municipios utilizan principalmente tracción y personal propios. Las provincias también tienen unos 450 esparcidores en una amplia gama de 1 metro cúbico de caminos para bicicletas de hasta 9 metros cúbicos de las carreteras regionales. RWS posee cerca de 550 esparcidores desmontables (5, 7 o 9 metros cúbicos), alrededor de 850 cuchillas y 3 quitanieves dinámicos/fresas.



La distribución de esparcido es de 4-14 metros.

En los Países Bajos muy a menudo se utilizan los camiones de los contratistas para poner en sobre ellos los esparcidores y

construir un quitanieves. los pilotos de los camiones proceden también de estos contratistas. RW tiene acuerdos con los contratistas. Estos acuerdos se establecen en un contrato de varios años (de 3 años y se puede prorrogar 1 o 2 años). La mayoría de los distritos han contratado un agente. Este agente puede tener subcontratistas.

Hay varios centros operativos por distrito (2-4) dependiendo de la zona de la carretera a mantener. En cada centro de operaciones se guardan varios esparcidores (6-12) y cuchillas (12-18). El contratista obtiene un precio fijo por temporada para realizar todas las acciones preventivas, incluyendo una gran prueba de todos los equipos antes del comienzo del invierno. Las acciones reactivas (post-nieve) se pagan por hora. Cuando el contratista no reacciona a una de las llamadas, y no trata la ruta dentro de un periodo de tiempo determinado, si se produce deslizamiento durante el tiempo en que el contratista tuvo que extender sal se le somete a severas multas

Materiales

En los Países Bajos se utiliza, mayoritariamente, sal pre-humedecida (el componente húmedo es el sodio, o una solución de cloruro de calcio, sal seca (NaCl), evaporada o sal gema). Los componentes húmedos (salmuera) y secos (sal) sólo se mezclan un poco antes del esparcido, en el disco difusión y propagación en la carretera. La relación entre sal seca/líquido es 2:1. Líquido significa una solución al 20% de NaCl- o una solución al 16% de CaCl₂.

Propiedades NaCl

	Sal roca	Sal evaporada
Cantidad NaCl	98.5%	99.9%
Granulometría (80%) [mm]	0.8 – 3.15	0.20 - 0.45
Granulometría (X50) [mm]		0.38
Granulometría (max. <)	< 0.16 mm : 4 ± 1%	< 0.16 mm : 5%
Granulometría (max. >)	> 3.15 mm : 5 ± 2%	> 1 mm : 1%
Anti-apelmazante	75 ppm	75 ppm
Metales pesados	< 4 ppm	< 1 ppm
Partes insolventes	< 1.5%	< 0.01%
Humedad	0.3%	< 2.5%

Las sales son acordes a especificaciones.

- Efectividad: 12 kg hielo por kg 100% NaCl puro a -5 °C;
- Depresión del punto de congelación es a -7 °C;
- NaCl (seco): precio de verano en torno a 46 Euro/T; precio de invierno en torno a 54 euro/T;
- Componente húmedo (16% CaCl₂): Approx 30 Euro/T.



La sal se guarda en almacenes, que están en centros de vigilancia u operativos de RWS. RWS tiene 61 almacenes con capacidad para 59,500 T. En los últimos 10 años, se ha utilizado una media de 68,000T por campaña. Varió entre 25,000 y 124,000T.

En los Países Bajos se ejecuta anualmente alrededor 36-38 pasadas. El 75% de las acciones son pre-salado (anti-hielo) y el 25% considera las acciones post-salado (deshielo). Con estas cifras en combinación con la amplitud de la carretera se calcula la necesidad de instalaciones de almacenamiento de sal. Por ejemplo, cuando el organismo local mantiene 260 km de carretera (ancho medio de 15 metros), es necesario tener 1.440 toneladas de sal en un invierno. Una agencia local puede optar por comprar sal para todo el período de invierno o de tener sal en almacenamiento para, por ejemplo, 5 acciones y llenar el granero después de cada acción. RWS DVS es el responsable de un contrato marco para la sal. La capacidad de almacenamiento de los centros locales de vigilancia se incluye en este contrato. El contratista debe ser capaz de ofrecer un total de 3 veces la capacidad de almacenamiento en una temporada (200% garantía entrega en invierno).

Nivel Provincial

Las provincias se encargan del mantenimiento de invierno- empleo de sal; difusión de acciones y los tiempos dentro de su red de carreteras deben ser tratados en general de la misma manera que lo hace RWS.

Nivel Municipal- (carreteras urbanas)

Se utiliza, principalmente, sal seca. El empleo de sal humidificada se extenderá en un futuro.

El RWS y su personal provincial que trabajan con RWIS dan un curso de RWIS. No hay curso para conductores de camiones. Aprenden el trabajo con conductores veteranos.

Privatización

En los Países Bajos las operaciones de mantenimiento de invierno a nivel RWS se organizan por los centros de gestión locales de autopista. Cada centro de gestión por carretera

tiene un coordinador de mantenimiento invernal que está en servicio durante uno o varias semana(s). Cada centro de gestión de carretera tiene unos 3 - 5 coordinadores disponibles. El coordinador utiliza las instalaciones e inicia la acción de mantenimiento cuando es necesario. La decisión de la acción de esparcido sigue siendo de RWS. En el caso de un esparcido preventivo, no hay ya personal de RWS involucrado. En caso de tratamiento curativo, el personal está disponible en el centro de la ciudad y carretera para inspecciones visuales.

RWS solamente suministra esparcidores desmontables, cuchillas quitanieves y sal. Los camiones y conductores se subcontratan (ver 2.4).

Recepción de información

RWIS

Los RWIS contienen información local actual e histórica. El coordinador es avisado por el RWIS (buscapersonas, SMS) si se espera mal agarre en las próximas horas.

Meteorología

Se presenta una predicción en el interfaz de usuario del RWIS.

Radar de precipitación

El coordinador tiene acceso a imágenes del radar de precipitación, integrado en el interfaz RWIS o a través de la web de la oficina meteorológica. Esto es muy útil para prevenir en caso de observar llegada de nieves.

Info Meteorológica

Varias veces al día, los meteorólogos, que trabajan en las oficinas del tiempo, hacen una predicción de clima local para el coordinador. Esta información está especialmente centrada en el mantenimiento de invierno en la región del centro de vigilancia.

Consultas

Se puede consultar a un meteorólogo en la oficina del tiempo 24 horas al día, 7 días a la semana (si está contratado)

Patrullas

En ocasiones, si el coordinador lo estima necesario, se realizan inspecciones visuales de las condiciones de carretera.

Métodos, equipos y materiales para control de nieve

En los Países Bajos, las nevadas fuertes son raras. Sin embargo, RWS dispone de 3 quitanieves fresadoras (Unimog U1750 U2150 o Schmidt FS 5-Z). También se pueden utilizar para eliminar acumulaciones de nieve en arcenes.

El concepto de carreteras blancas no existe, porque las nevadas prolongadas en las carreteras son inusuales. En caso de deslizamiento extremo (hielo, nieve o hielo negro) la ley permite reducir la velocidad máxima de conducción a 50 km/h. Paneles dinámicos muestran esta información. Cuando hay malas condiciones en carreteras de asfalto porosas, el tráfico se puede concentrar en un solo carril para que las rodaduras se concentren y se mantenga sal en la superficie. Estos reglamentos o directrices se escriben en la directriz de Mantenimiento de Invierno de RWS.

Methods, equipment and materials for ice control

Se emplean esparcidores desmontables. La velocidad en autovías es de 70km/h usando sal prehumectada y 40 km/h con sal seca.

Tabla 3.1 dotaciones recomendadas

condiciones	Cantidad de NaCl (g/m ²)	
	Sal seca	Sal prehumidificada
Se espera deslizamiento (preventivo)	-	7 (1)
Humedad de niebla	10	7
hielo	15-20	7-10
Escarcha solidificada	20	15
nieve (post retirada) (3)	20	-

(1) : sobre asfalto poroso, se usan 14 g/m² tras period muy mojado

(2) : cuando la escarcha consolidada está durante varias horas se debería emplear, 20-40 g/m² gramos de sal seca

(3) : Tratamiento preventivo: 15-20 g/m² sal prehumidificado

Bajo determinadas condiciones climáticas, si existe una gran cantidad de sal en la carretera, ésta puede disminuir el agarre. Esto sucede muy rara vez. Se conocen tres tipologías diferentes de este fenómeno. Si se produce el problema que se puede resolver por esparcido de salmuera (NaCl o CaCl₂).

El equipo (cisternas desmontables los esparcidores y cuchillas) se almacenan en los centros de vigilancia y centros de operaciones. También están en ellos los almacenes de sal.

Métodos, equipos y materiales para problemas especiales

El asfalto poroso se trata, en algunas condiciones, de manera diferente (véase el cuadro 3.1). El usuario de la carretera no suele sentir o ver diferencia alguna. Sólo cuando ocurre la combinación de heladas y asfalto poroso y con un volumen mínimo de tráfico, es posible que en los sitios donde haya un cambio de asfalto no poroso a poroso, hay un diferencial de deslizamiento. Esto puede llevar a situaciones peligrosas.

Varios puentes en los Países Bajos se han equipado de un spray anti hielo (salmuera) conectado a un sistema subterráneo. Hay centros de gestión que eligieron esta solución debido a razones económicas y de seguridad.

3.3 Evaluación de medidas

Algunos esparcidores están equipados con un sistema GPS. Cuando los camiones regresan a la base RWS recibe una copia impresa de este sistema. Esta copia impresa contiene las rutas, la propagación de ancho y la cantidad de sal. Esta impresión se utiliza para evaluar la ejecución. Al final de cada temporada invernal, se realiza una encuesta sobre uso de sal, personal, equipo, etc.

La información para conductores es suministrada por la ANWB. La ANWB obtiene esta información del VCNL. Medios de difusión:

- 1] radio;
- 2] revistas (radio y televisión);
- 3] teletexto;
- 4] teléfono;
- 5] Internet.

Se puede aportar información en carretera (señales variables); si es necesario, se plasma una reducción de la velocidad en las. En los peores de los casos se pueden cerrar carriles poniendo una cruz roja en los carteles encima de la carretera.

La educación e información a los conductores sobre la conducción en condiciones invernales, etc. es una tarea de la sede de RWs. Se pueden dirigir preguntas técnicas a RWS DVS.

4. I+D+I y estudios para la mejora de la vialidad invernal

Cooperación entre operarios de carretera y administradores

Se trata de una preocupación cada vez mayor el tener un mantenimiento de invierno uniforme en las diferentes carreteras de diferentes operadores y administradores. A nivel nacional las guías están hechas para clasificar las carreteras por medias y dar un tratamiento uniforme. También hay cooperación en el ámbito de la licitación. Por ejemplo una oferta (4 provincias y RW) es poner en el mercado para comprar sal. En varias regiones RWS y provincias junto con un contrato para el mantenimiento de invierno real.

Formación y entrenamiento

En la mayoría de los contratos sedemanda personal capacitado en mantenimiento de invierno. Se dan dos cursos. Un curso

especializado para los coordinadores y otro curso para los conductores de camiones de los contratistas o la propia organización.

En el pasado se consideraron aspectos como:

tipos de deslizamiento, empleo de equipos quitanieves y esparcidor, sistemas de gestión y esparcido, condiciones meteorológicas, dosis de sal, conducción bajo condiciones invernales, etc. Al final hay un examen.

Investigación sobre decisión correcta de esparcido

La comparativa de la información de RWIS y el sistema de gestión de esparcido permite comprobar si la decisión de acción fue correcta. El objetivo del estudio es el de apoyar al coordinador de mejor forma, uniformizar el proceso de toma de decisión, ahorrar costes y proteger el medio ambiente.

RWIS

Investigación sobre varios sensores de un sistema de información meteorológica por carretera con la idea de disminuir los sensores en la superficie. Tanto sensores como carretera han de tener un mantenimiento. Dadas las condiciones de tráfico intenso en Holanda, una reducción de obras y de cortes en carretera es de gran importancia. También la información de los RWIS en combinación con información meteorológica se utiliza para predecir si cada parte de la ruta de esparcido ha de ser tratada con la misma cantidad de sal.

Salt

Se investiga para medir la eficacia de otro tipo de sales en otro tipo de superficies por ejemplo caminos para bicicletas.

5. Referencias

[1] : Standardization of Salt Spreaders

[2] : Preparation, Organization and execution of Winter Maintenance

[3] : Winter, Weather and Roads

[4] : Guideline Winter Maintenance Code RWS

Terminología

RWS: Ministerio de Transporte, Obras Públicas Y Gestión de Agua

DVS: Centro de Transporte y Navegación.

Provincia: Países Bajos tiene 12 provincias. Éstas son responsables del mantenimiento invernal en carreteras regionales y locales.

Municipio: responsables de carreteras urbanas.

ANWB: Administración Holandesa de automóviles.

VCNL: Centro de Información de tráfico

RWIS: Sistema de información meteorológica de carretera.

CROW: Plataforma de información y tecnología para infraestructura, tráfico, transporte y espacio público.



REINO UNIDO

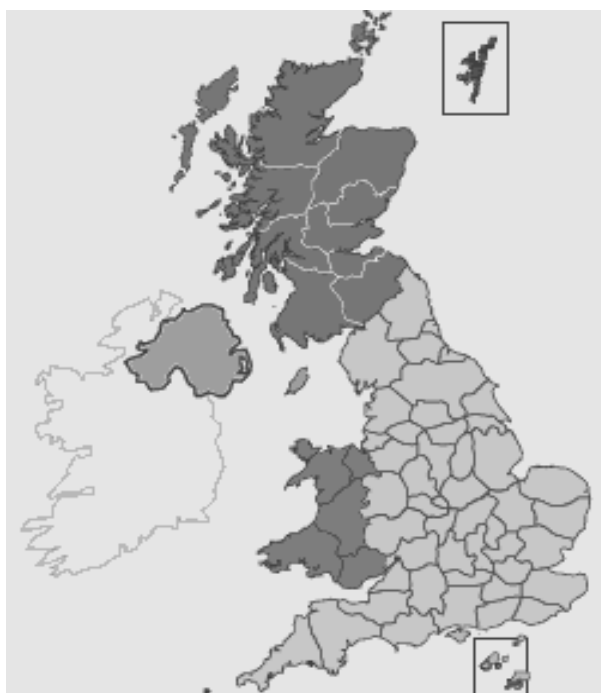


1. Demografía y carreteras

1.1. Información del país

El Reino Unido se compone de cuatro países: Inglaterra, Irlanda del Norte, Escocia y Gales. El área total del Reino Unido es de 243.800 km², y se divide de la siguiente manera:

- Inglaterra – 130.400 km²
- Irlanda del Norte – 13.800 km²
- Escocia – 78.800 km²
- Gales – 20.800 km²



La geografía física del Reino Unido es muy variable. Incluye los acantilados de la costa sur, las colinas y campos del sureste de Inglaterra, los acantilados de granito de la península suroeste, las montañas de Gales, los lagos y las montañas del norte de Inglaterra, las tierras bajas de Escocia, tierras altas e islas, y los campos, lagos y montañas de Irlanda del Norte. La población del Reino Unido es de 61 millones y está desigualmente distribuida entre los cuatro países: 51 millones en Inglaterra, 2 millones en Irlanda del Norte, 5 millones en Escocia, y 3 millones en Gales.

1.2. Red viaria y tráfico

La red de carreteras en el Reino Unido cuenta con 14.568 km de autopistas y carreteras nacionales y 405.473 km carreteras locales¹. El tráfico en las carreteras de la red es de 488.900 millones de kilómetros al año (excepto Irlanda del Norte)². Cada país dentro del Reino Unido gestiona de manera diferente la red.

Inglaterra - La red inglesa está formada por 7.300 km de autopistas y carreteras nacionales y 294.000 kilómetros de caminos vecinales. El Departamento de Transporte (Department of Transport) ofrece el servicio de transporte a través de una serie de agencias ejecutivas encargadas de los distintos modos de transporte: La Agencia de Carreteras (Highways Agency) se encarga de administrar la mayor parte de la red de autopistas y carreteras nacionales. Las autoridades locales, por lo general Consejos del Condado, tienen la responsabilidad de la gestión de las carreteras locales. Transporte de Londres (Transport for London) es responsable de todas las formas de transporte público de Londres, incluyendo todas las carreteras.



*Red vial estratégica de la Agencia de Carreteras
(Fuente: Agencia de Carreteras)*

Irlanda del Norte - La red de Irlanda del Norte cuenta con 2.380 kilómetros de carreteras nacionales y 22.500 kilómetros de carreteras locales. El Servicio de Carreteras (Road Service) es responsable de todas las carreteras de Irlanda del Norte.



*Rutas principales de sal en Irlanda del Norte
(Fuente: Servicio de Carreteras)*

Escocia - La red de carreteras de Escocia cuenta con 3.400 km de carreteras nacionales y 56.000 km de carreteras locales. Transporte de Escocia (Transport Scotland) es el responsable de la gestión y el mantenimiento de autopistas y carreteras de Escocia. La vialidad invernal la gestionan cuatro empresas de explotación. Las 32 autoridades locales tienen la responsabilidad de gestión de las carreteras locales.



*Red de carreteras nacionales escocesas
(Fuente: Transporte de Escocia)*

Gales - La red de carreteras de Gales consta de 1.688 km de carreteras nacionales y 32.173 km de carreteras locales. El Gobierno de Gales tiene la responsabilidad sobre la gestión de las carreteras principales, las cuales se componen de carreteras nacionales incluidas las autopistas. Autoridades unitarias locales tienen facultades legales y obligaciones para todas las vías públicas que no sean carreteras nacionales o autopistas.



*Red de carreteras estratégicas galesas
(Fuente: Asamblea Nacional para Gales)*

En Inglaterra y Escocia la gestión y el mantenimiento de las carreteras nacionales y las autopistas se basan en contratos licitados mediante concurso público. Los proveedores de servicios están convocados para operar en áreas geográficas específicas por un período de cinco a siete años. En Gales, este servicio está principalmente dirigido y ofrecido a través de dos autoridades locales asociadas con Agentes de las Carreteras Nacionales. En Irlanda del Norte el Servicio de Carreteras (Roads Service) es el responsable de todas las carreteras.

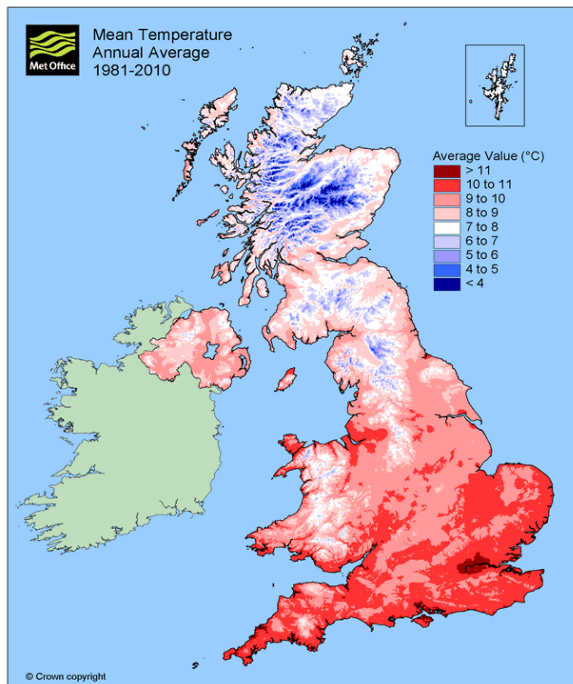
2. Clima

2.1 Descripción general de las zonas climáticas

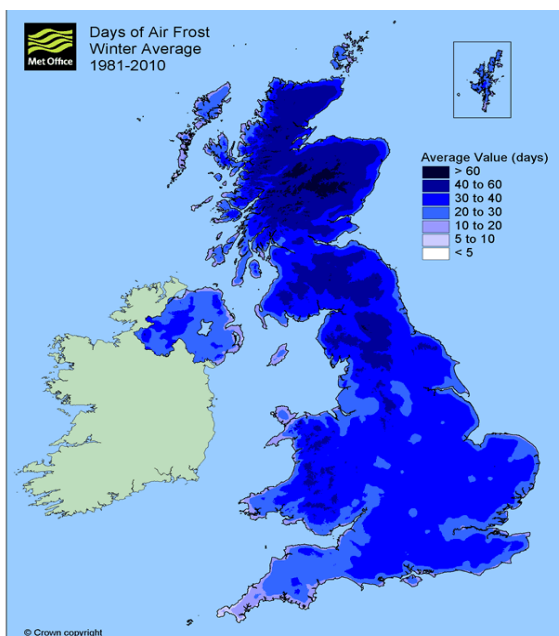
El clima del Reino Unido se clasifica como templado, con veranos cálidos e inviernos fríos y precipitaciones abundantes durante todo el año. Los principales factores de influencia en el clima son la latitud norte en el Reino Unido (que oscila entre 50° y 60°N), su proximidad al Océano Atlántico y, sobre todo, el calentamiento de las aguas alrededor de las islas británicas por parte de la corriente del Atlántico Norte juntamente con los efectos de la Corriente del Golfo. El clima

puede ser notoriamente cambiante de un día para otro, pero las variaciones de temperatura durante todo el año son relativamente pequeñas.

2.2 Estadísticas de temperatura, hielo y días de precipitación



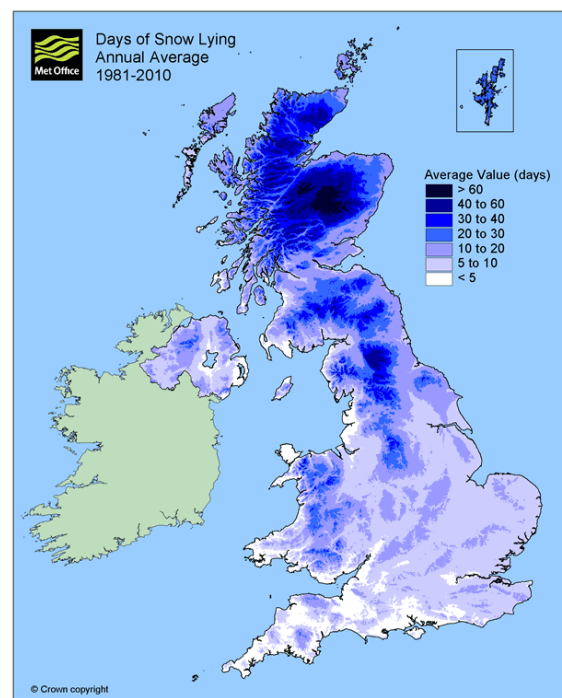
El Reino Unido está en el límite de la convergencia entre el aire cálido tropical al sur y el aire frío polar al norte. En esta área, la gran variación de temperatura crea inestabilidad y esto es un factor importante que influye en el frecuente clima cambiante del Reino Unido, donde en un solo día se pueden experimentar diversos tipos de clima.



	Temp Máx. [°C]	Temp Min. [°C]	Días de heladas (días)	Precipitaciones [mm]
Inglaterra	13.5	5.9	49.1	855
Irlanda N.		5.4	42.8	1136
Escocia	10.7	4.2	67.4	1570
Gales	12.6	5.7	49.3	1460

Medias entre los años 1981-2010 (Fuente: Met Office)

El invierno en el Reino Unido es generalmente frío, húmedo y ventoso. Las temperaturas por la noche rara vez caen por debajo de -10°C y en el día rara vez superan los 15°C . Las precipitaciones son abundantes durante la temporada de nieve, aunque de vez en cuando, durante los últimos cinco años, la nieve se ha vuelto más frecuente.



Hacia el final de la temporada de invierno, el clima por lo general, se estabiliza con menos viento, precipitaciones y temperaturas más bajas. Este cambio es particularmente pronunciado cerca de las costas debido principalmente al hecho de que el océano Atlántico se encuentra en este momento en su punto más frío después de haber sido enfriado durante el otoño y el invierno.

2.3 Índices invernales

En Inglaterra, Irlanda del Norte y Escocia, la Oficina Meteorológica (Met Office) utiliza el Índice de Carreteras Abiertas de la Oficina Meteorológica (MOORI). Este índice registra las condiciones meteorológicas y, por lo general, se presenta en (i) promedios a largo plazo del número de noches

con acciones de esparcimiento de sal, (ii) diferencias mensuales a partir de la media y (iii) diferencias invernales a partir de los promedios para cada estación meteorológica. Además, produce gráficos para ilustrar las tendencias a largo plazo.

Normalmente, en el Reino Unido existen tres períodos de mantenimiento invernal para fines operativos normales: (i) el periodo de alto riesgo (típicamente diciembre, enero y febrero), cuando razonablemente se esperan las condiciones más severas, (ii) período de bajo riesgo (noviembre a marzo), cuando son posibles condiciones severas y (iii) período de riesgo marginal (mediados de septiembre, octubre y abril), cuando por lo general no se esperan condiciones severas.

Las autoridades de las carreteras locales en todo el Reino Unido hacen uso de clasificaciones similares. Estos períodos tienen un impacto en las necesidades de prestación de servicios de invierno en los contratos de los proveedores de servicios.

3. Gestión de la vialidad invernal

3.1 Normas y disposiciones

Las autoridades de las autopistas y carreteras del Reino Unido tienen el deber legal de mantener las carreteras, siendo uno de los elementos de esa responsabilidad disponer de un servicio eficaz en invierno. La base legal para la vialidad invernal es diferente en todos los países.

Las autoridades de carreteras en Inglaterra y Gales tienen la obligación legal de “garantizar, en la medida en que sea razonable y factible, que la circulación segura por una carretera no se vea afectada por la nieve o el hielo”³ Además, la Ley de Carreteras de 1980 también impone la obligación a las autoridades de eliminar las obstrucciones de la carretera resultantes por “acumulación de nieve o de una caída de la nieve proveniente de las banquetas anexas a la carretera o por cualquier otra causa”⁴

En Irlanda del Norte, la ley de carreteras (Irlanda del Norte) de 1993 requiere que la Autoridad de Carreteras retire la nieve y adopte las medidas que considere razonables para evitar que la nieve o el hielo interfieran el paso seguro de personas y vehículos que utilizan la carretera.

En Escocia las autoridades⁵ de carreteras tienen la obligación legal de tomar “las medidas que consideren razonables para evitar que la nieve y el hielo pongan en peligro el paso seguro de personas y vehículos por la vía pública”⁶

La Agencia de Carreteras de Inglaterra tiene como objetivo ofrecer un servicio de vialidad invernal que, en la medida de

lo posible, permita el movimiento seguro del tráfico en las autopistas y carreteras de uso general en Inglaterra, y mantenga los retrasos y accidentes causados por el mal tiempo al mínimo. Los requisitos de prestación de servicios de vialidad invernal para la red vial estratégica en Inglaterra se exponen en el Código de Servicio Invernal y de Rutina, y en el Manual de Gestión de Redes, que conjuntamente proporcionan los requisitos de resultados y detalladas recomendaciones, respectivamente.

El apartado 5 del Manual de Mantenimiento Vial de las Principales Carreteras Nacionales del Gobierno Galés (Servicio de Meteorología Desfavorable) establece los requisitos y recomendaciones del Gobierno de Gales [Gobierno Local y Comunidades - Transporte] para meteorología adversa y actividades de servicio invernal en autopistas y todo tipo de carreteras principales que estén bajo la responsabilidad del Gobierno de Gales, por medio de las cuales se da la máxima prioridad a las autopistas y carreteras principales más importantes.

3.2 Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

El presupuesto para el servicio invernal en las carreteras en el Reino Unido se estima en 150 millones de libras al año. Inglaterra y Gales gastan aproximadamente 20 y 4 millones de libras, respectivamente en la vialidad invernal de autopistas y carreteras durante un invierno promedio. Escocia gasta hasta 14 millones £ en la vialidad invernal, mientras que Irlanda del Norte gasta aproximadamente cada año 5 millones £ en su vialidad invernal. Tanto el manual de mantenimiento de las carreteras principales nacionales de Inglaterra como el de Gales definen los roles, responsabilidades, objetivos y técnicas operativas, aplicación de sal y fundentes alternativos, uso de maquinaria de mantenimiento y equipos, enlaces y comunicaciones.

Roles y responsabilidades – La Agencia de Carreteras (Inglaterra), el Servicio de Carreteras (Irlanda del Norte), Transporte de Escocia y el Gobierno de Gales [Gobierno Local y Comunidades - Transporte] son responsables de establecer la política general de prestación de servicios de invierno en las autopistas y la red de carreteras principales. Los proveedores de servicios y agentes de mantenimiento normalmente acometen la gestión operativa del servicio y proporcionan los materiales necesarios y, en la mayoría de los casos, también la maquinaria. En Inglaterra, en la red vial estratégica, la Agencia de Carreteras proporciona la flota completa de esparcidores para pre-humedecer y las turbo-fresadoras para que los proveedores de servicios puedan actuar y aproximadamente el 75% de los depósitos.



Los proveedores de servicios y las autoridades de carreteras de todo el Reino Unido normalmente preparan un plan de servicio basado en un invierno severo que se actualiza anualmente, el cual describe la política, los objetivos, los procedimientos y disposiciones operativas. Este documento se distribuye ampliamente para que los residentes locales, empresas de transporte e industrias locales puedan conocer el nivel de servicio que se espera. Además, el documento detalla condiciones locales singulares y cómo se debe proporcionar un nivel de servicio satisfactorio, al mismo tiempo que se cumple con la legislación específica local, regional o nacional.

Objetivos y técnicas operativas – Las medidas operativas incluidas en el plan de servicio basado en un invierno severo definen la red de tratamiento previo preventivo, la preparación, la maquinaria de limpieza de nieve y esparcimiento, los acopios de agentes fundentes estratégicamente colocados, la predicción y monitorización de hielo y/o nieve, los procedimientos de acciones/operativos para el tratamiento de hielo y nieve, los procedimientos definidos de difusión de información pública/medios de comunicación, y seguimiento de la eficacia de las acciones.

En la mayoría de las rutas principales de la red se efectúa un tratamiento previo, el cual proporciona la forma más eficaz de garantizar la seguridad de estas rutas en las que tienen lugar la mayoría de los movimientos de vehículos. Las definiciones y los criterios aplicados para determinar la red de tratamiento previo preventivo varían considerablemente entre países y las diferentes autoridades de carreteras.

La guía utilizada por muchos es el Apéndice H del Código Práctico de Carreteras Correctamente Mantenidas (Well-Maintained Highways Code of Practice) que establece el estándar nacional general. La red de tratamiento previo

preventivo incluye normalmente un orden de prioridad de las categorías de mantenimiento tal y como se indica en la tabla siguiente.

Categoría mantenimiento	Tipo de carretera	Función
1	Autopistas Red nacional	Carretera principal
2	principal	Carretera principal
3		Carretera principal
4	Nacional primaria	Interurbana y
5	Provincial principal	entre rutas
	Provincial secundaria	

Además de definir la red en base a unas categorías de mantenimiento, se tienen en cuenta criterios tales como flujos de tráfico, población, premisas de emergencia, redes de salazón de autoridades de carreteras contiguas e instalaciones para ciclistas y peatones. Se llevan a cabo ejercicios de optimización de los tratamientos de rutas para maximizar la eficiencia y garantizar la coordinación con otras rutas. Esta acción mejora la focalización de las operaciones de tratamiento previo y minimiza el tratamiento inadecuado de las previsiones meteorológicas marginales mediante la determinación de la acción a tomar ruta por ruta. La red de tratamiento previo preventivo suele ser plasmada en un mapa. Además, se crean mapas de ruta para cada ruta de esparcimiento y se suministran en todo momento copias a todos los vehículos de esparcimiento asignados. La red de difusión preventiva se revisa anualmente para reflejar evoluciones, mejoras y cambios en los patrones de tráfico. Las autoridades de carreteras y proveedores de servicios definen al final del verano las operaciones de servicio invernal previstas. Los temas que se suelen tratar en la preparación de las operaciones invernales y reuniones preinvernales son la preparación del equipamiento y maquinaria del servicio invernal, calibración de los sensores meteorológicos de carretera, instalaciones y equipamiento, certificación de los operarios de las instalaciones, preparación de la cobertura de servicios de invierno, acopio de agentes fundentes, sistemas de contacto / espera y listas de tareas.

Además de los tratamientos preventivos, en Escocia hay patrullas invernales que operan en todas las autopistas y algunas vías principales. Las patrullas invernales se despliegan para supervisar las condiciones, proporcionar tratamientos de sal y eliminar la nieve cuando sea necesario. Las patrullas de invierno operan en las carreteras más transitadas y en las carreteras nacionales principales que experimentan el clima más severo en invierno, cuando se pronostica que las temperaturas van a ser bajas y existe riesgo de formación de hielo. Las patrullas operan desde primera hora de la mañana hasta mediodía

y en otros momentos del día en los que se prevé un clima invernal severo, a criterio de los responsables de las empresas encargadas de la vialidad invernal. Los vehículos de la patrulla están equipados con sensores de temperatura en la superficie lo que permite a los responsables de la toma de decisiones invernales monitorizar, en tiempo real, la temperatura de la carretera en el lugar donde se encuentra cada vehículo de la patrulla. Todas las autopistas tienen un tiempo de respuesta máximo de 30 minutos para los incidentes invernales, contados a partir del despliegue de sus patrullas.

La aplicación de sal – Para un servicio invernal eficaz son elementos esenciales la gestión de las existencias de sal y su reposición. Las cantidades disponibles mínimas se especifican para cada depósito, que puede ser cambiado durante el período invernal. Los niveles de existencias de sal generalmente se basan en información histórica y son suficientes para hacer frente a un invierno común y son repuestos en caso de producirse condiciones meteorológicas extremas. El uso de almacenes de sal, que es cada vez más generalizado en el Reino Unido, asegura que la sal se mantiene con bajo contenido de humedad, evitando lixiviados y permitiendo un manejo más fácil de la sal. La calidad, composición química y uniformidad de la sal son importantes para garantizar el control de la velocidad de esparcimiento. La sal gema es utilizada por la mayoría de organizaciones por delante de la sal común y la sal marina, principalmente por su menor coste. Generalmente, se utiliza una nivelación fina de sal de roca como método preventivo para disminuir daños en los vehículos y conseguir una distribución más uniforme en la calzada, junto con una reducción de la diseminación y contaminación de la vegetación adyacente.

Tipo y grado		BS410 tamizado	% pasante
Sal gema	Gorda	10 mm	100
		6.3 mm	75-95
		2.36 mm	30-70
		300 µm	0-20
	Fina	6.3 mm	100
		2.36 mm	30-80
		300µm	0-20
Sal común y sal marina	Gorda	10 mm	100
		1.18 mm	0-80
		150 µm	0-10
	Fina	1.18 mm	100
		150 µm	0-30

Clasificación de la sal (BS3247)

En 2008, la Agencia de Carreteras de Inglaterra inició la contratación pública para cuatro años de una flota nueva de vehículos invernales capaces de esparcer sal previamente humedecida. Los depósitos adaptados situados en los laterales de los nuevos vehículos contienen salmuera que, durante

los tratamientos, se mezcla con sal seca en proporciones establecidas para crear la mezcla óptima (normalmente una relación de 70:30, sal seca y salmuera). Esta sal pre-humedecida se extiende sobre la superficie de la carretera de una manera similar a como se realizan los tratamientos puramente secos. En Escocia, todos los vehículos de primera línea también utilizan la sal previamente humedecida y las rutas de tratamiento previo están diseñadas para permitir un tratamiento máximo de sal de 40g para esparcir en una sola pasada.

Para los tratamientos con frío extremo, Transporte de Escocia ha desarrollado una guía para las compañías operadoras sobre el uso de fundentes alternativos que funcionan a temperaturas por debajo de las cuales la sal (cloruro de sodio) es menos eficaz. La guía aconseja a las empresas operadoras de carreteras principales sobre almacenamiento, gestión y aplicación de una amplia gama de fundentes alternativos. Transporte de Escocia ha obtenido existencias de EcoThaw, Safecote y cloruro de magnesio. Se está acumulando experiencia en la utilización de fundentes alternativos probando especificaciones de rendimiento mejorado para tratamientos en tramos a gran altitud de la A9. Éstos están siendo evaluados junto con ensayos similares en Inglaterra, donde las temperaturas extremadamente bajas son menos comunes.

Uso de maquinaria y equipos de mantenimiento - El mantenimiento de la maquinaria de servicio invernal es crucial para la eficacia de las operaciones. Por lo tanto, es esencia operar una flota bien mantenida de vehículos de esparcimiento.

Existe una amplia selección de maquinaria y medios de transporte disponibles para que las autoridades de carreteras puedan cumplir con sus responsabilidades de servicio invernal. La topografía y necesidades de cada país y zona son singulares, por lo que ésto generará la necesidad de diferentes gamas de equipos con el fin de cumplir con su función y requisitos. La elección del tamaño y tipo de vehículo utilizado depende del tipo de red vial y la longitud de la ruta con sal.

Los nuevos vehículos de la Agencia de Carreteras se adquirieron a través de dos empresas: Romaquip y Schmidt. La parte central de los esparcidores Romaquip está construida casi en su totalidad en acero inoxidable. Las ventajas de esta construcción incluyen la reducción del mantenimiento y aumento de la vida operativa. El vehículo Schmidt está equipado con una tolva modular Stratos acabada con pintura esmaltada (pulverización electrostática y horneada) lo que supone una ventaja para el trabajo en el entorno invernal duro. En un principio, se desplegaron los vehículos con chasis MAN Euro IV y al final del programa los vehículos desplegados trabajaban con chasis Volvo Euro V. Un vehículo con el cuerpo esparcidor de acero inoxidable se muestra a continuación.



Se da una planificación detallada en lo que respecta a los requisitos de recursos para reaccionar ante fuertes nevadas. Una maquinaria de esparcimiento expresamente construida de cuatro o seis ruedas motrices se asigna a zonas altas o rutas con gradientes significativos donde una mayor tracción y potencia de empuje son esenciales en caso de fuertes nevadas. Las provisiones se hacen para que las máquinas quitanieves de reserva estén disponibles para proporcionar apoyo adicional y dar cobertura en caso de daños a los equipos de primera línea.

Se identifican las “ubicaciones vulnerables”, donde la pendiente de la carretera pueda dificultar a los camiones y otros vehículos el avance en condiciones invernales. Los proveedores de servicios valoran los lugares más vulnerables dentro de su área y planifican diversas medidas, documentadas dentro de sus planes de servicio de invierno, que se emplean cuando se prevé mal tiempo. Las medidas incluyen aplicaciones adicionales de sal durante los tratamientos preventivos, atención especial durante las patrullas de invierno, posicionamiento previo de las máquinas quitanieves como anticipación a las tormentas de nieve. Además, se establecen acuerdos mejorados con operadores de remolque de vehículos para acelerar el rescate de vehículos en dificultad o eliminar incidentes.

Cuando el tratamiento preventivo se antoja insuficiente para evitar la formación de hielo o la eliminación de nieve residual en las carreteras principales, se utiliza entonces un tratamiento adicional que incluye la salazón, el fresado y/o retirada de nieve que se lleva a cabo para restaurar todas las carreteras a una condición segura y restituir la superficie original tan

pronto como sea razonablemente posible. La nieve se retira cuando su espesor supera los 30 mm. Cada pasada de la pala se complementa con propagación de sal de acuerdo con una matriz de tratamiento, como en la fotografía que puede verse más adelante.

La adquisición de flota por parte de la Agencia de Carreteras se ha traducido en un ahorro en el consumo de sal. Esto es debido al hecho de que la nueva flota es más precisa en la aspersión de la sal y tiene la capacidad de alterar las tasas de propagación en incrementos de 1g/m². Esto ha permitido a la Agencia de Carreteras adoptar una nueva matriz de tratamiento que trabaja con tasas de propagación más bajas respecto a las aplicadas con anterioridad. Los tipos de tratamiento para condiciones de hielo y nieve que actualmente usa la Agencia de Carreteras pueden verse en la siguiente tabla.

6.1.2 Treatment Matrix (Units)

Weather Conditions Road Surface Conditions Road Surface Temperature (RST)	Run Times	Treatment	
		Dry Salting (g/m ²)	Pre-wetted Salting (g/m ²) (see Note 1)
Point or forecast frost RST at or above -2°C (intermittent or dry, damp or wet conditions)		1	1
Point or forecast frost RST below -2°C and above -6°C and dry or damp road conditions (see Note 1) (dry and lightly trafficked)		10	1
Point or forecast frost RST below -2°C and above -6°C and wet road conditions (see Note 1) (dry and lightly trafficked)		10	10
Point or forecast frost RST at or below -6°C and above -12°C and dry or damp road conditions (see Note 1) (dry and lightly trafficked)		10	10
Point or forecast frost RST at or below -6°C and above -12°C and wet road conditions (see Note 1) (dry and lightly trafficked)		10	10
Point or forecast frost RST at or below -12°C and above -18°C and wet road conditions (see Note 1) (dry and lightly trafficked)		10	10
Light snow forecast <10 mm		10	10
Heavy snow forecast >10 mm (dry forecast)		10	10
Forecast rain falling		10	10
After freezing rain		10	10
Ice formed (over accumulation)	above -6°C	10	10
Ice formed	at or below -6°C	10	10
Hard packed snow	above -6°C	10	10
Hard packed snow	at or below -6°C	10	10

The rate of spread for pre-wetted salt is the combined weight of dry rock salt and brine solution at 20% concentration for weight (measured) with a maximum brine concentration of 20% salt.

Notes:

- Spread rates for pre-wetted salt is the combined weight of dry rock salt and brine solution at 20% concentration for weight (measured) with a maximum brine concentration of 20% salt.
- When the rate forecast or snow is falling the salting in the pre-wetted treatment unless the road is closed to traffic when an accident occurs may be used. Pre-wetted salting is the preferred treatment in adverse weather conditions.
- Treatment should be carried out, whenever possible, after the first rain forecast or after the first heavy rain forecast. Full rate treatments (for both pre-wetted and dry salt operations) should be considered for lightly trafficked roads at the lower end of temperature ranges indicated.
- For snow covering forecast to exceed 10mm salting should be considered early enough to ensure snow accumulations do not exceed 10mm. This table is the guide for pre-wetted salt treatment.

Version 11 | Revision 01 | Date: 05/05/20

Ratios de tratamiento para eliminar hielo y nieve (Fuente: Agencia de Carreteras)

En situaciones severas de nieve las autoridades también hacen uso de turbo-fresadoras que son unidades autopropulsadas o desmontables. En Escocia, donde las fuertes nevadas son habituales cada año, las unidades autopropulsadas son esenciales. Las turbo-fresadoras son potentes y capaces de mover un gran volumen de nieve. Transporte de Escocia ha introducido recientemente nuevos equipos innovadores como quitanieves con hojas invertidas en forma de V y turbo-fresadoras para aceras.



La calibración de esparcidores de sal es esencial para proporcionar un servicio invernal eficiente y se presta atención a las pruebas que garantizan que cada vehículo alcanza la tasa y el ancho de esparcimiento correctos dentro de los parámetros definidos. La calibración del equipo se realiza con anterioridad a la primera helada prevista por la Agencia de Carreteras. Los vehículos de Transporte de Escocia se calibran dos veces cada invierno, en septiembre y en enero.

Ayuda mutua - Si bien cada organización debe dar prioridad al tratamiento de sus propias redes, a menudo existen acuerdos entre las organizaciones para proporcionarse ayuda mutua. Esto incluye el uso compartido de maquinaria, mano de obra y sal. Un ejemplo de este apoyo mutuo en las actuaciones se encuentra en Escocia, donde la sal obtenida por el proveedor de servicios de carreteras nacionales se almacena por la autoridad local, con unos acuerdos de trabajo buenos y flexibles. Los acuerdos de ayuda mutua facilitan el intercambio de quitanieves entre sí con el fin de responder rápidamente a modelos meteorológicos cambiantes.

Sistemas de información meteorológica en carretera

– La predicción precisa de hielo y nieve es un factor clave para que las operaciones de servicio invernal sean eficientes, minimizando los trabajos fallidos de esparcimientos de sal mientras se mantiene la red lo más segura posible.

Las autoridades de carreteras hacen una inversión considerable en la tecnología más puntera para proporcionar los medios necesarios que permitan una predicción precisa y de esta manera poder tomar las medidas invernales apropiadas. En Inglaterra, en la actualidad hay 242 estaciones activas en la red vial de la Agencia de Carreteras recopilando información meteorológica. En Escocia hay 153 estaciones meteorológicas

en la red de carreteras de Transporte de Escocia. Este organismo también cuenta con 50 vehículos de patrulla equipados con sensores móviles de temperatura accesibles de forma remota y cámaras de CCTV en vehículos esparcidores para mostrar las condiciones en tiempo real.

Los sistemas de información meteorológica de carretera permiten el seguimiento remoto de las condiciones meteorológicas que afectan a la seguridad de la red de carreteras en tiempo real. Se alimentan de la elaboración de los pronósticos meteorológicos y prestan apoyo al personal de mantenimiento y operaciones, permitiéndoles tomar decisiones en tiempo y estando informados.

Un sistema de información meteorológica vial consiste normalmente en estaciones con sensores ambientales (ESS), comúnmente conocidas como estaciones meteorológicas, y un servicio basado en la web que permite la difusión de la información generada por los ESS a los usuarios.

Todas las autoridades de carreteras en todo el Reino Unido utilizan sistemas de información meteorológica vial.

Últimos avances en los sistemas de información meteorológica en carretera del Reino Unido - Servicio de Información Meteorológica de la Agencia de Carreteras

Durante 2011/12, la Agencia de Carreteras presentó su nuevo Servicio de Información Meteorológica de la Agencia de Carreteras (HAWIS) que sustituyó a la anterior serie de contratos de Sistemas de Información Meteorológica Vial suministrada por Vaisala. La diferencia más notable como resultado de esta evolución es el acercamiento hacia la constitución de una única fuente de información sobre el tiempo a disposición del conjunto de la Agencia de Carreteras y sus socios, y un servicio de información del tiempo para todo el año centrado en todo tipo de condiciones meteorológicas adversas.

El nuevo servicio HAWIS consta de cuatro elementos principales:

- Una red de estaciones de sensores ambientales (ESS) mantenida por los contratistas de mantenimiento tecnológico que también se ocupan de todos los demás aspectos tecnológicos;
- Un servicio de oficina central;
- Suministro de previsiones meteorológicas; Requisitos de conectividad entre el ESS y la oficina central

Los datos procedentes de la red de estaciones meteorológicas de la Agencia de Carreteras se emiten cada 10 minutos durante todo el año para ser difundidos en la web de HAWIS.



Una estación meteorológica en la Red de HA

HAWIS ofrece los siguientes tipos de información meteorológica a sus usuarios:

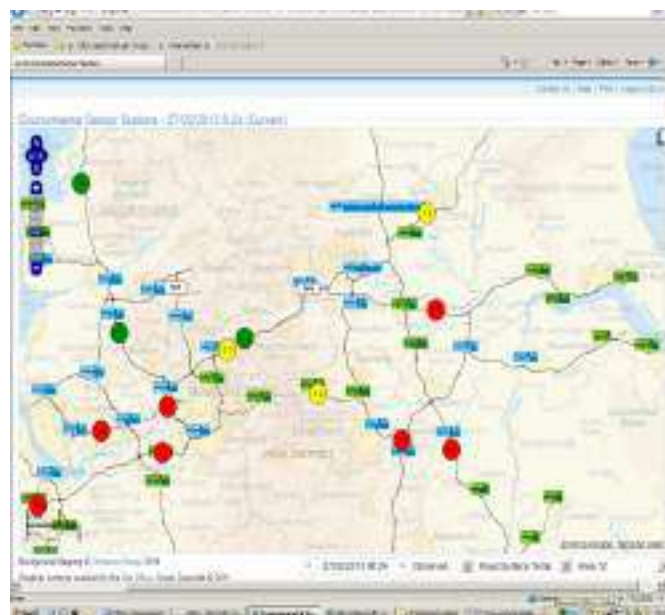
Pronósticos del tiempo – El pronóstico del tiempo de HAWIS se divide en dos partes: contratos de predicciones para áreas concretas y un servicio nacional de predicción meteorológica que incluye la prestación de asesoramiento de consultoría meteorológica a la Agencia por parte de la Met Office. Las previsiones meteorológicas para tramos de carretera son previsiones de texto sencillas que cubren toda la zona de operaciones para una autoridad / proveedor de servicio concreto de carreteras. La información es similar a la del clásico modelo de predicción del tiempo, tales como los de un periódico o Internet, con la excepción de que todas las previsiones descritas se refieren a condiciones de la red de carreteras. Se proporcionan previsiones de 24 horas, de 2 a 5 días y de 6 a 10 días, y los últimos avisos de tiempo severo y las advertencias de inundaciones de la Agencia del Medio Ambiente son accesibles a través del sitio web del HAWIS.

Las previsiones específicas para un lugar concreto se dan para un solo punto en una área de la red que se extiende 24 horas hacia el futuro. Éstos normalmente se proporcionan para lugares donde existe un sensor de carretera. Los datos de ESS alimentan, a través de un servicio de oficina, a organizaciones de predicción, que combinan los datos existentes con sus propios modelos de predicción para proporcionar detalladas previsiones específicas de la zona en HAWIS. Estas previsiones se proporcionan en formato de tabla donde aparecen distintos parámetros meteorológicos tales como temperatura

de carretera, estado de la carretera, temperatura del aire, temperatura de rocío, velocidad del viento, precipitaciones y estado de la nubes. Ellos proporcionan a los proveedores de servicios mejores capacidades de monitorización y verificación que las predicciones meteorológicas tradicionales. Los proveedores de servicios utilizan esta información para determinar su método de tratamiento y, lo más importante, los plazos de tiempo.

Estación de observación de información con sensor ambiental – Los datos de cada ESS se toman cada 10 minutos. Cuando HAWIS los recibe, éstos se muestran en formato de tabla y mapa como información referida a distintos parámetros meteorológicos y en un formato común entendido por todos los usuarios. Los ejemplos incluyen la temperatura de la superficie de la carretera, el estado de la superficie, la temperatura del aire, la visibilidad, la velocidad y dirección del viento. La información mostrada para cada ESS depende del tipo de sensor que éste tenga.

Es importante disponer de la información más actualizada para poder comparar las condiciones reales de la Red Estratégica de Carreteras con aquellas que habían sido previstas, y permite a los proveedores de servicios reaccionar a las condiciones cambiantes cuando se produce un evento de tiempo severo. Un gráfico interactivo también permite a los usuarios monitorizar cómo un parámetro meteorológico de su elección ha variado con el tiempo. Además de esto, una red de cámaras de vigilancia situadas en algunos ESS permite a los usuarios ver imágenes fijas actualizadas de la situación real “en el terreno”. Estos son útiles para el seguimiento en directo de eventos de nieve.



Mapa de observaciones de temperaturas en superficie de la carretera con HAWIS

Información por satélite e imágenes de predicción - HAWIS tiene la posibilidad de proporcionar a los usuarios de los servicios información meteorológica procedente de satélites e imágenes de la predicción. Esta información se obtiene del Met Office a través de la Agencia de Carreteras. La información del tiempo por satélite es útil para determinar el movimiento de los sistemas meteorológicos en la evaluación de un posible período de mal tiempo y la determinación de la cobertura de nubes, lo que es muy relevante cuando las previsiones son mínimas. Esto puede ayudar a definir los tiempos de tratamiento. Las imágenes de predicciones en HAWIS están disponibles para precipitaciones, viento, visibilidad y presión / frentes.



HAWIS – Radar de precipitaciones

Alarmas y Alertas - Una funcionalidad de HAWIS de alarmas y alertas permite a los usuarios configurar alarmas que se activan cuando se cumplen una serie de criterios predefinidos. Las alertas pueden ser creadas para advertir a determinados usuarios sobre la activación de una alarma. Por ejemplo, una alarma se puede configurar para alertar a los responsables de tomar decisiones acerca del tratamiento a seguir cuando las temperaturas de superficie de la carretera caen por debajo de cierto umbral. Al llegar al umbral, los usuarios seleccionados reciben una alerta directamente a través de la página web y también a través de e-mail. Tales avisos por correo electrónico evitan la necesidad de permanecer conectados a la página web HAWIS y garantizan que los usuarios estén informados en todo momento de los últimos acontecimientos en su red.

3.3 Evaluación de las medidas de control del hielo y la nieve

Las medidas de control de la nieve y el hielo se suelen incluir en el plan de vialidad invernal. Las autoridades de las carreteras locales de todo el Reino Unido trabajan para aumentar el nivel

del sector. Se utilizan una serie de indicadores de rendimiento (PI) para monitorizar el mantenimiento invernal.

Ejemplos de indicadores de rendimiento son :

Objetivo:	Cumplimiento de tiempo de respuesta para salir del depósito
PI:	Número de salidas tardías, se espera un cumplimiento del 100% .
Objetivo:	Cumplimiento de los tiempos de respuesta para completar las rutas.
PI:	Número de llegadas tardías, se espera el 100% de cumplimiento.
Objetivo:	Recepción de la agenda del proveedor de servicios.
PI:	Número de entradas recibidas en la agenda después del plazo límite acordado, como porcentaje del total de entradas de la agenda de servicios invernales.
Objetivo:	Recepción de la orden de servicio invernal.
PI:	Número de pedidos recibidos después del plazo límite acordado como porcentaje del total de órdenes de servicio invernal.
Objetivo:	Coste promedio de sal por kilómetro.
PI:	Coste por temporada de servicio invernal

Se puede auditar el servicio de dos formas distintas y separadas. La primera es de escritorio, mediante el análisis de documentos escritos como los tacógrafos, impresos de odrenador (posiblemente con GPS), diarios de sal, confirmación de llamada de salida, registros de formación de conductores, procedimiento operativo de control de calidad / manual de servicio invernal, y registros de gestión de la sal para rutas individuales. El segundo es de campo, mediante la realización de inspecciones al azar para comprobar que la sal se deposita en la red en el momento oportuno y de la forma correcta. Se debe mantener un registro completo para cada auditoría. Una parte importante de los sistemas de información meteorológica vial consiste en grabar bases de datos con el fin de poder evaluar el valor de las predicciones. En general, se puede decir que la previsión meteorológica en carretera tiene valor solo si se toma una decisión correcta que evite la formación de la acumulación de nieve o hielo en las carreteras y / o que impida el uso innecesario de agentes fundentes. Sin embargo, el valor de la evaluación se complica por factores externos, tales como el residuo químico de formación de hielo en la carretera y consideraciones políticas que pueden conllevar tratamientos innecesarios.

Para juzgar el valor de un pronóstico es mejor mirar las previsiones de hielo en la carretera. Esto se hace normalmente usando una tabla de contingencia 2x2, que compara el pronóstico con la realidad.

Tabla de contingencia 2X2

	Previsión de heladas	Sin previsión de heladas
Helada ocurrida	Coste de protección: (F/F)s	Coste del perjuicio: (NF/F)s Rechazo correcto: (NF/NF)
Helada no ocurrida	Costes de protección: (F/NF)	

Mediante la asignación de valores económicos para estas contingencias, es posible obtener una medida del valor de la previsión. Usando la tabla de contingencia existen una serie de variables que se pueden producir:

- Porcentaje correcto; Tasa de falsas alarmas;
- Probabilidad de detección;
- Frecuencia de heladas.

3.4 Seguridad vial e información

El contacto a través de los medios de comunicación tradicionales y modernos es importante como medio para mantener al usuario informado de las condiciones de la carretera y promover la seguridad en la carretera.

A través de este contacto con los usuarios de la comunidad y la carretera, las operaciones son más eficaces, mejor entendidas y promueven un intercambio positivo de opiniones con el público. Por ese motivo las autoridades de carreteras hacen uso de diversos medios de comunicación, que incluyen:

- Folletos sobre las maneras que tienen los automovilistas para ayudar a mejorar la seguridad vial;
- Un plan de la red de esparcimiento;
- Notas de prensa relacionados con el servicio invernal y en particular, los incidentes viales;
- Artículos de prensa;
- Entrevistas en Prensa / Radio / Televisión;
- Información transmitida a través de las organizaciones de tráfico y emisoras locales de radio;
- Información y asesoramiento a través de las páginas web de la Autoridad de Carreteras;
- Información en señales de mensaje variable, tanto de manera previa como durante el mal tiempo;
- Información transmitida a través de las redes sociales como Facebook y Twitter
- Vídeos de YouTube para explicar cómo se ejecuta el servicio de invierno.

Muchas autoridades de carreteras proporcionan información y asesoramiento al usuario de la vía a través de sus sitios web,

que incluyen detalles de las rutas prioritarias de tratamiento y consejos sobre cómo prepararse para el invierno. En los últimos años ha crecido significativamente el uso de las redes sociales para la difusión de información a los usuarios de las carreteras. En cuanto a las condiciones meteorológicas adversas, las autoridades de las carreteras están haciendo uso de sus páginas de Twitter y Facebook para informar a los usuarios de carreteras de la existencia de máquinas esparcidoras en la carretera y también para advertir del pronóstico de condiciones meteorológicas adversas.



Uso de los medios sociales por parte de las autoridades de las carreteras

Para la red inglesa de carreteras principales, la información de las condiciones meteorológicas y viales se distribuye a los medios de comunicación y a los clientes de la Agencia de Carreteras desde el Centro Nacional de Operaciones de Tráfico (NTOC) de la Agencia de Carreteras en Birmingham. Durante los meses de invierno, los meteorólogos están ubicados en el NTOC para garantizar que la Agencia de Carreteras pueda proporcionar una alerta temprana de mal tiempo y dar consejos específicos para una conducción segura y las condiciones que existen en carreteras regionales o nacionales, según corresponda.

La Agencia de Carreteras cuenta en Inglaterra con un sistema basado en web de información invernal, que proporciona información sobre el estado de la red y los incidentes relacionados con el tiempo al equipo directivo, los ministros y Gabinete de Prensa. El sistema de notificación de invierno también se asegura de que los proveedores de servicios adyacentes, las autoridades locales, la policía y los equipos de zona de la Agencia de Carreteras conozcan las decisiones de servicios invernales. Los proveedores de servicios tienen un requisito mínimo para informar sobre el estado de las decisiones de la red y el tratamiento a las 8:30 am y las 3:00 pm

todos los días. Además, los proveedores de servicios tienen que informar acerca de las previsiones meteorológicas y su prevista acción de servicio invernal para el fin de semana antes de las 3:00 pm del viernes.



Tras el éxito del sistema de información invernal basado en web de la Agencia de Carreteras y, en particular, la gestión de las instalaciones de sal, todas las autoridades de carreteras en Inglaterra y Gales ahora lo utilizan de forma que ahora puede obtenerse una visión general de las reservas de sal. Esta información real, fiable y precisa de las reservas supone una gran ayuda para la autoridad y el proveedor de sal.

En Irlanda del Norte, la información sobre las actividades de salazón se transmite electrónicamente a los medios de comunicación para garantizar que las últimas noticias sobre las condiciones de la carretera estén a disposición de los automovilistas antes de las horas punta.

La respuesta invernal de Transporte de Escocia está coordinada desde el Centro de Control de Tráfico de Escocia, el ITS (Intelligent Transport System). Éste se controla y opera desde un centro de control ubicado en un edificio construido para este propósito e inaugurado en 2013 en el vigente Forth Road Bridge, con una ubicación ideal para una gestión óptima del puente existente y el nuevo Forth Replacement Crossing, que será inaugurado en 2016. En Escocia, los planes diarios de acción invernal se ponen a disposición del público en el sitio web de Tráfico de Escocia. La información se publica cada día a las 15:00 horas tras recibir la previsión. La información sobre el plan de acción indica a la población dónde se encontraran los distribuidores de sal, en qué momento y la cantidad de sal que extenderán.

Transporte de Escocia, trabajando en colaboración con la Policía escocesa, ha desarrollado una estrategia de información sobre el clima severo para advertir e informar a los usuarios de la vía cuando se espera una interrupción de la red de carreteras

como consecuencia de condiciones meteorológicas extremas. Se difunde información de prevención y de servicio cuando se prevé mal tiempo en Escocia. El pronóstico del tiempo se proporcionará antes de y durante cualquier previsión de evento de mal tiempo

Los consejos de viaje que se emiten se ajustan a cuatro categorías específicas de riesgos, con la pertinente advertencia emitida sobre la base de la gravedad esperada de las condiciones descritas en el pronóstico del tiempo. Los cuatro niveles de asesoramiento son:

- Operaciones normales – Sin mal tiempo
 - Viaje con precaución – La policía está indicando a los viajeros que las condiciones para los viajes por carretera son peligrosas y los conductores deben tener cuidado adicional
 - Alto riesgo de interrupción en viajes por carretera - La policía informa que las condiciones de viaje son extremadamente desfavorables y hay un alto riesgo de interrupción de trayecto por carretera. Es probable que los viajeros sufran retrasos significativos
 - Evite viajar por carretera - La policía aconseja a los conductores que eviten viajar por carreteras. Los viajeros experimentarán graves retrasos de varias horas o más. Estas recomendaciones se formulan para usuarios de la vía a través de la red de Signos de Mensaje Variable de Transporte de Escocia, el sitio web de Tráfico de Escocia, emisiones radiofónicas de información sobre viajes y la Línea de Ayuda al Cliente de Tráfico de Escocia (Traffic Scotland Customer Careline) para que les sea de utilidad durante fenómenos meteorológicos extremos.
- El Equipo de Respuesta Multi-Agencia Escocés (Scottish Multi Agency Response Team, MART), un grupo de colaboradores que trabajan juntos para mejorar la calidad y planificación de la información de transporte, coordina el flujo de la información entre las agencias y el público. Un representante de la Oficina Meteorológica trabaja en MART para asegurar que cualquier cambio en la gravedad o en las zonas afectadas por el mal tiempo pueda ser actualizado y puesto a disposición del público. El MART está formado por Tráfico de Escocia, Transporte de Escocia, la Met Office, las empresas operadoras, Network Rail, First Scotrail, la Confederación de Transporte de Pasajeros, la Policía de Escocia y la Sociedad de Directores de Transporte en Escocia (SCOTS). De todas formas, Transporte de Escocia dispone de otras formas de informar al público:
 - Suministrando imágenes de la cámara de CCTV en su página web, permitiendo a los usuarios de carreteras comprobar las condiciones actuales de la red antes de emprender su viaje.
 - La aplicación Travelline para teléfonos inteligentes.

En Gales, el Gobierno de Gales promueve que los proveedores de servicio desarrollen lazos y comunicaciones efectivas con la policía, medios de comunicación, servicios de emergencia, los operadores de transporte público, transporte de mercancías, y las asociaciones de transporte y del automóvil de forma directa con el fin de evitar largas cadenas de información. Hay un Centro de Gestión de Tráfico en el norte y el sur de Gales e informa del tráfico y las condiciones de las carreteras al público mediante el "Traffic Wales". Éste pone a disposición la información más actualizada de las zonas donde exista un impacto en el funcionamiento de la autopista o de la red de carreteras nacionales como resultado del tiempo o incidentes.

En condiciones meteorológicas severas las instalaciones del Centro de Gestión de Tráfico se utilizan para coordinar y gestionar las actividades de servicios de invierno y servir de enlace con otras autoridades viales.

3.5 Colaboración de la comunidad local

Muchas autoridades locales han tomado medidas para colaborar con las comunidades locales en determinados aspectos de la prestación del servicio invernal. Los ejemplos de esta colaboración incluyen la colocación de contenedores de suministro de sal y arena en lugares que no están en vías de tratamiento o puntos donde un peligro particular haya sido identificado. El público puede acceder a estos contenedores para su uso en la comunidad en las vías públicas y aceras. Esto puede ser particularmente útil para 'unir' tratamientos de la carretera principal realizados por los vehículos esparcidores de los condados con los de las vías de acceso más pequeñas. Se puede utilizar como ejemplo de este plan en acción al Consejo del Condado de Norfolk. En 2010 iniciaron el patrocinio y el suministro de contenedores de sal y arena a través de los consejos de la iglesia, ciudad, distrito y municipalidad. En 2012, Norfolk tenía un total de 1.500 contenedores de sal y/o arena disponibles en todo el país para el uso público.



Contenedor de sal /arena suministrado por el Consejo del Condado

Algunas autoridades locales han iniciado el programa "Campeón de la Nieve". A los "Campeones" se les proporciona el equipo y las pautas correctas sobre cómo y cuándo limpiar aceras. No existe una relación contractual con la asociación y se participa de manera totalmente voluntaria. Un ejemplo de este programa se puede encontrar en el Consejo del condado de Cumbria que, durante la temporada de invierno 2012/13, reclutó a 300 voluntarios (unos 50 en cada distrito) para ayudar a limpiar la nieve y el hielo de aceras y pavimentos cerca de sus hogares.

Un programa similar al utilizado por otras consejos del condado supone la contratación de ayuntamientos y parroquia para ayudar a mantener los caminos y aceras limpias durante el invierno. La localidad y las juntas parroquiales se proveen con sal de forma gratuita y se imparten cursos gratuitos de formación para limpiar de manera segura la nieve y el hielo de aceras. A cambio, se pide al consejo del pueblo y la parroquia que aporten detalles de las aceras tratadas con la sal proporcionada gratuitamente, que nombren un "guardián de la nieve" para coordinar las actividades a nivel local y proporcionen información al consejo del condado sobre las condiciones locales, y que designen a alguien que tenga la autoridad para ordenar el relleno de contenedores en nombre del consejo de la parroquia / pueblo.

Otras autoridades locales han subcontratado a agricultores y conductores de grandes vehículos para realizar trabajos de limpieza de nieve en pueblos aislados, zonas industriales y escuelas que no estén en vías de tratamiento, como parte de un proceso de licitación para proporcionar capacidades adicionales en los casos de mal tiempo. Una de las ventajas de usar a estas personas pertenecientes a las comunidades locales para ayudar con el tratamiento es el gran conocimiento local que tienen de las carreteras que necesitan más tratamiento en sus comunidades.



Limpieza de la nieve por un granjero en una carretera menorEl Consejo del Condado de Suffolk tiene contratos con más de 200 agricultores (y otros contratistas) y el Consejo del Condado de Kent tiene acuerdos con cerca de 180 agricultores de toda la provincia que ayudan a limpiar la nieve cuando es necesario.

Muchos otros consejos del condado tienen un número similar de acuerdos con los agricultores. Un ejemplo de cómo funciona esto en la práctica se puede ver en el Consejo del Condado de Norfolk. Una mezcla de palas modificadas suministradas por el consejo y palas propiedad de los agricultores se utilizan para permitir la limpieza de nieve en carreteras secundarias que no están en las rutas prioritarias. Los agricultores reciben al comienzo de la temporada formación y reuniones informativas sobre cómo llevar a cabo las actividades y todo el equipo es inspeccionado por el consejo antes del inicio de la temporada de invierno para asegurarse de que es seguro y operativo.

4. Investigación y estudios en curso para mejorar la gestión de la vialidad invernal

4.1 Avances en la tecnología de esparcimiento

Desde mediados de los '90, organizaciones de todo el Reino Unido han tratado de reducir el consumo de sal a través de la integración de nuevas tecnologías como el sistema de posicionamiento global (GPS), sistemas de información geográfica (SIG), comunicaciones de radio digital y mapas térmicos de previsión meteorológica. La experimentación a través de proyectos recientes de investigación y desarrollo en el Reino Unido ha demostrado que la salazón selectiva es posible y deseable. La posibilidad de iniciar y detener el esparcimiento también ofrece la posibilidad de variar su velocidad a lo largo de la ruta de acuerdo con los mapas de previsión térmica y de temperatura. El siguiente paso lógico sería proporcionar datos meteorológicos en tiempo real capturados por el vehículo a medida que viaja a lo largo de la ruta, y esto es ahora posible gracias a que los esparcidos pueden registrar y grabar lecturas de temperatura de la superficie de carretera mientras recorren su ruta. La flota de invierno de la Agencia de Carreteras en Inglaterra dispone de la capacidad de registrar datos, lo que facilita la captación de datos en tiempo real. La cantidad de sal esparcida, la anchura, el tipo de material, el tiempo necesario para completar la ruta y el uso de combustible son ejemplos de algunos de los elementos que el registro de datos puede capturar. El uso de los datos de registro ayuda a la Agencia de Carreteras y sus proveedores de servicios a supervisar el uso de la sal y el comportamiento del esparcido, mejorando así la sostenibilidad del servicio de invierno que se ofrece.



Ejemplo de informe resumido de ralenti

Por ejemplo, se puede ver un informe resumido de 'ralenti' para determinar la cantidad de esparcidos que siguen con el motor encendido estando parados. El exceso de 'ralenti' supone el desperdicio de combustible y la funcionalidad de registrar todos los datos permite controlar situaciones como ésta y ponerlas en conocimiento de los conductores afectados.

Otro de los beneficios de la tecnología de registro de datos se presenta en la forma de protección frente a reclamaciones de usuario de carreteras. Esta es una cuestión clave para la Agencia de Carreteras, ya que el registro de datos proporciona evidencia sólida para reforzar la defensa frente a reclamaciones. El registro de datos puede determinar con precisión la ubicación de un vehículo en cualquier momento en el tiempo.

En octubre de 2012, la Agencia de Carreteras, en asociación con Masternaut, completó el desarrollo de una interfaz de programación de aplicaciones para enviar datos desde los esparcidos a las señales de mensajes variables (VMS). El desarrollo de esta interfaz permite a los esparcidos emitir automáticamente los mensajes de VMS para informar al usuario de la vía que la sal está siendo extendida en la red. La interfaz se está aplicando ahora en una de las zonas de la Agencia, con la intención de implantarla en toda la red nacional en el caso en que tenga éxito. Se cree que la plena aplicación de esta interfaz de VMS puede suponer aproximadamente la reducción de 1/3 de la energía frente a los métodos actuales de mandar VMS desde los centros de control, además de proporcionar a los usuarios de carretera información más precisa. Es probable que el ahorro de costes en toda la red de la Agencia sea del orden de 100.000 £ por temporada invernal.

4.2 Materiales alternativos

Como parte de la campaña para reducir el consumo de sal, la Agencia de Carreteras está estudiando la idoneidad de los tratamientos exclusivos de salmuera. La salmuera es particularmente adecuada para los tratamientos de prevención en noches marginales que pueden ser típicas debido a los patrones de tiempo en la mayor parte del Reino Unido. El impacto económico y social de los tratamientos de invierno está siendo evaluado mediante ensayos para medir el efecto corrosivo de varios activos fundentes en los viales. Además de todo ello, se continúa trabajando sobre los efectos ambientales de los tratamientos invernales.

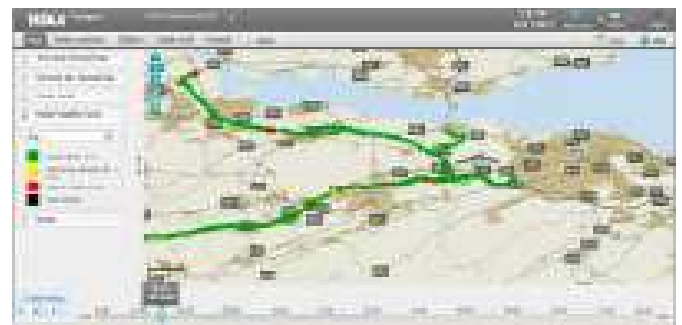
Gran parte del trabajo en curso sobre el uso de materiales alternativos en el Reino Unido se basa en torno a la necesidad de una aplicación inteligente de los materiales de tratamiento para adaptarse mejor a las condiciones ambientales del lugar en el que se aplica. Esto también se extiende al entorno geopolítico. Por ejemplo, el Consejo del Condado de Norfolk realizó ensayos con líquidos fundentes alternativos en aceras prioritarias utilizando un pulverizador de goteo montado en un pequeño vehículo de mantenimiento de jardines. El objetivo de los ensayos era reducir el número de quejas sobre la entrada de sal gema en tiendas y proporcionar un tratamiento más eficaz de aceras a temperaturas más bajas. Los ensayos han demostrado su eficacia evitando la formación de hielo en las bajas temperaturas experimentadas durante la temporada de invierno de 2010/11 y también generó un menor número de quejas de los comerciantes.

4.2 Medidas de sal residual

Gran parte de las investigaciones en curso en el Reino Unido están centradas en la medición de sal residual en la superficie de la carretera. Actualmente, se realizan inspecciones viales para confirmar la existencia suficiente de sal residual en la carretera para hacer frente a las condiciones actuales. Existe una gran posibilidad de que en el futuro la medición de la sal residual sobre superficies de carretera se pueda realizar mediante sistemas inteligentes.

4.3 Sensores móviles

En Escocia, cuatro vehículos esparcidores invernales que patrullan la M8 utilizan un sensor móvil que controla la condición del pavimento - agarre y temperatura en tiempo real. Los datos se muestran en un teléfono inteligente en el salpicadero de instrumentación del vehículo o son transmitidos a través de la red móvil del teléfono para que el software de gestión del tiempo de ruta pueda ser visto por otras personas en una sala de control central. Este sensor proporciona información que puede ser utilizada para complementar estaciones meteorológicas fijas existentes y permitir al conductor de patrulla y personal de servicio invernal la toma de decisiones sobre la necesidad de llevar a cabo los tratamientos ad-hoc en la red basados en la información suministrada.



Transporte de Escocia ahora está colaborando con el proveedor del equipo para desarrollar aún más la funcionalidad del sitio web y proporcionar una herramienta versátil para el seguimiento y la revisión de las condiciones de la red viaria.

5. Referencias

1. Transport Statistics for Great Britain (TSGB) 2012;
2. Transport Statistics for Great Britain (TSGB) 2012;
3. Section 41 (1A) of the Highways Act, 1980; Section 111 of the Railways and Transport Act 2003; Section 150 of the Highways Act 1980
4. Section 150 of the Highways Act 1980
5. Section 34 of the Roads (Scotland) Act 1984
6. Section 34 of the Roads (Scotland) Act 1984



REPÚBLICA CHECA



1. Demografía y red vial

1.1 Información de país



Imagen 1 – Posición de la República Checa en Europa

La República Checa es un país de tamaño medio (78.867 km²), pero densamente poblado (10,46 millones), situado en el centro de Europa. Las fronteras de este país sin litoral son Polonia hacia el noreste, Alemania por el oeste, Austria al sur y Eslovaquia al este. La capital y ciudad más grande es Praga (Praha). El país está compuesto por las regiones históricas de Bohemia y Moravia, así como en partes de Silesia. Desde el año 2000, la República Checa está dividido en trece regiones y la capital, la ciudad de Praga. La República Checa ha sido miembro de la Unión Europea desde 2004.

La República Checa posee una economía desarrollada y de altos ingresos con un PIB per cápita del 84% de la media de la Unión Europea. La prosperidad económica de la República Checa está relacionada con el alto nivel y la calidad de la infraestructura de transporte. Con una densidad de 0,70 km. de carreteras y autopistas por km cuadrado, la República Checa es uno de los líderes europeos en este ámbito.

1.2. Road network and traffic

Tabla 1 – Red vial

Área	78,867 km ²	
Población	10.46 millones	
Longitud de red	Autovías	633 km
	Autopistas	329 km
	Carreteras clase I	5,843 km
	Carreteras clase II	14,660 km
	Carreteras clase III	34,118 km
	TOTAL	55,583 km

La red de carreteras está integrada por 633 km de autopistas, 329 km de autopistas y 54.621 km de carreteras regionales y locales, que asciende a un total de 55.583 km de carreteras pavimentadas. El transporte por carretera representa el 76,04% del total del transporte de mercancías. La flota nacional de 4,9 millones de vehículos incluye 4.1 millones de turismos. La temporada de invierno en la República Checa, según la ley de carreteras, comprende las fechas entre el 1 de noviembre y el 31 de marzo del año siguiente.

2. Clima

2.1 Zonas climáticas

La República Checa es un país sin litoral situado en las latitudes geográficas moderadas del hemisferio norte. El clima de la República Checa es suave todo el año pero variable localmente. El clima varía considerablemente entre las distintas regiones de la República Checa, en función de la altura sobre el nivel del mar.

2.2 Estadísticas de temperatura

La temperatura media del aire es fuertemente dependiente de la altura sobre el nivel del mar. Cuando la temperatura en la montaña más alta de la República Checa (1.602 metros) es sólo de 0,4 °C, las tierras bajas del sur Moravia pueden experimentar temperaturas de casi 10 °C. La precipitación anual también

depende mucho de la altura sobre el nivel del mar. Si queremos encontrar la zona más lluviosa de la República Checa, tendríamos que ir a las montañas más altas con pendientes pronunciadas orientado al noroeste.

Diciembre, Enero y Febrero son los meses de invierno real. La temperatura más baja se da en enero, cuando incluso en las zonas bajas la temperatura media mensual cae por debajo de los 0 °C. Si hay alguna precipitación en invierno, suelen ser nevadas en las montañas. En las zonas bajas, se alternan lluvia y nieve. Por lo general, la cobertura nieve dura varios meses en las zonas de mayor altitud sobre el nivel del mar. Sin embargo, durante los meses de Marzo, Abril y Mayo, se produce un gran aumento de las temperaturas. La nieve por lo general desaparece a mediados de la primavera, incluso en las más altas montañas de la República Checa.

de los distintos centros de mantenimiento de carreteras en cooperación con la compañía Cross Zlin y el Instituto Hidrometeorológico Checo. El II es un sistema de análisis y comparación de los resultados de mantenimiento invernal y los gastos reales en función de las condiciones meteorológicas en una determinada red de carreteras. Las principales actividades que se controlan son: esparcido de sal (o arena) en las carreteras y consume de sal de materiales,

- Retirada de nieve (con quitanieves),
- Rutas de inspección.

Existe una relación directa entre las condiciones meteorológicas actuales y la medida de los parámetros mencionados anteriormente.

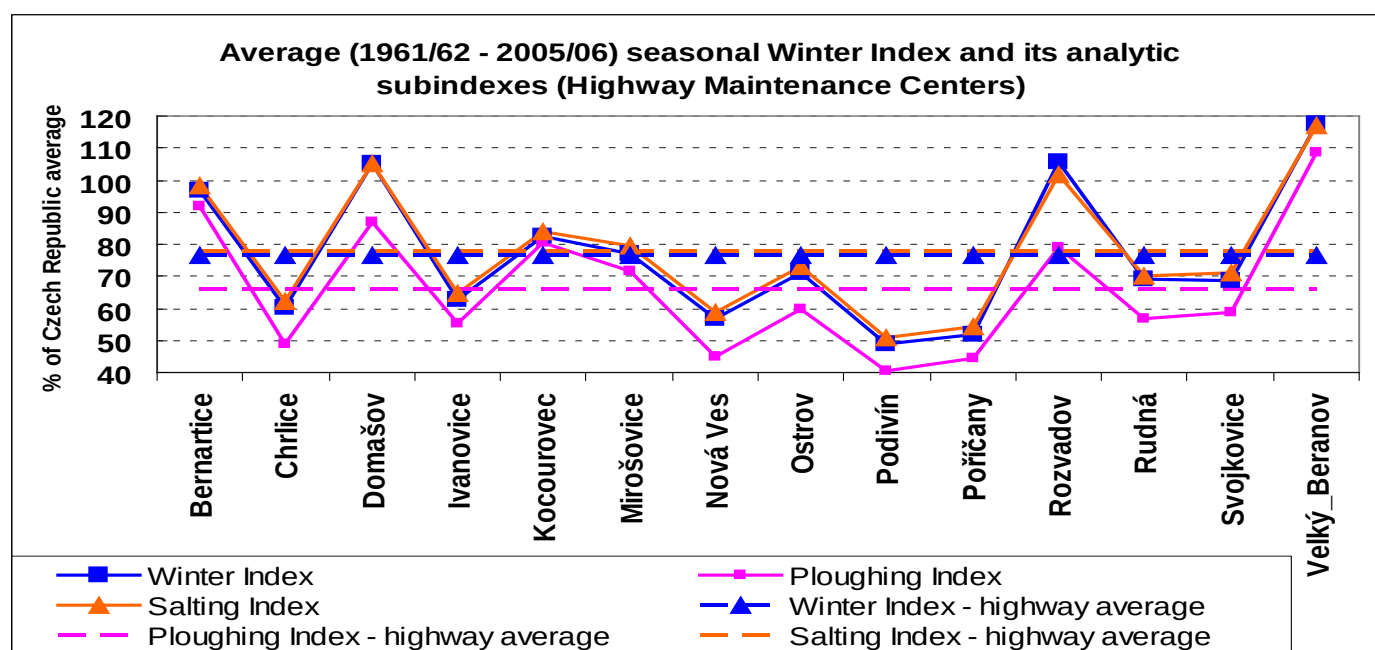


Imagen 2 – índices y sub-índices invernales, comparativa entre diferentes centros

2.3 Índices invernales

El Índice Invernal (II) es un sistema único de análisis profundo y comparación de resultados de mantenimiento de invierno y los costos. Los usuarios de este sistema son principalmente los administradores responsables de la gestión de los costes de mantenimiento y los contratistas del mantenimiento invernal de carreteras. El II describe exactamente las condiciones del invierno en un territorio en un período de tiempo y lo compara con el coste real de mantenimiento. La dirección de Carreteras y Autopistas de la República Checa utiliza el II para evaluar la eficacia y rendimiento del mantenimiento invernal

Cuando las condiciones del invierno se tornan más severas (nieve, temperaturas en entorno de cero, lluvia helada, hielo en la carretera, etc.) es necesario emplear más vehículos de mantenimiento y usar cantidades mayores de sal, que representan los principales gastos en mantenimiento invernal. El II es una herramienta única que permite el control retroactivo de la conservación de carreteras y la comparación de resultados entre los distintos centros de mantenimiento o contratistas. Basándose en este análisis, es posible detectar diferencias en el nivel medio y separar las anomalías aisladas o de largo tiempo de los aumentos injustificados de costos.

At Imagen 2 is presented the usage of the winter index in the form of its graphical output. Performance of particular centers of motorway (highway) management and maintenance is evaluated there.

3. Gestión de carreteras invernal

3.1 Estándares y reglas

El mantenimiento invernal en la República Checa está regulado por la ley de carreteras. 13/1997 y por el reglamento no. 104/1997 del Ministerio de Transporte, válido para actuar sobre ley de carreteras. La dirección de carretera y autopistas de la República Checa (RSD) gestiona y mantiene 715 km de autopistas y autovías. Los administradores regionales gestionan el mantenimiento de invierno para los demás caminos.

En 2004, el RSD publicó „gestión y régimen de mantenimiento invernal „ y en 2007 „desarrollo tecnológico para el mantenimiento invernal de autopistas y autovías“.

3.2 Organización y operativa del mantenimiento invernal

El mantenimiento invernal reduce los efectos del clima sobre las condiciones de la carretera. En un invierno el administrador elimina o al menos reduce los problemas de la carretera de acuerdo con el calendario establecido en el plan de mantenimiento invernal y regulado por la ley de carreteras. Esto significa que el administrador quita nieve y el hielo de las carreteras con la ayuda de maquinaria especial la carretera. Las caídas de nieve superiores a 3 cm se efectúan con quitanieves. El hielo y la nieve de hasta 3 cm de altura se retira con la ayuda de agentes de deshielo. Podemos distinguir la retirada en cuchilla, el simple esparcido de materiales químicos, y cuando ambas actividades se llevan a cabo de forma simultánea.

El RSD gestiona dieciséis centros de gestión de las carreteras y el mantenimiento (SSUD) y a un centro de gestión y mantenimiento de autovía (SSURS), formando la base del mantenimiento de invierno en la autopista. Un centro SSUD realiza el mantenimiento de invierno de aproximadamente 50 km autopistas, es decir, aproximadamente 1.000 mil km² de pavimento. El equipamiento de cada SSUD para mantenimiento de invierno consiste en:

- 6-8 vehículos equipados con esparcidor, depósito de salmuera y cuchilla quitanieves;
- Silo de sal (NaCl) de 2,000 a 3,500 Tm. El silo se diseña para contener las necesidades de una campaña entera;
- Planta de salmuera (de NaCl) y dos depósitos, más otro depósito para soluciones concentradas de Cloruro Cálcico;
- Pala de carga, capacidad de 1.5 m³ para cargar esparcidores;
- Oficina de control en el edificio SSUD con conexión de radio con los vehículos, teléfono y acceso a información meteorológica (cámaras, etc.)

Otras instalaciones y equipos de los centros se muestran en “régimen de administración y mantenimiento”. La descripción de los sistemas de mantenimiento de invierno, como estaciones meteorológicas, señales de advertencia y sistemas de la cámara se muestran en “Régimen de señalización y marcado y administración de las instalaciones y mantenimiento”. Las necesidades de los usuarios son en su mayoría muy altas. Exigen un rápido y seguro uso de las carreteras y, si es posible sin nieve, es decir, “carretera a negro” en toda su longitud. Las exigencias de calidad de mantenimiento, comodidad de conducción, la seguridad y la velocidad son cada vez más altas.

Los gerentes de carretera tratan de responder a esta demanda con la ayuda de equipos de alto rendimiento, la agencia meteorológica, los sensores meteorológicos, y sistemas de alerta mutuos de mutuo, etc. Del mismo modo, el uso de materiales y tecnologías de esparcido cada vez mejores permite la utilización conjunta de sal y salmuera a fin de refinar y mejorar la oferta de servicios. La ARA también utiliza materiales inertes (piedra triturada) en un tramo de 1,6 km de la Autopista D2, debido a la prohibición de utilizar productos químicos fundentes a fin de mantener la calidad del agua.

Las operaciones directas de mantenimiento de invierno son: vigilancia de variables meteorológicas de carretera, esparcido de sal, retirada de nieve por empuje, retirada dinámica y retirada con esparcido simultáneo. Por ello, el administrador de autopista ha de para preparar de la mejor manera posible para enfrentarse a condiciones invernales impredecibles.

En lo que respecta al mantenimiento invernal, cada SSUD diseño toma en cuenta la longitud de 50 - 60 km. El vehículo del esparcidor que deja SSUD (que se encuentra en la parte central) debe llegar a la final y regresar y administrado con una carga normal de uso normal de sal por 1 metro cuadrado. La longitud es seleccionada de tal manera que la unidad no tarde más de 2 horas.

El mantenimiento de invierno se lleva a cabo según el plan de mantenimiento invernal del SSUD. La estructura organizativa garantiza que el personal de servicio y los trabajadores (incluyendo el controlador) rotan en turnos regulares. Algunos trabajadores están a la espera de servicio. La unidad de control (supervisor de turno) presenta información sobre las carreteras al centro de servicio designado por el Ministerio de Transporte en los intervalos establecidos o en las circunstancias en las que es necesario.

El RSD vigila y evalúa regularmente el mantenimiento de invierno en curso. Al final de la temporada de invierno el RSD evalúa los datos técnicos y económicos de la temporada, aportando comentarios.

3.3 Evaluación de las medidas de control de hielo y nieve

La información básica de mantenimiento invernal entre 1999 - 2008 se muestra en la Tabla 2. Primordialmente, muestra el consumo de sal, el promedio total de consumo de sal por 1 km de la autopista, el número de kilómetros recorridos en autopista y el número de kilómetros recorridos en operaciones de mantenimiento de invierno.

Tabla 2 – datos de mantenimiento invernal 1999 - 2008

seasons	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08
consumption salt-t	18,139	14,076	18,921	17,614	28,339	27,005	34,840	14,472	18,829
tonnes/km	35.6	27.2	34.7	32.3	50.2	46.0	58.0	20.6	26.0
km-check-ups	182,038	131,776	171,531	157,483	166,720	155,042	152,202	83,329	126,503
km-winter operations	327,160	250,770	362,658	276,191	489,984	436,911	583,617	239,283	333,888

The winter maintenance costs are above all the 3.4 Costes de compra de sal y operative de centros SSUD.

Si las condiciones invernales llevan a u número extraordinario de actuaciones de mantenimiento, podría afectar al mantenimiento de verano.

El mantenimiento de invierno es una sección específica, debido a que los costos dependen fuertemente de las condiciones climáticas, lo que apenas se puede predecir cuando el plan de costos está siendo preparado. Por lo tanto, es difícil de predecir importe total de los gastos de mantenimiento de invierno. Sin embargo, por otro lado, el mantenimiento invernal no puede ser restringido debido a su importancia, porque las los ahorros mal aconsejados tienen un impacto inmediato sobre el tráfico de autopistas y autovías.

Pero la dependencia de los costes de mantenimiento invernal de las condiciones climáticas no significa que no pueda ser eficaz desde el punto de vista económico.

La sal de deshielo es adquirida por concurso. Cuando se cumplen las condiciones preliminares, el costo decide. Los costos se determinarán de forma individual para cada trimestre, y el SSUD debe incluir todas las tasas de aduana y transporte en sus costes. Por consiguiente, los costes varían para cada SSUD y para el trimestre del año en el que se compra la sal.

En el segundo y tercer trimestre los costes son un 10% más bajos que en el primer y cuarto trimestre. Por lo tanto, parece que comprar sal en la temporada de verano es la forma más sencilla de ahorro. Sin embargo, la capacidad limitada de los almacenes y la posibilidad de caer en adquisición innecesaria de suministros que no se acaben por usar en caso de inviernos suaves son factores en contra esta estrategia.

Existe la posibilidad de compra con antelación en la temporada de verano, con la posibilidad de contratación de sal en invierno. Los contratos de suministros se emiten de forma que la organización puede adquirir sólo la cantidad que corresponda a las necesidades reales y la situación financiera.

La dosificación precisa de sal tiene una importante influencia en su consumo. Es importante utilizar mecanismos que sean fiable en la dotación declarada. No se trata sólo del aspecto económico, sino también seguridad en el tráfico.

Los costes de mantenimiento de invierno son casi independientes de cualquier planificación. Debido a que estos fondos proceden del plan total, en el caso de los inviernos duros hay escasez de fondos para el verano. Si los fondos se asignan en función de un cierto nivel de mantenimiento, podría ocurrir un despilfarro de fondos. Ese punto, después del primer trimestre y con información del pasado invierno se trata, por tanto, del momento ideal para planificar. De acuerdo con la planificación a largo plazo la cantidad óptima de recursos financieros es de alrededor de 50 millones coronas checas por año.

3.4 Información y seguridad de tráfico

El mantenimiento está, ante todo, basado en:

- a)** monitoreo permanente de las condiciones climáticas y su desarrollo potencial en las distintas secciones de carretera; ...
- b)** recolección de información de los usuarios, la policía, los demás administradores, etc. ;
- c)** vigilancia estaciones meteorológicas y sensores los datos;
- d)** asesoramiento especializado de la estaciones de trabajo Meteorológico.

El impulso básico para inicio inmediato de las operaciones (qué se extiende, uso de cuchillas, etc.) es la precipitación y su intensidad.

La precipitación puede ocurrir en forma de lluvia, nieve, escarcha o lluvia helada. El momento del comienzo de las operaciones es muy importante y, si es posible, es especialmente recomendable su inicio con antelación. Esto sucede a menudo, y son decisiones que se basan en la experiencia del supervisor. Las circunstancias de intervención, niveles y situaciones difícilmente pueden ser determinados por reglamentos técnicos. Los niveles de intervención se establecen de acuerdo a lo que público y personal de mantenimiento general considera que no es una calidad del firme de la carretera segura. En el mantenimiento de invierno, los eventos más difíciles son aquellas situaciones en las que el cambio en la carretera no es aparente (escarcha, hielo negro) y además se producen localmente y muy rápido.

En la Tabla 3 se detallan los problemas y situaciones que dan lugar a intervenciones para paliarlas.

Tabla 3 – Problems and solutions

Problema	Afecta a	Situación de intervención	Condición de retorno
Nieve	Seguridad y fluidez de tráfico	Inicio de la situación	condiciones de origen
Frost, ice	Seguridad y fluidez de tráfico	prevención, si es posible. Inicio de formación	condiciones de origen
Drizzling, rain	Seguridad y fluidez de tráfico	Inicio de la situación	condiciones de origen

Recientemente, más y más a menudo las necesidades ecológicas y tecnológicas son de aplicación. Algunos de los requisitos ecológicos son la protección de aguas subterráneas, la vegetación a ambos lados de las carreteras protección o calidad de la preservación de los suelos. Para garantizar una adecuada calidad del mantenimiento de invierno es necesario armonizar una serie de asuntos administrativos, sociales, organizativos, distribución y las operaciones de reparación. Es necesario considerar las condiciones climáticas y geográficas a la vista de temporadas anteriores.

El administrador siempre es criticado por prever insuficiente servicio de emergencia, operaciones finales y también del hecho de que él podría utilizar los diferentes métodos para evitar daños y lesiones.

4. I+D+I y estudios de mejora de la vialidad invernal

Representantes de la República Checa han tomado parte en la solución de proyectos europeos de investigación como:

- COST 343: Reducción de los cierres de carreteras de pavimento mejorado Procedimientos de mantenimiento.
- COST 353: Servicio de invierno- estrategias encaminadas a aumentar la seguridad vial, etc. De esta forma, la transferencia de conocimiento más reciente y las nuevas tecnologías para el mantenimiento de invierno están aseguradas.

4.1 Sistema de alerta y comunicaciones

El principio de este sistema es el de simplificar al máximo las informaciones relativas a probable desarrollo del tiempo y condiciones del asfalto para el operador. La información está dirigida a la zona de responsabilidad del operador, es decir, es relevante para una zona determinada de la red vial. Los datos de la carretera, las estaciones meteorológicas y las otras fuentes utilizadas hasta el momento están todavía disponibles dando la posibilidad de un análisis detallado y facilitando la evaluación de la información.

Esta nueva solución se mueve desde un análisis detallado de datos meteorológicos, para proporcionar información clara y sintetizada en forma gráfica por una supuesta conducta de una red de carreteras en los próximos (alrededor de seis horas. Así se asegura de que un empleado con un menor nivel de cualificación o experiencia puede utilizar este módulo de software sin impactos negativos sobre la calidad mantenimiento de invierno.

El objetivo de este sistema es predecir correctamente las condiciones futuras de la acera en función de las condiciones meteorológicas previstas, pero no para determinar la forma y la intensidad del invierno trabajos de mantenimiento. Pardubice región fue la primera zona de pruebas de este sistema.

La región de Pardubice fue la primera zona de pruebas de este sistema.

Las aportaciones de este sistema son:

- datos meteorológicos (CHMI, carretera estaciones meteorológicas);
- mapas térmicos;
- conocimiento y experiencia en información
- datos geográficos;

- datos técnicos de pavimentos;
- datos sobre trabajos de mantenimiento. Las salidas de este sistema son:
- superficie de la carretera mapa térmico;
- superficie de la carretera mapa de la situación.

Un ejemplo de la salida gráfica del sistema se presenta en Imagen 3.



Imagen 3

5. Referencias

Czech Republic - the official website. operator: Ministry of Foreign Affairs

Roads and Motorways in the Czech Republic 2007. Road and motorway directorate of the Czech Republic (RSD), 2007

Motorways Management and Maintenance in the Czech Republic. Winter Management and Maintenance Regime. RSD 2004

Procedure for winter maintenance of motorways and expressways, RSD 2007

Dispatching module of winter management of communications (MDSS). Cross Zlin, 2008

Webs:

www.rsd.cz

www.ceskedalnice.cz



SUECIA



1. Demografía y carreteras

Área	Total	410.929 km ² Principalmente bosques 8% campos, 9% lagos y ríos, 3% ciudades
Población	Total	9,3 millones
Carreteras	Total transitable en coche	420.000 km
- Longitud	Abierto al público	210.000 km
- vehículo km	Carreteras estatales Incluyendo autopistas	98.400 km, 50.000 millones de km/ vehículos 1.800 km
	Vías ciclistas estatales	2.200 km (incierto)
	Carreteras municipales	40.000 km, 25.000 millones de km/ vehículos
	Vías ciclistas municipales	11.000 km (incierto)
	Carreteras privadas (Subvencionadas)	75.000 km
Número de vehículos	Coches privados	4,3 millones
	Total vehículos carretera	4,8 millones
Latitud (capital)	59 ° 20' Norte	Suecia abarca casi de 55–70° N

latitudes (entre 55 ° y 70 ° Norte). En el sur de Suecia, el período de invierno es de unos cuatro meses y en el norte de Suecia, de cerca de siete meses.

En un escenario de cambio climático, la temperatura podría aumentar hasta en 5 °C durante el invierno, en las zonas costeras del norte el aumento podría ser de uno o varios grados más y en las zonas costeras del sur, de uno a varios grados menos.



División de Suecia en cuatro zonas climáticas

2. Clima

Todos los datos estadísticos se calculan para un período de 30 años en el Instituto Sueco de Meteorología e Hidrología (ISMH). Los años entre 1990-2005 han sido más calurosos que en la tabla. En los países de forma alargada en dirección norte-sur la temperatura difiere considerablemente en el sur en comparación con las regiones del norte.

La Corriente del Golfo hace que éste país sea mucho más cálido que otros en diferentes partes del mundo en las mismas

	Nevadas en cm durante 1961–1990		
	Nevadas máximas diarias	Profundidad máxima de la nieve	Profundidad acumulada de nieve
Kiruna	26	132	243
Luleå	30	111	233
Östersund	31	100	251
Estocolmo	27	60	153
Göteborg	28	52	131
Jönköping	27	102	225
Malmö	26	38	113

Temperatura diaria mínima (°C). Media 1961-1990

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
-4.6	-12.2	-13.7	-18.8	-17.6	-13.9	-8.0
-0.6	-8.0	-14.3	-17.0	-16.0	-11.2	-4.0
1.2	-4.9	-9.6	-12.8	-11.6	-7.7	-2.7
5.3	0.7	-3.2	-5.0	-5.3	-2.7	1.1
6.5	2.1	-1.4	-3.2	-3.5	-1.0	2.4
3.1	-1.2	-5.1	-6.6	-7.3	-4.6	-1.1
6.7	2.8	-0.8	-2.5	-2.5	-0.5	2.4



3. Gestión de la vialidad invernal

3.1 Normas y disposiciones

Mandato legal

Según la Constitución sueca, la Administración de Transporte de Suecia (ATS) es responsable del sistema de transportes por carretera y debe trabajar para lograr los objetivos de la política de transportes. La ATS debe también trabajar para garantizar que el sistema de transporte por carretera está disponible, sea accesible y eficaz y que contribuya al equilibrio regional. La ATS debe trabajar para adaptar y diseñar el sistema de transporte por carretera, según criterios basados en el medio ambiente y la seguridad vial. En un párrafo del 'Estatuto de carretera' se indica que la gestión de carreteras incluye la retirada de la nieve y el hielo, y tomar acciones en contra del deslizamiento en un grado tal que la carretera se mantenga accesible al tráfico existente, tanto para vehículos como peatones

Clasificación de las carreteras según su nivel de servicio invernal

La vialidad invernal en las carreteras estatales en Suecia se desarrolla según la 'Descripción General Técnica de los niveles de servicio de funcionamiento de carreteras durante el invierno. Invierno 2003' (VV Publ 2002:147 y 148).

Definiciones

Instalaciones en carretera

Una instalación en carretera se refiere a una superficie auxiliar donde un vehículo puede ser estacionado fuera de la carretera.

Fricción

El coeficiente de fricción se determinará de acuerdo con las especificaciones de métodos 110:2000 de la Administración Sueca de Carreteras Nacionales (SNRA), Medición de la fricción en las superficies de carretera en invierno. (Mediciones retardadas con Coralba o similar).

Irregularidades

La irregularidad en carreteras con hielo grueso o una capa de nieve compactada se medirá con una larga regla de 60 cm. Esto se aplica en las direcciones longitudinal y transversal de la carretera y también en una carretera estatal contigua. La regla deberá descansar sobre dos puntos cresta o entre una cresta y la superficie de la carretera, con lo cual la medición se toma en ángulo recto a la regla.

Espesor de nieve

La profundidad de la nieve se calculará como un valor promedio en un área que es de 1,0 x 1,0 metros. Cada cm de lodo se calcula como 2 cm de nieve suelta.

Materiales fundentes / anticongelantes

El NaCl (sal gema o marina) es la única sal que se usa como fundente / anticongelante. El NaCl debe tener un 97% de pureza y no debe contener más de 100 g de cianuro de potasio o sodio férrico por tonelada de NaCl. Se especifica una curva granulométrica y un tamaño máximo permitido de grano de hasta 4 mm.

El material usado normalmente para la fundición mecánica del hielo es arena, de 0-8 mm, mezclada con aproximadamente un 2 por ciento de su peso en sal. En carreteras con límites de velocidad superiores a 70 km / h el tamaño de grano máximo permitido es de 4 mm. La sal se añade principalmente para facilitar el almacenamiento de la arena en frío y en parte para mejorar su adherencia y durabilidad.

Desde hace varios años, sobre todo en las zonas urbanas, se utilizan áridos de piedra triturada, por lo general de la fracción 2-5 mm. El árido de piedra triturada, de la fracción de 2 - 4 mm, se utiliza para caminos peatonales y vías ciclistas. No se necesita ninguna adición de sal.



Niveles de estándar

La elección del nivel de estándar para una determinada red de carreteras se realiza de acuerdo a las siguientes recomendaciones dadas en la descripción técnica:

Flujo de tráfico, IMD	Niveles estándar invernal
≥ 16.000	1
8.000 – 15.999	2
2.000 – 7.999	3
500 – 1.999	4
< 500	5

Niveles estándar 1–3

Elementos transversales	Requisitos durante la precipitación / tiempo de respuesta después de la precipitación				
	Valor de activación		Tiempo de acción en horas		
	Nevada	Lluvia			
	Espesor de nieve suelta (cm)	Fricción (m)	Nivel de estándar		
			1	2	3
Carril de tráfico	1	0.30	2	3	4
Arcén lateral	1	0.25	4	6	8
Instalaciones en carretera	1	0.25	4	6	8

Elementos transversales	Requisitos en tiempo seco cuando el tiempo de respuesta después de la precipitación ha expirado			
	Temperatura de la superficie de la carretera			Uniformidad (cm)
	Coeficiente de fricción más cálido que -6 °C	Coeficiente de fricción de -6 °C a -12 °C	Coeficiente de fricción más frío que -12 °C	
Carril de tráfico	Libre de nieve y hielo	0.35	0.25	1.5
Arcén lateral	0.25	0.25	0.25	1.5
Instalaciones en carretera	0.25	0.25	0.25	1.5

Niveles estándar 4–5

Elementos transversales		Requisitos en tiempo seco cuando el tiempo de respuesta después de la precipitación ha expirado							
		Valor de activación				Tiempo de activación			
		Espesor de nieve suelta (cm)		Coef. De fricción (m)	Uniformidad (cm)	Espesor de la nieve / fricción horas		Uniformidad horas	
		Nivel de estándar				Nivel de estándar		Nivel de estándar	
		4	5			4	5	4	5
Carril de tráfico		2	3	0.25	1.5	5	6	48	72
Instalaciones en carretera		2	3	0.25	1.5	8	8	48	72

Elementos transversales	Requisitos durante la precipitación / tiempo de respuesta después de la precipitación				
	Valor umbral			Tiempo de acción en horas	
	Nevada	Lluvia			
	Espesor de nieve suelta (cm)	Coef. De fricción (m)			
	Nivel de estándar			Nivel de estándar	
	4	5	4	5	
Carril de tráfico	2	3	0.25	5	6
Instalaciones en carretera	2	4	0.25	8	8

Nivel de estándar “alto” y “normal” para aceras, vías ciclistas y paradas prioritarias de autobús

Requisitos en tiempo seco cuando el tiempo de respuesta después de la precipitación ha expirado					
Valor de activación		Tiempo de acción / fricción en horas		Tiempo de acción / uniformidad en horas	
Fricción	Uniformidad	Clase estándar		Clase estándar	
Coef. De fricción (m)	(cm)	Alta / P	Normal	Alta / P	Normal
0.30	1	1	2	2	4

Elementos transversales	Requisitos durante la precipitación / tiempo de respuesta después de la precipitación				
	Valor umbral		Tiempo de acción en horas		
	Nevada	Precipitación	Clase estándar		
	Espesor de nieve suelta (cm)	Coef. De fricción (m)	Alta/P	Normal	
Carril de tráfico	2	0.30	2	4	

Nueva estrategia para la reducción del uso de sal en la vialidad invernal desde 2004

La gestión invernal respetuosa con el medio ambiente garantizará a la Administración de Transporte de Suecia (ATS) una alta accesibilidad a la red de carreteras y la seguridad vial mientras minimiza el uso de sal en la vialidad invernal de tal manera que satisfaga las demandas de los ciudadanos y la comunidad empresarial. La estrategia utilizada por la ATS deberá ser compatible con las normas ambientales vigentes y con su ambición de ser un gestor vial eficiente con conciencia ecológica que antepone al cliente por delante de todo.

La ATS ha trabajado activamente durante los últimos 20 años para limitar el uso de sal en las carreteras en la vialidad invernal. Una comisión de investigación llamado MINSALT formuló a principios de 1990 unas recomendaciones:

- Las carreteras con menos de 2.000 IMD no deben ser tratadas con sal, excepto durante el otoño y la primavera.
- Se debe aumentar el uso de salmuera, especialmente para acciones preventivas.
- Hay que mejorar el pronóstico del tiempo.
- Se deben mejorar los equipos destinados a la retirada de nieve y control del hielo.

Aunque no todas las recomendaciones se han aplicado plenamente en todas las partes del país, el consumo total de sal en Suecia puede considerarse bajo desde un punto de vista internacional, pero todavía hay razones para creer que se puede reducir más. Ejemplos de otras medidas adoptadas en los últimos años incluyen la protección física de las fuentes de agua especialmente vulnerables.

Objetivos

Consumo de sal

El objetivo es mantener una alta accesibilidad a la red de carreteras y la seguridad vial y reducir al mínimo el uso de sal. Se puede utilizar un índice de sal para medir el cumplimiento del objetivo. Durante la temporada 2006/2007 de invierno y los años siguientes, ninguna zona de operaciones debe tener un índice superior a 1,0 (ver 3.3).

Agua

El objetivo es reducir y finalmente eliminar el impacto negativo palpable de la sal de la carretera en las grandes fuentes de agua que abastecen a más de 50 personas.

3.2 Organización y funcionamiento de la vialidad invernal

Organización

En 1991, el Gobierno sueco aprobó que el diseño y la construcción de nuevas carreteras, así como todas las operaciones de mantenimiento de carreteras y obras en la red de transporte por carretera del estado, iban a ser contratadas a través de licitación pública. Esto implicó cambios importantes en la ATS. Tras haber sido una agencia tradicional del gobierno central, ejerciendo la función de autoridad pública y al mismo tiempo acometiendo la construcción y mantenimiento de obras en su red, la ATS fue dividida en una organización cliente / contratista. Además, se estipuló que la rama responsable de la contratación de la organización tenía que funcionar como una empresa privada, es decir, que iba a ser objeto de condiciones competitivas en el mercado abierto además de tener que mostrar un beneficio a su propietario.

Requisitos

Coordinación

El contratista deberá planificar y coordinar sus trabajos con los que se realizan en las áreas adyacentes para garantizar la continuidad de las condiciones de la calzada. Se establecerá contacto con los contratistas en las zonas adyacentes para coordinar la retirada de la nieve y las medidas de control del deslizamiento.

Nivel de servicio

Los requisitos deben cumplirse siempre, salvo cuando las condiciones meteorológicas son tan graves que resulta imposible cumplir con los plazos de ejecución. Se notificará al cliente (ATS) cuando se den estas condiciones meteorológicas tan severas.

Acciones operativas

El barrido y la recogida de la arena se llevarán a cabo de modo que ni los usuarios de las carreteras ni los alrededores sea vean afectados por polvo.

Formas de pago

La forma de pago utilizada en la actualidad es el pago a precios unitarios basados en las estadísticas de los datos meteorológicos. A fin de reducir el consumo de sal existe un sistema de prima y multa.

Finanzas

El veinticinco por ciento de la asignación de la ATS para el mantenimiento y las operaciones de la carretera, un total de casi 1.800 millones SEK (220 millones \$ USA) se destinan a la limpieza de nieve, control de deslizamiento y otras obras de vialidad invernal. De esta cantidad, aproximadamente el 50% son costes fijos, es decir, para momentos de espera, estaciones de camiones, instalaciones de almacenamiento, etc.

En Suecia hay 132 áreas con contratos de mantenimiento, que cubren las carreteras estatales. Las áreas con contratos de mantenimiento comprenden entre 600 y 1.000 kilómetros de carretera. Este tamaño ha demostrado ser suficiente para ser económicamente viable para los contratistas. Hay en total 2.600 máquinas quitanieves contratadas, lo que da una media de 37,7 km por máquina quitanieves. Además, se utilizan también mototraíllas y tractores agrícolas. Los tractores agrícolas se utilizan principalmente en caminos peatonales y ciclistas.

Situación competitiva

En 1992 se produjeron las primeras adquisiciones competitivas de rutinas básicas de mantenimiento. Desde ese año, la adquisición competitiva de las obras de mantenimiento y operaciones se ha incrementado de manera constante y desde 1999 el 100% de la red vial está bajo licitación. Hay básicamente

cuatro contratistas que compiten por contratos de carreteras en Suecia. A principios de 2009, la división de los contratistas por km era; Svevia (de propiedad estatal) 58%; Skanska, 10%; NCC, 15%; PEAB, 14%; y otros, 3%. En las partes más al norte y sur de Suecia, un par de pequeños contratistas han logrado entrar en el mercado, después de haber sido adjudicados con un total de cuatro áreas.

3.3 Asesoramiento de las medidas de control del hielo y la nieve

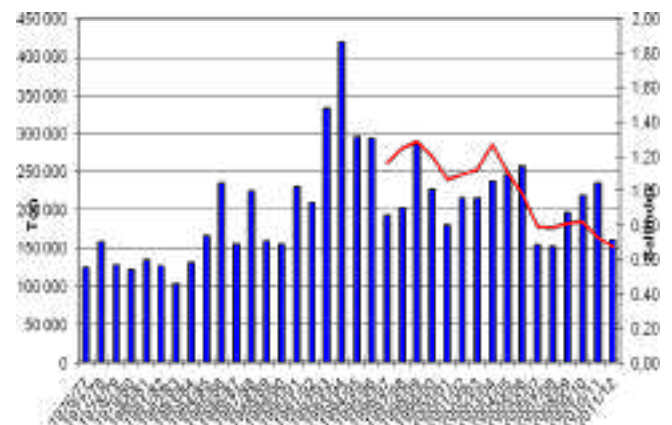
Índices invernales

Durante los últimos años se ha iniciado un trabajo experimental para el cálculo de una serie de índices invernales a partir de situaciones meteorológicas. Los valores medios se calculan para cada mes y para cada región. Estaciones representativas RWIS y datos meteorológicos a escala MESAN se eligen para cada contrato y se les dan valores para región de la ATS.

El índice de clima describe el número de ocasiones en que hay deslizamiento, nieve y nieve acumulada, respectivamente.

El índice de sal describe el consumo de sal real (kg / km) en comparación con la utilización recomendada de sal (kg / km) para cada tipo de situación meteorológica. Un valor > 1 significa más sal de la recomendada y un valor < 1 significa menos sal de la recomendada.

Consumo de sal e índice de sal en las carreteras nacionales



Educación y formación

Todos los supervisores, es decir, los que toman las decisiones sobre las acciones de mantenimiento invernal, deben tener una cierta educación y formación impartida por el Centro de Formación y Desarrollo del Sector de la Carretera

Provisión de la información meteorológica

Estaciones de campo RWIS

Suecia tiene cerca de 800 estaciones de campo en todo el país conectadas a RWIS. Las estaciones están equipadas con sensores para la medición de aire y la temperatura de la superficie de la carretera, la humedad, la cantidad y tipo de

precipitación y el viento. También se calcula y da información de la temperatura del punto de rocío para cada estación. Algunas estaciones también están equipadas con cámaras.

Información meteorológica

Durante la temporada de invierno (1 octubre-30 abril), el Instituto Sueco de Meteorología e Hidrología (ISMH) proporciona información de radar y satélite las 24 horas del día a las RWIS. Cada media hora, las imágenes de la red de radares nórdicos se distribuyen en diferentes escalas al ordenador central de los sistemas RWIS.

Desde el satélite geoestacionario Meteosat y el satélite orbital NOAA se envían imágenes meteorológicas codificadas al menos cada hora al sistema RWIS.

Los mapas del tiempo con comentarios se actualizan dos veces al día, a las 01:00 y las 13:00 horas. Previsiones especiales de nubosidad especial diaria y nocturna se producen mediante un modelo combinado de estadística y energía que cada hora predice la temperatura de la superficie de las dos horas siguientes.

Internet

La información recogida de las estaciones de campo y del ISMH se recoge y se compila en un centro de información en la sede central de la ATS, y luego puede ser obtenida a través de Internet. (Véase el ejemplo de www.trafikverket.se)

Mediciones de la eficiencia

Interna

Tanto el ATS como los municipios realizan el seguimiento del consumo de sal y abrasivos.

Externa

El ATS realiza anualmente una encuesta para valorar la satisfacción del usuario de la vía con el mantenimiento invernal. Los usuarios de la carretera se dividen en dos categorías: los conductores particulares y profesionales.

Condiciones de la carretera

En la región más al sur de Suecia las carreteras más grandes tienen hielo y condiciones de nieve alrededor del 5% del tiempo de invierno (4 meses), y las carreteras más pequeñas, el 40%. Arriba, en la región norte, las cifras correspondientes son del 20% y 70-80% cuando el invierno es de 7 meses de duración.

Impacto ambiental

La mayor parte de la sal de deshielo utilizada en las carreteras será evacuada de la carretera con la escorrentía o será depositada a algunas decenas de metros, pero existe una cierta cantidad que podrá ser transportada lejos de la carretera. El

patrón de deposición depende de: la cantidad de sal utilizada, la intensidad, el tipo y velocidad del tráfico, el tipo y cantidad de precipitación, la dirección y velocidad del viento.

El ión sodio participa en reacciones de intercambio iónico y es, hasta cierto punto, absorbido por la tierra y las aguas subterráneas, mientras que el ión cloruro es estable y altamente soluble. Ya que el ión cloruro no se absorbe o degrada se convierte en un buen marcador. Si el cloruro procedente de la sal de deshielo se puede encontrar en un pozo o en agua de superficie existe un riesgo sustancial de que otros contaminantes también puedan estar presentes. Se ha observado un aumento de las concentraciones de cloruros en los suministros municipales de agua y pozos privados cercanos a las carreteras. Por otra parte, se ha observado que la concentración de cloruro en los lagos de Suecia tiene picos de concentración durante la primavera. La exposición de la carretera a la sal de deshielo puede cambiar la composición de las especies de la vegetación y también influye en las condiciones de crecimiento y apariencia estética de los árboles. Otros contaminantes de la carretera y el tráfico relacionados sobre todo con la vialidad invernal son los metales de la corrosión de los vehículos, el desgaste de las superficies de la carretera y los neumáticos. El miedo a las partículas sueltas por desgaste se ha incrementado en la última década.

3.4 Seguridad vial e información

Información a los usuarios de carreteras

Todos los centros de operaciones tienen que informar al menos 3 veces al día al CIT (Centro de Información de Tráfico) y también cada vez que hay un cambio en el estado de la carretera (por ejemplo, tras realizar una asistencia). Después, la información se distribuye desde el CIT de diferentes maneras:

- Radio: emisoras de radio locales reciben información del CIT
- Periódicos
- Internet: Se puede encontrar un mapa que muestra las condiciones actuales de la carretera en la página principal del ATS (véase el ejemplo de www.trafikverket.se)
- RDS-TMC para los datos de estado de las carreteras en tiempo real para los navegadores del coche, etc.
- Los usuarios de las carreteras pueden también conseguir información mediante las apps.

En algunos lugares hay señales de tráfico que muestran la temperatura de la superficie y la temperatura del aire.

Seguridad vial

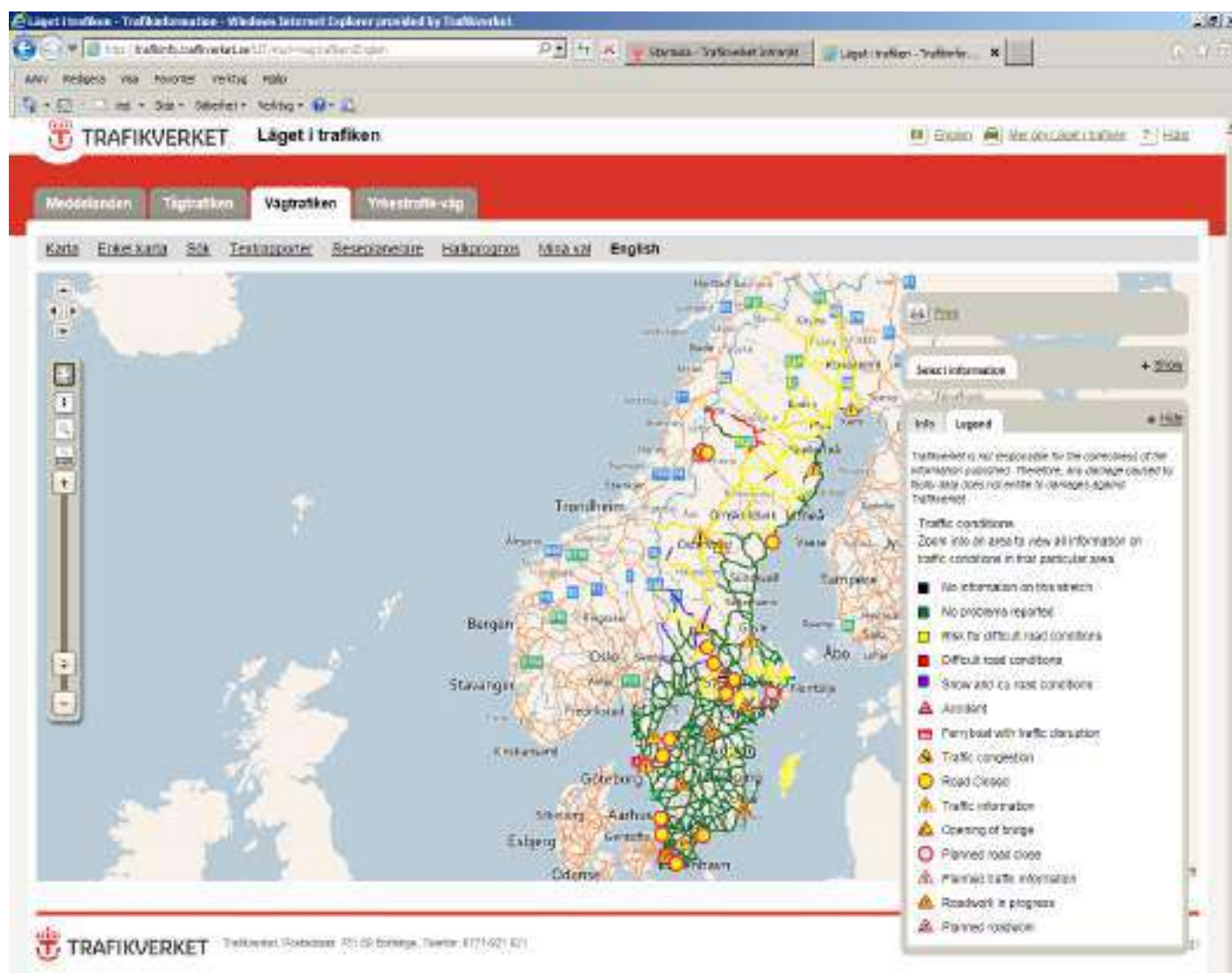
La velocidad y la adaptación desempeñan papeles importantes por lo que atañe a accidentes que se producirán bajo una condición particular de la carretera o fricción. Para parar un coche privado en carreteras cubiertas de hielo o nieve en más o menos la misma distancia que en una

carretera limpia, el coche tiene que estar viajando a la mitad de la velocidad. La adaptación de los conductores suecos a las condiciones de hielo y nieve es, sin embargo, mucho menos costosa. Con una combinación de mal estado de la carretera y mala visibilidad (por la caída de nieve) las reducciones de velocidad son aproximadamente del 25%, pero cuando hay sólo hielo o nieve, la reducción de la velocidad es a menudo de entre el 10% y el 20%.

Las personas que conducen bajo diferentes condiciones viales, donde la fricción varía debido a las diferentes condiciones de la carretera, han demostrado que es la apariencia de la carretera y no la adherencia a la carretera la que determina el mantenimiento de la velocidad. Este hecho ha sido observado tanto en un simulador como en la carretera. Se han realizado estudios y pruebas en simuladores de conducción para determinar la mejor manera de informar a los conductores y

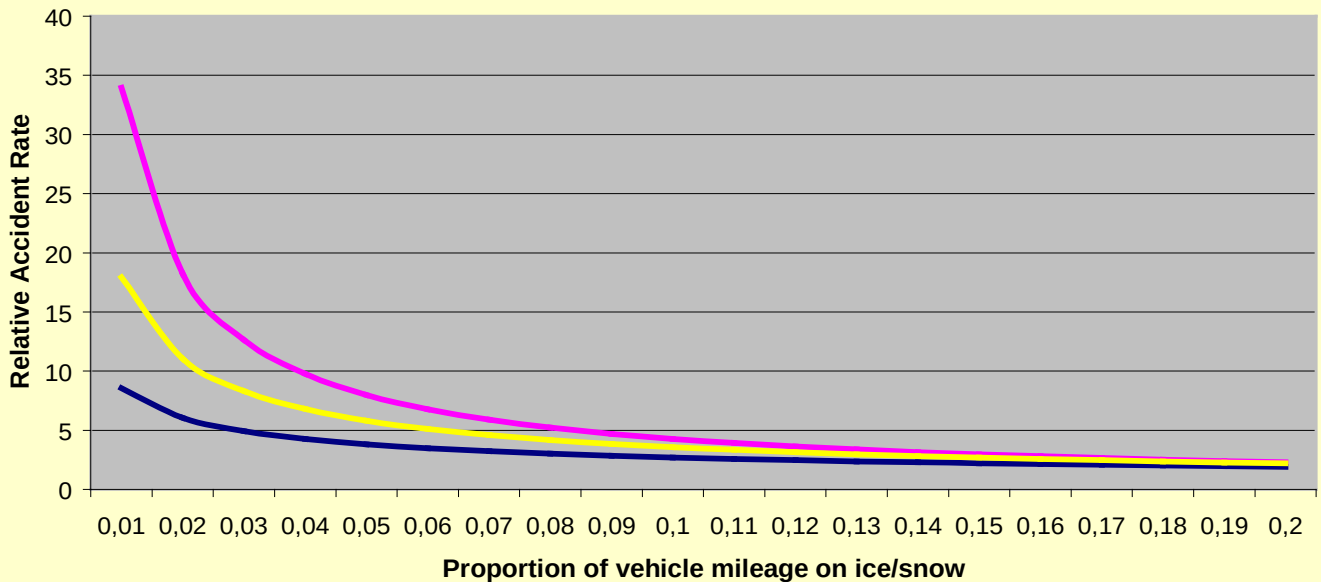
conseguir la mejor adaptación de la velocidad a la fricción. La velocidad recomendada mostrada en los paneles conduce a una velocidad más baja y mayores avances.

El riesgo de accidentes se estima como el número de accidentes registrados por la policía por millón de kilómetros recorridos por vehículo y se conoce como la tasa de accidentes. Las tasas de accidentes pueden calcularse ya sea como un valor absoluto o como un riesgo relativo a una carretera limpia y seca en invierno. En general, una carretera con hielo o nieve tiene alrededor de entre 3-30 veces una mayor tasa de accidentes de tráfico de vehículos que la de una superficie limpia y seca. La condición de hielo negro en la carretera es la más peligrosa. También se puede calcular la tasa de accidentes como una función de la frecuencia de ocurrencia de una condición determinada de la carretera durante la temporada de invierno.



Ejemplo procedente de www.trafikverket.se de las condiciones en tiempo real de la carretera

Accident Rate Relative to Dry, Bare Road, whole of Sweden



Accidentalidad frente a una superficie seca y limpia para varias proporciones de millas recorridas por el vehículo sobre hielo / nieve durante un invierno

Las tasas de accidentes en condiciones heladas y nevadas de las carreteras tienen una relación exponencial con la proporción de millas totales recorridas por el vehículo durante la temporada de invierno, realizadas en el estado actual de la carretera (véase el gráfico anterior).

Para estudiar el efecto del invierno en las condiciones de la carretera, el período de invierno se divide en cortos períodos de pre y post-invierno y con una larga temporada de invierno medio entre ambos. La tasa de accidentes durante el pre-invierno no es más alto que durante el post-invierno. Esto indica que no son los primeros fenómenos de deslizamiento durante el período de invierno los causantes de muchos accidentes sino las condiciones inusuales con hielo y nieve las que sorprenden a los conductores.

Equipamiento de los vehículos

Desde 1999 los automóviles, camiones ligeros y autobuses con un peso total de hasta 3,5 toneladas tienen que disponer de neumáticos de invierno o equipamiento equivalente durante el período que abarca del 1 diciembre a 31 marzo, cuando aparecen las condiciones de vialidad invernal (superficie resbaladiza). Está permitido el uso de neumáticos con clavos del 01 de octubre al 30 de abril.

Un estudio de seguimiento mostró que este requisito condujo a una disminución de los accidentes con heridos graves y víctimas mortales de entre el 11% y el 14% en carreteras heladas y nevadas. El intervalo depende de si se asume que

el requisito también tiene un efecto sobre superficies limpias. En todas las condiciones de carreteras durante todo el período de invierno la reducción fue del 8%. Estas reducciones no son estadísticamente significativas en el nivel de riesgo del 5%.

Los sistemas ABS (sistema antibloqueo de frenos) y ESC (control electrónico de estabilidad) proporcionan la aceleración y / o la fuerza de frenado de tal manera que el neumático no se queda bloqueado y el agarre tangencial se utiliza siempre completamente hasta su límite. La reducción de accidentes en Suecia debida al sistema ESC es significativa para accidentes graves y fatales del tipo de pérdida de control en carreteras cubiertas de hielo o nieve, con una eficacia del $49,2 \pm 30,2\%$. Se estimó que para Suecia, que tiene un total de 500 muertes relacionadas con vehículos al año, se podría reducir el número de víctima entre 80 y 100 si la totalidad de los vehículos dispusiera de un sistema ESC.

Peatones

Cuando la calzada está resbaladiza el riesgo de lesión es mayor para los peatones que para los automovilistas. Cuando el hielo / nieve se encuentra en aceras el riesgo de lesión es aproximadamente 8 veces mayor que cuando la la pisada se efectúa directamente sobre la superficie libre de elementos.

Elementos de la carretera

En Suecia son comunes las carreteras con un ancho total de 13 m. Cuando se construyeron, se ejecutaron con 2 carriles de 3,5 m de ancho cada carril y amplios arcones. Estas carreteras suponen un riesgo muy elevado de accidentes y algunas de ellos se cambiaron a 2 carriles con un ancho de 5 m cada uno.

Pero se obtienen mejores resultados con la utilización estándar de barreras de protección de la carretera. A menudo se utilizan 1 carril en una dirección y 2 en el otro (calzadas separadas por barreras de seguridad). El número de carriles en un solo sentido cambia en las intersecciones. Esta norma dio lugar a una disminución significativa de accidentes graves. Las muertes se han reducido a 9 en lugar de las 60 estimadas en carreteras sin barreras de protección y las lesiones severas han tenido una disminución del 50%.

4. Investigación y estudios en curso para mejorar la vialidad invernal

Existe actualmente un proyecto en marcha que tiene como objetivo crear un Modelo Invernal (Sistema de Gestión de Mantenimiento invernal= WMMS). Se inició en el año 2001 y la primera versión del modelo será utilizada por el ATS en 2009. El modelo incorpora los efectos de diferentes condiciones viales sobre los usuarios de la carretera, los gestores de mantenimiento de carreteras y la sociedad en general. Se llevan a cabo cálculos socioeconómicos y se propone el mejor nivel posible de vialidad invernal.

La condición de la carretera es crítica en términos de los efectos obtenidos. Por tanto, el modelo del estado de las carreteras juega un papel fundamental en el modelo invernal. ¿Cuál es el impacto del tiempo, el tráfico y las diversas acciones sobre el estado de las carreteras? ¿Qué efectos y costes están involucrados en las diferentes condiciones de la carretera? Hay tres pasos para crear un modelo del estado de las carreteras:

Descripción teórica a partir de procesos físicos.

- Estudios empíricos donde el clima, el tráfico y las acciones están relacionadas con las observaciones y mediciones en el campo.
- Desarrollo del modelo donde se reúnen los diversos factores en un modelo general.

Efecto ambiental



Los efectos de la exposición a la sal de la carretera aparecen primero en la vegetación próxima a la carretera y en las aguas subterráneas.

La parte ambiental del Modelo Invernal describe a través de una serie de subsistemas, la relación entre:

- la acción y su exposición
- la exposición y condiciones ambientales
- las condiciones ambientales y sus consecuencias
- las consecuencias y sus costes ambientales

Otros submodelos importantes darán información sobre accidentes, la duración del viaje y los costes del vehículo para diferentes vialidades invernales y también los costes para la administración de carreteras.

5. Referencias

- Carl Magnus Berglund. Tema Vintermodell. Nytt och kostnader för vinterväghållning. VTI notat 55-2005. Resumen en inglés.
- Bergström, A. Tema Vintermodell. Olycksrisker under för-, hög och senvinter. VTI notat 19-2003.
- Carlsson, A & Bröde, U: Utvärdering av mötesfri väg: halvårsrapport 2003:1 VTI notat 36-2004
- Friction Measurement on Winter Road Surface. SNRA Methods Specifications 110:2000
- Ihs, A. Winter maintenance in Sweden. Compiled for COST 344. VTI särtryck 351, 2002.
- Kircher, Katja. INTRO - Intelligent roads. Deliverable D2.3: Simulator study. Final report. VTI, EU-project report, 2007
- Lie, A et al The Effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) in Reducing Real Life Crashes and Injuries. Traffic Injury Prevention, 7:38-43, 2006
- Möller, S & Wretling, P. Estimate of the distribution of road surface conditions during the 1993/94 to 1996/97 winters. VTI meddelande 848, 1998. Resumen en inglés.
- Möller, Staffan. Tema Vintermodell. Vägslagsmodellen. VTI rapport 529, 2006. Resumen en inglés.
- National Environmental Programme 2002-2005. SNRA Publ nr 2001:57
- Niska, Anna. Tema Vintermodell. Olycksrisker och konsekvenser för olika olyckstyper på is- och snöväg. VTI rapport 556, 2006. Resumen en inglés.
- TRB. 7th International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology. Transportation Research Board/Circular E-C126. June 16-19, 2008. Indianapolis, USA.
- Page 159: Blomqvist, Göran & Gustafsson, Mats. Winter Model: Roadside Salt Exposure Under Different Weather Conditions.
- Page 512: Möller, Staffan. Winter Model: Road Condition Submodel.

Wallman, Carl-Gustaf. Driver behaviour on winter roads: A driving simulator study. VTI rapport 419A, 1997.

Wallman, Carl-Gustaf. Tema Vintermodell – Olycksriskmodellen. VTI notat 60-2001, 2001.

Wallman, Carl-Gustaf. Hastighet/flöde – väglag. VTI meddelande 953, 2003. Resumen en inglés.

Wallman, Carl-Gustaf et al. Tema Vintermodell: Etapp 1. VTI meddelande 958, 2004. Resumen en inglés.

Wallman, Carl-Gustaf et al. Tema Vintermodell, etapp 2. Huvudrapport. VTI rapport 531, 2006. Resumen en inglés.

Wiklund, Mats. Tema Vintermodell. Anpassning av vinterväglagsmodell till empiriska data med censurerade observationer. VTI notat 25-2006. Summary in English.

WINTER 2000 General Technical Specifications. Swedish National Road Administration. Unpublished.

WINTER 2000 In-house instructions. Head office to regional road administrations. Swedish National Road Administration. Unpublished.

WINTER 2003. Val av vinterväghållnings standard. Swedish National Road Administration VV Publ 2002: 147

WINTER 2003. Allmän teknisk beskrivning. Swedish National Road Administration VV Publ 2002: 148

VTI-notat 60-2001

Öberg, G. Effect of sanding. Traffic and friction studies. VTI Rapport 164, 1978. Summary in English.

Öberg, G. Friction and journey speed on roads with various winter road maintenance. VTI rapport 218, 1981. Resumen en inglés.

Öberg, G; Gustafson, K & Axelson, L. More effective de-icing with less salt. Final report of the MINSALT-project. VTI rapport 369 SA, 1991.

Öberg, G et al. Single accidents among pedestrians and cyclists. Andel trafikarbete på is/snöväglag under en vinter

VTI meddelande 799A, 1996.

Öberg, G; Wiklund, M & Velin, H. The effect of the winter tyre law on the use of tires and on accidents. VTI rapport 479, 2002. Resumen en inglés.

Öberg, Gudrun (editor). PIARC 2006. XII Winter Road Congress 27–30 March 2006, Torino, Italy. VTI notat 19A-2006.

Öberg, Gudrun. Tema Vintermodell. Fordonskorrosion beroende på vintervägsaltning. Kunskapssammanställning. VTI notat 24-2006. Resumen en inglés.

Öberg, Gudrun & Möller, Staffan. Hur påverkas trafiksäkerheten om restriktioner av dubbdäcksanvändning införs? Kan en förbättrad vinterväghållning medföra att trafiksäkerhetsnivån bibehålls? VTI rapport 648, 2009. Resumen en inglés.

En las siguientes paginas se puede descargar la mayoría de los informes

www.vti.se Instituto de Investigación Sueco de la Carretera y el Transporte (VTI)

www.trafikverket.se Administración Sueca del Transporte (VV)

www.smhi.se Instituto Meteorológico e Hidrológico Sueco (SMHI)



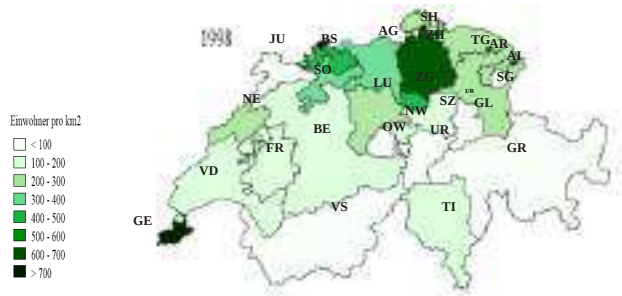
SUIZA



1. Demografía y carreteras

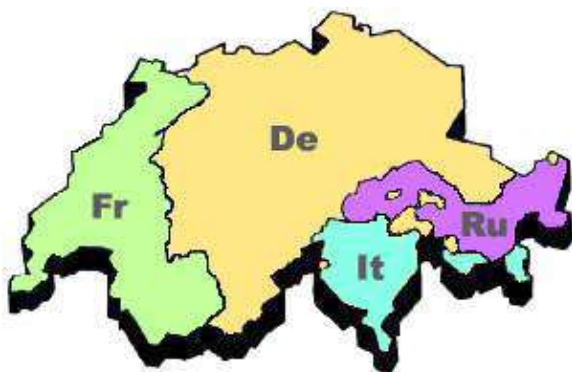
1.1 Información de país

Suiza es un pequeño (41.285 km²), país sin litoral situado en el corazón de Europa. Aproximadamente dos tercios de su superficie es montañosa. Las regiones medias, entre los Alpes y el Jura cadena montañosa está densamente poblada.



Suiza es un estado federal con 26 cantones. La capital es Berna. Zurich y Ginebra son centros financieros internacionales. Ginebra alberga la sede de varias organizaciones de las Naciones Unidas, así como otras organizaciones internacionales. Basilea es la sede de grandes multinacionales farmacéuticas.

En Suiza coexisten cuatro culturas o regiones lingüísticas: Alemán: el 64% de la población, Francés: 20 %, Italiano: 7 %, y el Rético (en algunos valles alpinos): < 1 %.



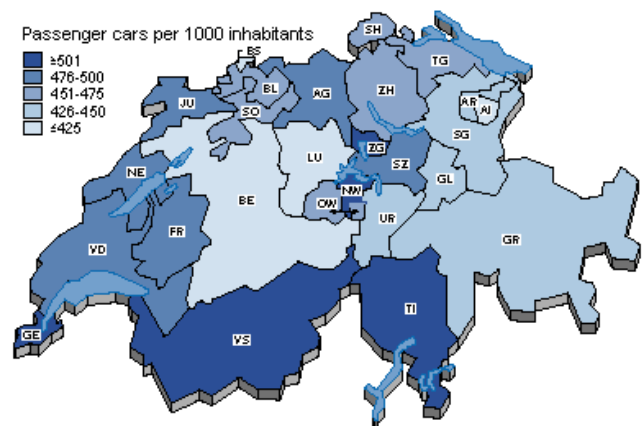
El nueve por ciento (9%) de la población habla otros idiomas. La economía se basa en el sector servicios (71%), la industria (25%) y la agricultura (4%). Los productos de exportación son: maquinaria, productos químicos, metales, relojes y productos agrícolas.

1.2 Red vial y tráfico

Carreteras	Nacionales	1,700 km
	Cantones	18,000 km
	Comunales	51,000 km
Vehículos	Utilitarios	292,329
	Turismos de pasajeros	4,147,500

La Confederación es dueña de las carreteras nacionales y tiene plena autoridad sobre las últimas. La red de carreteras nacional de Suiza, que consta de una longitud total de 1.907 km, fue definida como un conjunto en 1960. Cerca de un 90% está construido, en teoría se terminará en 2020. La construcción ahora ha dado paso a la adaptación y la revisión de la red.

Los cantones y las comunas gestionan, respectivamente, las carreteras cantonales y comunales.



El ciudadano suizo medio viaja 11.000 km en un año en vehículos privados y 2.100 km en tren. El tráfico promedio diario en las autopistas alcanza 100.000 vehículos en algunos tramos (3+3 carriles). Transporte por carretera representa el 85% del tonelaje total de mercancías. La importancia económica de la carretera es muy alta. El gobierno federal y cantonal y comunal las autoridades encargadas de las carreteras son responsables de mantener las carreteras utilizables en todo momento. Mantenimiento de invierno está en funcionamiento entre los meses de Octubre y Abril y representa un 20-25% del coste operativo anual.

2. Clima

2.1 Zonas climáticas

Cerca de un centenar de los picos de montaña en Suiza están cerca o superan los 4.000 metros de altura y hay más de 3.000 kilómetros cuadrados de glaciares. Los bosques ocupan aproximadamente una cuarta parte del país.

El clima varía según la altitud. Se pueden distinguir cuatro áreas climáticas:

Jura

El Jura es una cadena montañosa en la parte noroeste del país. El pico más alto alcanza los 1.300 metros.



Prevalecen las altas precipitaciones, frecuentemente acompañadas por fuertes vientos. El clima en invierno es duro. Las precipitaciones medias entre 120 y 180 cm por encima de 140 a 160 días de precipitación al año. Fuertes vientos alcanzan velocidades máximas de hasta 140 km/h y 210 km/h en las cimas de las montañas. En invierno, son frecuentes los ventisqueros.

Zonas medias

Más de dos tercios de la población vive en la región entre el Jura y los Alpes. Todas las grandes ciudades se encuentran en esta región. La altitud varía desde los 300 a los 700 metros.



Predomina una distribución equilibrada de las precipitaciones. La cantidad de nieve varía de invierno en invierno y la niebla es un fenómeno frecuente. Las precipitaciones medias varían

entre 90 y 140 cm durante unos 120 a 140 días por año. Fuertes vientos alcanzan velocidades máximas de 170 km/h.

Alpes

Los Alpes y Prealpes ocupan casi dos terceras partes de la superficie de Suiza. El pico más alto se eleva a 4.500 m. en los Alpes y Prealpes las precipitaciones son frecuentes. Las precipitaciones medias varían entre 140 y 200 cm y se dan 140 a 160 días de precipitación al año. Se dan fuertes vientos con velocidades máximas de hasta 270 km/h. Los vientos foehn (caliente y seco) son frecuentes en valles de orientación nort-sur.



Alpes del Sur

Ticino, la parte soleada de Suiza, se encuentra al sur de los Alpes, donde crecen palmeras. La altitud desciende a 200 metros.



Prevalecen altas precipitaciones de hasta 220 cm como resultado de la acumulación de lluvia en la cara sur de los Alpes en la primavera y el otoño. Las velocidades del viento alcanzan hasta 120 km/h.

2.2 Estadísticas de temperatura

Clima	temp Aire		Precipitación					
	Días con T < 0° C	Días de helada	Días con lluvia	Lluvia en cm/año	Días con caída de nieve	Días con cobertura de nieve	Max. nieve cm/día	Cantidad de nieve cm/año
Jura	121	30	157	140.6	64	123	55	317
Zonas medias	96	22	126	104.2	30	51	22	53
Alpes	140	42	138	148.7	59	128	50-90	433
AlpSur	45	4	107	184.8	14	19	63	43

2.3 Índices invernales

Se elaboró el índice para mostrar la correlación entre el invierno los costes de mantenimiento y diversos parámetros meteorológicos. Ha servido como base para determinar el pago de indemnizaciones por mantenimiento de invierno desde 2008.

3. Gestión Invernal

3.1 Estándares y reglas

La legislación difiere a nivel nacional, cantonal y comunales. Existe obligación legal de tener mantenimiento invernal en las carreteras nacionales. Los códigos oficiales de la práctica en la construcción de carreteras incluyen 18 documentos sobre mantenimiento de invierno.

SN 640 750b	Bases;
SN 640 751	Protección contra avalanchas;
SN 640 752b	formación de personal y requisitos;
SN 640 754a	Información meteorológica, Registro de condiciones de carretera;
SN 640 756a	Prioridades, Niveles de Servicio Invernales, Planificación de rutas, Registros y planes de respuesta;
SN 640 757a	Equipos de intervención;
SN 640 760b	Características de nieve;
SN 640 761a	Retirada de nieve;
SN 640 763	Maquinaria de retirada de nieve;
SN 640 764b	Sujeción de cuchillas quitanieve;
SN 640 765a	cuchillas quitanieve;

SN 640 772b	Ice Control;
SN 640 774a	Requisitos de esparcidores;
SN 640 775a	Vallas anti-nieve;
SN 640 776b	Estructuras para la estabilización de nieve;
SN 640 778a	Señales.

Tipos de carretera

Se han definido distintos tipos de carretera para la retirada de nieves y control de hielo:

- Las autopistas, carreteras principales;
- las arterias principales, caminos escarpados;
- Las carreteras utilizadas por transporte público;
- Las carreteras que conducen a las estaciones de tren, hospitales, etc. ;
- estaciones de transporte público;
- las principales calles peatonales y carriles para bicicletas, escaleras.

Niveles de servicio

- Nivel A: Carreteras limpias. Retirada total de nieve y hielo;
- Nivel B: Prevención del deslizamiento, carreteras limpias en le medio plazo;
- Nivel C: Carreteras transitables sin el uso de fundentes, carreteras blancas;
- Nivel D: sin mantenimiento invernal.

Niveles de prioridad

- Nivel 1: Primera pasada quitanieves completada 3 horas tras la movilización (2 hrs en autopistas). Primer esparcido completado 2 horas tras movilización.
- Nivel 2: Primera pasada quitanieves completada 4 horas tras la movilización. Primer esparcido completado 3 horas tras movilización.
- Nivel 3: Primera pasada quitanieves completada 5 horas tras la movilización. Primer esparcido completado 4 horas tras movilización.

Todas las autoridades encargadas de las carreteras tienen la obligación de tener mapas de rutas que cubren toda la red de carreteras en clases de carreteras, los niveles de servicio y los niveles de prioridad.

Regulación relativa a personal

El tiempo máximo de conducción se establece en la ordenanza nacional. No debe exceder 9 horas (10 horas dos veces a la semana). El tiempo de trabajo semanal es de 46 horas. Las horas extraordinarias semanales máximas son 5 horas (10 horas en casos especiales).

Sin embargo, hay excepciones para los servicios de mantenimiento. Las condiciones varían ligeramente de cantón a cantón.

Regulación relativa a equipos y materiales

El reglamento de equipo describe los tipos, métodos de prueba y las áreas operacionales de los vehículos, los quitanieves, fresadoras de nieve, y los esparcidores. Los principales objetivos son:

- máxima velocidad posible para arados/separadores;
- retirada completa de nieve por medios mecánicos (cuchillas, fresadoras);
- uso mínimo de fundentes.

Los códigos de práctica describen los tipos y las áreas operacionales de los fundentes (NaCl, CaCl₂, MgCl₂, Urea, soluciones de sal, metanol y etilenglicol) y abrasivos.

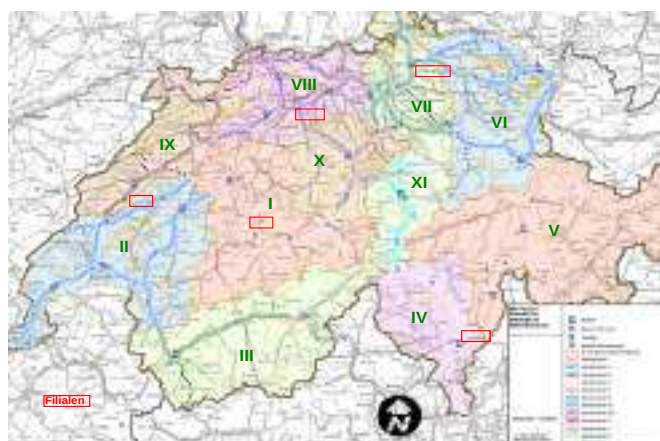
Las dosis prescritas son:

Esparcido	Temperaturas en °C	
	0°C a -8°C	-8°C a -20°C
	g/m ²	g/m ²
Sal seca	7 - 15	10 - 20
Sal humectada	7 - 15	10 - 20
Salmuera	5 - 10	5 - 10
Abrasivos	£ 200	£ 200
Ratio de mezcla	Solo NaCl	2/3 NaCl 1/3 CaCl ₂

Ciertas condiciones de la superficie puede requerir una mayor dosis sal. Se está avanzando en el uso de la técnica de sal prehumectada (sal y salmuera mezclada en el esparcidor). En el 2005, esta técnica se utiliza en el 90% de todas los centros de mantenimiento de autopista.

3.2 Organización y operativa del mantenimiento invernal

La Confederación es la responsable del mantenimiento de invierno en las carreteras nacionales. Los contratos de servicios, son otorgados a 11 unidades territoriales en Suiza que realizan el mantenimiento de invierno.



El mantenimiento de invierno en las carreteras cantonales es realizado por los cantones, y el mantenimiento de invierno en las carreteras municipales es realizado por las comunas.

En general, los centros de mantenimiento son los responsables de mantenimiento de invierno. Sin embargo son frecuentes los contratos con empresas privadas para hacer parte o, en algunos casos, todos los trabajos de mantenimiento de invierno. Los contratos se establecen entre las carreteras cantonales o comunales y el contratista.

Tipos de contrato:

A: El contratista está a cargo de quitar nieve y hielo en un tramo de carretera. Trabaja con su propio equipo, excepto las cuchillas y esparcidores, que son suministrados por el centro de mantenimiento. La orden de salida e intervención en la mayoría de los casos se da desde el centro de mantenimiento.

B: El contratista proporciona vehículos y conductores que trabajan junto con los equipos del centro de mantenimiento.

C: El contratista proporciona vehículos durante la temporada.

Los pagos se basan en el número de horas de trabajo con una tarifa plana por los vehículos.

Carreteras nacionales

Equipos: Las carreteras nacionales tienen 45 centros de mantenimiento. La longitud media de las carreteras atendidos por cada centro se define por la obligación de hacer la primera ronda de mantenimiento de invierno dentro de 2 horas.

El equipo incluye: 2 ó 3 camiones por dirección, equipado con cuchillas quitanieve de 3,5-6,0m de ancho, esparcidores desmontables, 4-6 m³ de sal y 2 m³ para salmuera. Una persona por cada camión. En tramos montañosos y en tramos donde la nieve no puede ser empujada a un lado, son necesarias fresadoras para cargar la nieve en camiones.

Sal Siempre se guarda bajo un techo, ya sea en los naves (hasta 4.000 toneladas) o en silos (200 toneladas por silo). La ventaja de los silos es el tiempo de carga reducido (2-3 minutos), que se puede hacer sólo con un conductor. Con una disposición adecuada de los silos, se puede cargar 2-3 los esparcidores al mismo tiempo.

Sistemas automáticos de deshielo por pulverización: son instalaciones específicas en operación en tramos con un microclima particular o que están particularmente expuestos. Dos de ellas están instalados en viaductos altos, y otra (6 km de longitud) en un segmento con tráfico pesado (80.000 vehículos por día) y un microclima particular.



Carreteras calefactadas. No se utilizan, excepto por una excepción. En una zona particularmente expuesta en un puente, se instaló una aplicación piloto de energía solar que está en funcionamiento desde 1995. El sistema intercambiador de calor despliega tubos incrustados en la capa asfáltica de un puente, con una superficie de 1.300 m², recoge calor durante el verano y se utiliza durante el periodo de heladas en invierno para calentar la superficie del puente, evitando la formación de hielo. El líquido se almacena en un almacén de calor subterráneo.

Personal

El personal de mantenimiento normalmente consta de:

- Un jefe de carretera, responsable de mantenimiento de invierno;
- Un administrador, responsable de administración y contabilidad;
- Dos a tres jefes de grupo;
- Las tripulaciones, los controladores y otras profesiones;
- Dos a tres mecánicos;
- Uno a cuatro electricistas, en función del número de instalaciones electromecánicas a lo largo de la autopista.

Los líderes de grupo son responsables de las tareas operativas. Ellos son los que deciden sobre las intervenciones, basado en las RWIS. Cada centro tiene una organización en stand-by durante todo el año. Cada empleado está obligado a proporcionar disponibilidad en reserva.

El jefe de operaciones de mantenimiento de cada cantón establece el horario de trabajo. Como regla general, la semana de trabajo es de 42 horas. Las horas extraordinarias realizadas durante el invierno se compensan generalmente en verano.

El trabajo por turnos es cada vez más frecuente en los centros de mantenimiento, dado que la intensidad de la carga de trabajo aumenta. Los trabajos de mantenimiento en el interior de los túneles se realizan principalmente por la noche. Cada vez más, esto también se aplica a otros trabajos que puedan entorpecer el flujo de tráfico.

Hay reglas de seguridad estrictas para cada tipo de trabajo de mantenimiento (ropa, herramienta de manipulación, el equipo y su comportamiento en la carretera, etc.). Cada centro tiene un supervisor de seguridad.

Entrenamiento y formación

El jefe del centro de mantenimiento es el responsable de formación del equipo. La temática de entrenamiento incluye:

- Tareas de mantenimiento invernal;
- Organización General;
- vehículos y equipo pesado;
- organización de la respuesta;
- personal y organización de guardias;
- Suministro de información;
- Instrucción sobre instrumentos
- Preparación de los líderes de grupo;
- Instrucción sobre planificación de la ruta, los niveles de servicio y los niveles de prioridad;
- Aplicación de sal acorde a previsiones de sal residual e información de RWIS;
- Retirada de invierno en equipos;
- ¿Qué se debe hacer en caso de accidente, "la gestión del riesgo";
- Informes.

Al comienzo de la temporada de invierno, se imparten cursos para los operadores de carretera de meteorología básica, la elaboración de tecnología de pronósticos, RWIS y radar meteorológico.

Métodos, equipos y materiales para problemas especiales

En Suiza, los profesionales del mantenimiento se enfrentan a problemas especiales asociados a ventisqueros, avalanchas y el asfalto poroso. Para reducir la cantidad de nieve fundida en la carretera, la se colocan cercas anti-nieve donde los ventisqueros o derrames de nieve ocurren de forma regular.

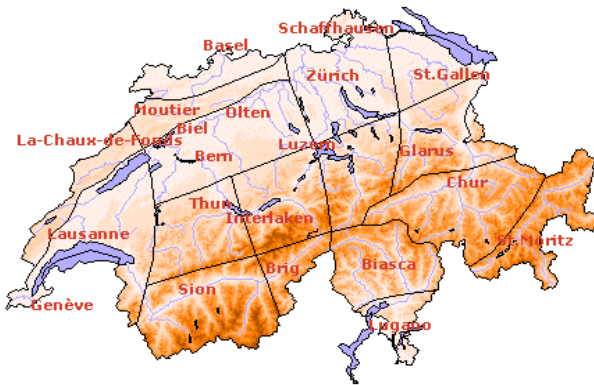
En invierno, las avalanchas causan graves problemas para las autoridades encargadas de las carreteras. En todas las zonas de montaña, se ha organizado un grupo de tareas especial de avalanchas. Tienen el deber de observar las características y la cantidad de nieve para emitir advertencias y, en algunos casos, cerrar la carretera. MeteoSwiss y el Instituto de Investigación de avalanchas Suizo emiten diariamente un boletín de avalanchas y las advertencias. Se han instalado dispositivos de alerta automática en algunos lugares.

Información meteorológica

MeteoSwiss proporciona información para mantenimiento de invierno en varios niveles:

- General las previsiones meteorológicas, a disposición del público en general en Internet y la radio. Gratuitos.

- Previsión meteorológica de carretera a 24-hr, diseñada específicamente para centros de mantenimiento. Estas previsiones están hechas por separado para más de 20 áreas con diferentes climas locales.



La información se distribuye a través de la línea telefónica y la red informática y va directamente al centro de mantenimiento de RWIS. El contrato se establece entre MeteoSwiss y el centro de mantenimiento. La precisión varía entre 86% y 89 %.

- Se emiten advertencias y previsiones meteorológicas para la celebración de eventos especiales o situaciones generales o locales, que no hayan recibido tratamiento en la previsión general. Se entregan directamente al centro de mantenimiento de RWIS y desencadenan una señal de advertencia.
- Las previsiones meteorológicas de carretera de MeteoSwiss dependen de una red de estaciones meteorológicas automáticas (ANETZ) y varios modelos de previsión. La verificación por lo general, se hace con los sensores de carretera puntuales.

RWIS

Los centros de mantenimiento de las carreteras nacionales tienen RWIS. El sistema combina las mediciones y las advertencias de los sensores de carretera, estaciones meteorológicas de carretera y previsiones meteorológicas. Sensores y estaciones, por lo general, proporcionan los siguientes parámetros: temperatura del aire a 2 m, temperatura de la superficie, humedad, punto de rocío, temperatura de congelación, precipitación, viento: dirección e intensidad, las condiciones de la carretera: seca o húmeda, sal residual.



La previsión meteorológica local se emite todos los días a las 3:00 p.m. y cubre 24 horas. Se ofrece: temperatura del aire a 2 m y a 5 cm, la humedad y el punto de condensación, precipitación: tipo y cantidad umbral, las nevadas, viento: dirección e intensidad, cubierta de nubes, las condiciones de superficie de la carretera. La previsión se actualiza si se produce un cambio en la 24 horas.

Sistema de detección de hielo

La red nacional de carreteras está equipada con sistemas de detección de hielo. En total, se han instalado unos 400 sensores por carretera que miden la temperatura de la superficie y el punto de congelación por enfriamiento de la superficie del sensor. La distancia promedio entre la carretera los sensores es de aproximadamente 6 km.



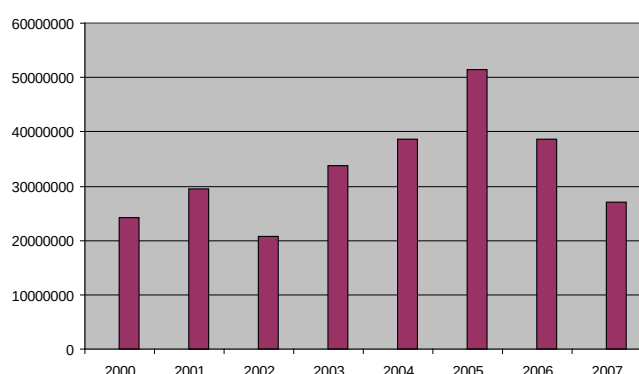
El sistema más generalizado es el de Boschung. En algunos casos, se han instalado sistemas de radiosondeo de Vaisala y Micks. Los sensores generalmente se combinan con las estaciones de medición en carretera. La ubicación de los sensores está determinada por experiencia o mediante mapas térmicos. En general, se encuentran en los lugares más peligrosos. Ubicaciones adicionales incluyen los puentes, en particularmente expuestas y zonas de sombra.

3.3 Evaluación del mantenimiento invernal

Costes operativos en las autopistas nacionales

Mantenimiento de invierno los costos pueden variar entre el 15% y el 25% del total de los costos operativos anuales. El siguiente diagrama muestra el invierno los costes de mantenimiento de 1.000 francos suizos por vkm. (vkm: kilómetros virtuales, donde las superficies tráfico adicional, tales como las áreas de servicio, rampas, el frenado carriles, etcétera, están calculados como kilómetros adicionales)

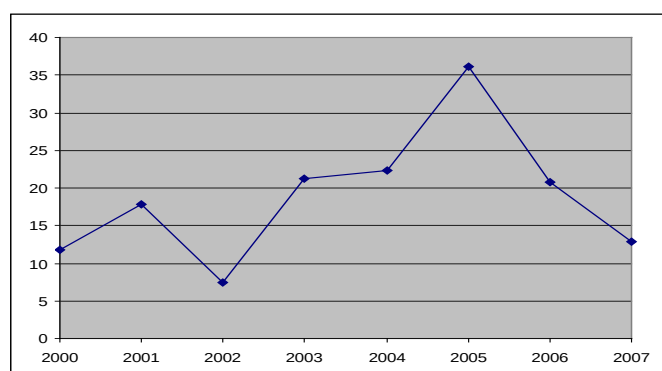
Costes de mantenimiento invernal anuales



Consumo de sal en autopistas nacionales

El consumo de sal está directamente relacionado con la dureza del invierno. Se han introducido varias medidas en los últimos años para reducir al mínimo el uso de sistemas de deshielo. El consumo anual se muestra en toneladas/km.

Histórico- Consumo anual (t/km)



Medidas de eficiencia

Internas

Todos los centros de mantenimiento de carreteras nacionales y algunas de las carreteras comunales tienen un sistema de contabilidad de costos. Por lo tanto, el coste total de mantenimiento de invierno, así como el personal, los vehículos y motores, material, etc. factores de costo son conocidos con exactitud. Basado en esta contabilidad de costos, se evalúa la eficiencia se realizan evaluaciones después de cada invierno. Se encuentra actualmente en curso un proyecto de intercambio de conocimiento que abarca todas las actividades de mantenimiento. Los objetivos del proyecto son:

- Aumento de la eficiencia;
- institucionalizar los programas de aprendizaje;
- Reducción de costes.

Externa

La eficiencia externa se puede juzgar por el número de cierres de carreteras y los accidentes de tráfico causados por malas condiciones de carretera. Pero esto da una visión muy reducida. Se está preparando un método más detallado, en el que se comparen actividades y estándares. El programa se basará en el mantenimiento control de calidad.

Medidas dirigidas a la reducción del consume de sal

Además de los métodos aprobados como la técnica de la sal humectada, las dotaciones acorde a condiciones de la superficie y la formación anual del personal anual, los nuevos procedimientos y dispositivos son sistemáticamente testados para comprobar su efectividad.

Un ensayo realizado a lo largo de dos inviernos con un sistema de dosificación de sal basado en termómetros infrarrojos "ThermoMat" ha demostrado que el consumo de sal en una autopista puede ser reducido en un 20% a un 30% sin que se produzca una reducción de la seguridad vial, proporcionando beneficios tanto ambientales como económicos en control del hielo.

3.4 Seguridad de tráfico e información vial

Medidas de seguridad

Se han definido una serie de medidas indirectamente relacionadas con el mantenimiento de invierno en un gran proyecto nacional denominado via Sicura, cuyo objetivo es reducir el número de víctimas en la carretera.

Información meteorológica para usuarios

Este tipo de información está disponible, principalmente por radio. La web de la administración de carreteras no proporciona ningún tipo de información del tiempo en la carretera o sobre las condiciones de superficie de la carretera. Sin embargo, suministra información sobre carreteras cerradas y rutas alternativas a través de paneles de señalización fijos y variables.

Intercambio internacional de información de carreteras

El intercambio internacional de información de carreteras afecta a cortes de carreteras y condiciones difíciles de conducción. Este intercambio se gestiona desde la dirección de policía.

Gestión del tráfico en carreteras nacionales

Hay oficinas suprarregional de gestión del tráfico. Estos centros de orientación de tráfico son los responsables de las operaciones, tales como la recogida de datos sobre flujo y densidad de tráfico, la orientación de tráfico activo, la coordinación del mantenimiento de las carreteras, y la información sobre el tráfico, el tiempo, y las condiciones de la carretera.

4. I+D+i

4.1 Nuevas tecnologías

- Criterios para la implementación de sistemas de esparcido automático de salmuera

Este estudio aportará criterios de evaluación para la implementación de sistemas de esparcido automático de salmuera, en función del microclima, tráfico, seguridad y coste/beneficio

4.2 Nuevos modelos de gestión

Índice Invernal

El índice invernal es una fórmula empírica basada en los costes de mantenimiento invernales y datos meteorológicos. Puede ser aplicado para evaluar los costes teóricos de funcionamiento derivados de los datos meteorológicos del pasado invierno y, por lo tanto, proporcionar una indicación de la eficacia del mantenimiento de invierno.

Efectividad del servicio de carreteras invernal

La investigación muestra el flujo de tráfico antes y después mantenimiento invernal y, por tanto, permite consideraciones sobre los costes y beneficios sobre lo acertado y la rapidez de operaciones de mantenimiento de invierno, incluyendo consideraciones sobre la seguridad en el tráfico, la economía y el impacto sobre el medio ambiente.

Empleo de tecnología de la comunicación en el mantenimiento de carreteras para optimizar la seguridad del tráfico

El estudio proporcionará los criterios financieros y técnicos para la implementación de dichas tecnologías, tales como la determinación de la posición por satélite, las transferencias online de datos entre la base y los vehículos, el control remoto de la dosificación de fundentes, etc.

4.3 Cooperación trans-nacional

Suiza colabora con las siguientes organizaciones en material de mantenimiento invernal:

- PIARC Asociación mundial de la carretera, Comité técnico B5 "Winter Maintenance";
- COST Cooperación Europea en Ciencia y Tecnología, Proyecto 353 "Winter Service Strategies for Increased European Road Safety";
- SIRWEC Comisión internacional de meteorología en carretera, Comité Ejecutivo;
- CEN Comité Europeo de estandarización, TC 337 "Winter Maintenance and Road Service Area Maintenance";
- D-A-CH Seminarios anuales sobre investigación en carreteras en Alemania Austria y Suiza;
- F-CH Seminarios sobre investigación en carreteras impulsados por organizaciones de la carretera en Francia y Suiza.

Suiza ha sido sede de varias conferencias internacionales en el pasado:

- PIARC- VI Congreso Internacional de vialidad invernal, Davos, 1982;
- SIRWEC 10a Conferencia Internacional, Davos, 2000

5. Referencias

Autoridad Federal de Carreteras Suiza

www.astra.admin.ch

Otras

www.swissroads.ch

www.vss.ch



ALEMANIA

Dr.-Ing. Horst Hanke
German Road Administration
horsthanke@yahoo.de

ANDORRA

M. Jordi Garcia Llevet
Ministeri d'Economia i Territori
jordi_garcia@govern.ad

M. David Palmitjavila Duedra
Ministeri d'Economia i Territori
david_palmitjavila@govern.ad

M. Rafel Cervós Isern
Ministeri d'Economia i Territori
rafel_cervos@govern.ad

AUSTRIA

M. Manfred Skerlan
Municipal Department 48
Waste Management, City Cleaning
and Motor Pool
Ville de Vienne
manfred.skerlan@wien.gv.at

BÉLGICA

M. Xavier Cocu
Centre de recherches routières
x.cocu@brcc.be

M. Thierry Decoux
Direction générale des routes et bâtiments
Ministère de la Région wallonne
thierry.decoux@spw.wallonie.be

M. Marcel Hoefmans
Direction Gestion et entretien des voiries
Ministère de Région de Bruxelles-Capitale
mhoefmans@mrbc.irisnet.be

M. Tom Roelants
Administration des routes et de la circulation
Ministère de la Région flamande
tomjj.roelants@mow.vlaanderen.be

CANADÁ

M. Miguel Tremblay
Service météorologique du Canada
Environnement Canada
miguel.tremblay@ec.gc.ca

CANADÁ-QUEBEC

M. Michel Brown
Direction du soutien aux opérations
Ministère des Transports du Québec
michel.brown@mtq.gouv.qc.ca

M. Richard Charpentier
Directeur
Direction de la Chaudière-Appalaches
Ministère des Transports du Québec
richard.charpentier@mtq.gouv.qc.ca

DINAMARCA

M. Michel M. Eram
Administration des routes danoises
me5@vd.dk

M. Freddy Knudsen
Administration des routes danoises
fek@vd.dk

ESPAÑA

M. Saúl APARCIO HILL
ALVAC, S.A.
saparciohill@alvac.es

M. José Carlos Valdecantos Álvarez
ALVAC, S.A.
jcvaldecantos@alvac.es

M. Jorge Lucas Herranz
Ministerio de Fomento
jlucas@fomento.es

M. Luis Azcue Rodríguez
Ministerio de Fomento
lazcue@fomento.es

ESTONIA

M. Kuno Mannik
Directeur régional
Administration routière estonienne
kuno.mannik@mnt.ee

M. Rain Hallimae
Direction de l'entretien des routes
Département de l'Administration
routière estonienne
rain.hallimae@mnt.ee

M. Tonu Asandi
Spécialiste en chef de l'entretien des routes
Département de l'Administration
routière estonienne
tonu.asandi@mnt.ee

ESTADOS UNIDOS

M. Paul Pisano
Team Leader, Road Weather and Workzones
USDOT- Federal Highway Administration
1200 New Jersey Ave. SE
Washington D.C. 20590. USA.
Phone: 1-202-366-1301
Paul.pisano@dot.gov

M. Gabriel Guevara

Transportation Specialist, Road Weather Management Program
USDOT- Federal Highway Administration
1200 New Jersey Ave. SE
Washington D.C. 20590. USA.
Phone: 1-202-366-0754
Gabriel.guevara@dot.gov

FINLANDIA

M. Tuovi Paivio
tuovi.paivio@liikennevirasto.fi

FRANCIA

M. Didier Giloppé
Cerema, Dter, Normandie Centre
didier.giloppe@cerema.fr

ISLANDIA

M. Skuli Thordarson
Chercheur sénior
Vegagerdin
skuli.thordarson@vegagerdin.is

ITALIA

M. Roberto Giannetti
ANAS S.p.A.
r.giannetti@stradeanas.it

JAPÓN

M. Masaru Matsuzawa
Team leader of the Snow and Ice Research Team
Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public
Works Research Institute
masaru@ceri.go.jp

LETONIA

M. Boriss Jelisejevs
Head of TIC
SJSC "Latvian State Roads"
boriss.jelisejevs@lvceli.lv

LITUANIA

Mme Inesa Seskauskienė
Administration routière lituanienne
inesa.seskauskienė@lra.lt

MARRUECOS

M. Abdelhamid Janati Idrissi
Direction de la Division de la maintenance
et de la viabilité hivernale
Direction des routes - Maroc
janati@mtpnet.gov.ma

NORUEGA

M. Dystein Larsen
Département de Technologie
Directorat des Routes
Administration norvégienne
des routes publiques
dystein.larsen@vegvesen.no

HOLANDA

M. Rinse Nieuwsma
Ministère des Transports
Centre du Transport et de la navigation
rinse.nieuwsma@rws.nl

M. Bert Verkaik
Ministère des Transports
Centre du Transport et de la navigation
bert.verkaik@rws.nl

REPÚBLICA CHECA

Mme Radomira Plisřkova
Département des routes
Ministère des Transports – République Tchèque
radomira.pliskova@mdcr.cz

REINO UNIDO

M. Martin Hobbs
Head of Asset Resilience
Highways Agency
martin.hobbs@highways.gsi.gov.uk

ESLOVENIA

M. Svit Cerne
DDC Consulting & Engineering Ltd.
svit.cerne@ddc.si

SUECIA

M. Jan Olander
Administration suédoise des routes
Direction nationale
jan.olander@vv.se

SUIZA

Mme Anne Gillardin
Office fédéral des Routes
anne.gillardin@astra.admin.ch

Entretien hivernal



BASE DE DONNÉES
SUR LA NEIGE ET LE
VERGLAS 2014



ISBN -
Deposito legal -
Andorra la Vella del 2014



Avant-propos

Cette nouvelle publication de la base de données sur la neige et le verglas s'inscrit maintenant dans la durée. Son acte de naissance a eu lieu à Sapporo, lors du XI^e congrès international de viabilité hivernale de l'AIPCR en 2002. C'est devenu depuis lors une tradition et chaque congrès voit la parution d'une version nouvelle de ce précieux document.

Précieux, en effet, car il regroupe, dans un ensemble homogène et cohérent, un descriptif des pratiques en matière de viabilité hivernale de plus de vingt pays répartis sur l'ensemble de la planète. Gage d'unité, le cadre du document est commun à tous les pays, et les différentes rubriques permettent d'avoir un aperçu des réalités climatiques et opérationnelles.

Cette version 2014 est donc la quatrième ; elle accompagne le XIV^e congrès international de la viabilité hivernale, tenu à Andorre, et s'est enrichie non seulement d'une mise à jour par chacun des pays participants, rendant compte des dernières évolutions du domaine, mais aussi de l'expérience de nouveaux pays, qui viennent compléter ce très riche recueil de savoir et savoir-faire.

La base de données sur la neige et le verglas fait aussi le point des derniers travaux de recherche menés dans chacun des pays ; il s'agit de présenter les concepts et technologies qui feront la viabilité hivernale de demain.

L'hiver, quant à lui, demeure aussi imprévisible : parfois doux, parfois très rude, parfois court, parfois beaucoup plus long. Le changement climatique influe indéniablement sur ces variations ; il réserve chaque année son lot de surprises, et fait de la viabilité hivernale une activité difficile à dimensionner et à programmer, alors que la demande devient de plus en plus importante, dans un cadre budgétaire de plus en plus contraint. Il s'agit de faire aussi bien, voire mieux, tout en dépensant moins. L'expérience des autres s'avère maintenant indispensable.

Cette activité est fondamentale pour de nombreux pays : il s'agit de contribuer à la sécurité de l'utilisateur au travers de ses divers modes de déplacement, qu'il s'agisse de l'automobile, de la marche, du vélo ou des transports en commun, ainsi qu'à l'activité économique, car de nombreux secteurs utilisent des méthodes de flux tendu et sont tributaires de la possibilité de circuler sur les routes.

Il s'agit aussi de composer de plus en plus avec l'environnement et plus globalement de mettre en œuvre des approches favorisant le développement durable.

Que soient ici remerciés, pour la réalisation de cette nouvelle version, le comité d'organisation andorran, et notamment Mr. David Palmitjavila, membre du comité technique 2.4 et représentant d'Andorre, Mr. Jordi Garcia, Responsable de l'Exploitation et Conservation des Routes du gouvernement andorran et membre correspondant du CT 24, qui ont su orchestrer tout cet ensemble, ainsi que Mr. Rick Nelson et Mr. José Carlos Valdecantos, respectivement secrétaires anglophone et hispanophone de ce même comité.

Au-delà de l'acquisition de connaissance et d'information, l'ambition de ce document est d'offrir un moment de lecture agréable, émaillé d'illustrations et de photographies, permettant de visualiser ce qu'est véritablement l'hiver sur la route et la façon dont on peut et doit composer avec.

Didier Giloppé,

Président du comité technique AIPCR 2.4 Viabilité Hivernale



Index

 ALLEMAGNE

 ANDORRE

 AUTRICHE

 BELGIQUE

 CANADA

 CANADA-QUÉBEC

 DANEMARK

 ESPAGNE

 ESTONIE

 ÉTATS-UNIS

 FINLANDE

 FRANCE

 ISLANDE

 ITALIE

 JAPON

 LETTONIE

 LITUANIE

 MAROC

 NORVÈGE

 NOUVELLE-ZÉLANDE

 PAYS-BAS

 RÉPUBLIQUE DE CORÉE

 RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

 ROYAUME-UNI

 SLOVENIE

 SUÈDE

 SUISSE



ALLEMAGNE



1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays

L'Allemagne, située au centre de l'Europe, a des frontières avec les Pays-Bas, la Belgique, la France, le Luxembourg, la Suisse, l'Autriche, la République Tchèque, la Pologne et le Danemark ; elle dispose d'accès à la Mer du Nord et à la Baltique. La République fédérale d'Allemagne se compose de 16 États fédéraux, y compris les 3 « ville-États » (Berlin, Hambourg, Brême), de tailles différentes, 71 000 km² pour la Bavière et 2700 km² pour la Sarre. Chaque État allemand a sa propre constitution et ses propres services publics. Chaque État possède son Administration routière.



Routes principale en Allemagne (Autoroute en rouge)

Superficie	356 700 km ²		
Latitude	De 47° 16' -1" à 55° 3' -1"N		
Population	82,1 millions		
Longueur du réseau routier	Routes fédérales principales	Autoroutes fédérales (Autobahnen; 4- et 6- voies)	12 800 km
		Routes fédérales importantes	40 600 km
		Routes des États	86 600 km
	Autres routes subvention-nées	Routes des Comtés	91 500 km
		Routes communales et urbaines	413 000 km
	Total	644 300 km	
Capitale	Berlin		
Latitude (capitale)	52° 30'N		
Population	3,4 millions		

1.2 Réseau routier et circulation

Durant les dernières décennies, l'Allemagne a été confrontée à une énorme augmentation du trafic sur les routes. Aujourd'hui la route supporte plus de 90 % du trafic passager (passager-kilomètre) et 67 % du trafic commercial de marchandises (tonnes-kilomètre), le reste se répartissant entre le rail, les voies navigables et le transport aérien. Les autoroutes en Allemagne (dénommées « autobahn ») ; comptent 12 500 kilomètres, et supportent plus de 40 % du trafic des réseaux ruraux et interurbains (autoroutes fédérales, routes principales fédérales et locales et réseau secondaire), bien que ne représentant que 6 % de l'ensemble du réseau routier.

L'énorme augmentation du trafic de ces dernières années va encore continuer du fait des politiques futures et du développement économique et, en particulier, du processus d'unification européenne. On prévoit, au cours des prochaines années, que l'expansion de l'Union européenne vers l'est augmentera considérablement le trafic dans le pays de transit qu'est l'Allemagne, en raison de la coopération économique accrue.

L'accroissement du réseau routier au cours des dernières années et de l'avenir rapproché ne suit pas l'augmentation du trafic. En conséquence, il augmente et la congestion suit.

Assurer la sécurité, optimiser les conditions de conduite et maintenir une capacité suffisante des routes principales toute l'année et même en hiver est d'une importance cruciale. Par conséquent, les opérations routières et particulièrement l'entretien hivernal vont prendre de plus en plus d'importance.

Les administrations d'État sont responsables de la planification, de la construction et de l'entretien comprenant la viabilité

hivernale des autoroutes et routes fédérales ainsi que certaines routes nationales. Le ministère fédéral du Transport est responsable de la gestion technique et administrative des routes fédérales principales.

Catégorie de la route		Propriété et engagement financier pour la planification, la construction et l'entretien	Administration pour la planification, la construction et l'entretien
Routes fédérales principales	Autoroutes fédérales	Gouvernement fédéral	États fédérés pour le compte du gouvernement fédéral
	Routes fédérales		
Routes des États		États fédérés	États fédérés
Routes des comtés		Comtés	Comtés Partiellement états fédérés pour le compte des comtés
Routes communales / urbaines		Communes/ Villes	Communes/ Villes

Stations météorologiques (proches des autoroutes) (m au dessus du niveau de la mer)		Données météorologiques (moyennes sur 30 ans) - Période hivernale -									
		Températures minimales quotidiennes moyennes [°C]				Précipitations moyennes [mm]					
		Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Total	Total annuel
1	Kiel (17 m)	- 0,3	- 2,1	- 1,8	0,4	74	65	40	54	233	777
2	Schwerin (59 m)	- 0,9	- 2,6	- 2,1	0,3	55	46	33	42	176	620
3	Hannover (53 m)	- 0,7	- 2,2	- 2,0	0,3	60	52	37	48	197	665
4	Berlin (48 m)	- 1,0	- 2,7	- 2,1	0,7	53	43	34	37	167	584
5	Bonn (62 m)	1,0	0,0	0,5	2,6	52	47	37	46	182	678
6	Erfurt (312 m)	- 2,2	- 3,6	- 3,4	- 0,5	30	25	26	36	117	492
7	Frankfurt (112 m)	- 1,0	- 2,1	- 1,6	0,9	54	44	40	51	189	658
8	Hof (474 m)	- 3,3	- 5,0	- 4,5	- 1,8	63	53	44	47	207	708
9	Stuttgart (373 m)	- 2,2	- 3,3	- 2,4	0,3	48	44	42	44	178	719
10	München (527 m)	- 3,7	- 5,1	- 4,0	- 0,8	60	53	52	56	221	967
11	Villingen – Schwenningen (720 m)	- 3,5	- 5,0	- 4,5	- 2,5	85	77	74	68	304	915
12	Kempten (705 m)	- 5,1	- 6,2	- 5,0	- 1,9	90	83	78	79	330	1273
13	Bad Reichenhall (455m)	- 4,0	- 6,5	- 4,5	- 1,0	128	125	110	120	438	1665
14	Garmisch-Partenkirchen (719 m)	- 5,7	- 6,5	- 5,1	- 2,3	92	85	77	96	340	1364

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

L'Allemagne a un climat modéré, avec des changements de temps caractéristique. Des plaines du nord-ouest aux régions orientales du sud, il y a une transition progressive d'un climat maritime à un climat continental. Les vents et les précipitations venant de l'ouest sont durant toute l'année l'une des caractéristiques du climat. Des vents continentaux froids et des tempêtes de neige venant de l'Europe orientale sont typiques dans le sud-est de l'Allemagne. Dans les basses terres du nord, les précipitations annuelles s'élèvent de 500 mm à 700 mm dans la moyenne montagne, dans la partie médiane du pays elles sont comprises entre 700 mm et 1500 mm dans le sud, près de la région alpine elles vont jusqu'à 2000 mm.

Les variations quotidiennes et annuelles de la température ne sont pas extrêmes, excepté dans le sud-est de l'Allemagne et dans la région alpine. Les températures moyennes en janvier varient de +1,5 °C à -0,5 °C en plaine ; dans la région alpine, la température moyenne peut descendre en dessous -de 6 °C, selon l'altitude (voir le tableau ci-dessus).

Le climat allemand a ceci de typique qu'il se situe souvent autour du point de congélation, avec de fréquents cycles de gel et de dégel. Cela crée de nombreuses difficultés pour l'entretien hivernal.

Des chutes de neige importantes ont lieu seulement dans des régions montagneuses et leurs abords. La Bavière, État le plus méridional comprenant la bordure nord des Alpes est donc la région la plus enneigée de l'Allemagne et nécessite un entretien hivernal de novembre à avril, alors que les autres régions allemandes sont soumises moins longtemps aux intempéries hivernales. Mais même en Bavière, il y a de grandes variations de quantité de chutes de neige au sein de l'État. Elles s'établissent comme suit :

État de Bavière	Chute de neige annuelle cumulée (Mesure aux centres d'entretien autoroutiers)	
	Moyenne des derniers hivers	Maximum : Hiver 2005/06
Région alpine	440 cm	1030 cm
Régions montagneuses de faible altitude	210 cm	645 cm
Basses terres, vallées fluviales	50 cm	125 cm

Une grande partie des régions centrale et nordique de l'Allemagne reçoit la même quantité de neige que les plaines et les vallées fluviales de l'Allemagne méridionale. D'autres caractéristiques du climat sont la grande variation de la rigueur des hivers consécutifs, tant en température qu'en quantité de chutes de neige. Les problèmes principaux de viabilité hivernale concernent les variations de température autour de 0 °C et les courtes, mais intenses chutes de neige.

2.2 Indice hivernal

En 1995, l'Institut de recherche fédéral sur les routes a réalisé une étude pour déterminer un indice hivernal devant établir une corrélation entre la rigueur de l'hiver et la consommation de sel utilisé pour le déneigement et le déglacage, de même que pour vérifier l'efficacité de la technologie du sel humidifié. L'étude a révélé que les plus importants facteurs de consommation de sel étaient la fréquence et l'importance des chutes de neige dans les régions qui en reçoivent.

Dans les régions moins enneigées, le facteur important était le nombre de passages de la température par 0 °C.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

L'obligation légale de réaliser un entretien hivernal résulte d'un devoir général issu du Code civil allemand. Elle est reprise dans les lois fédérales (Bundesfernstraßengesetz), les lois d'État (Straßen- und Straßenreinigungsgesetze der Länder) et dans les statuts des villes.

Des règlements au sujet des exigences, de l'organisation et de la réalisation de l'entretien hivernal sont précisés dans les Directives pour l'exécution de l'entretien hivernal (Richtlinien für den Winterdienst auf Straßen, Entwurf 2009).

Les durées d'opération des engins de déneigement sont :

Autoroutes et routes à grand trafic raccordées au réseau autoroutier	2 heures (tous les jours, la journée durant)
Échangeurs autoroutiers	2 heures (tous les jours, la journée durant)
Routes fédérales et routes d'État	3 heures (tous les jours de 6 h à 22 h)

Pour des activités d'épandage du sel, des périodes d'opération distinctes, plus courtes, sont prévues. Les niveaux d'exigence sont précisés dans le tableau suivant.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'organisation et la planification des activités de service hivernal doivent faire l'objet d'anticipation, car le début et la rigueur de l'hiver ne peuvent pas être programmés. La viabilité hivernale doit fonctionner efficacement dès le début de l'hiver. Seule une planification soignée garantit une réalisation optimisée d'un point de vue économique de la viabilité hivernale. Par conséquent, une planification doit être prévue en amont.

- Plans prioritaires

Ces plans règlent les priorités et l'intensité des traitements sur les différentes routes du réseau et prescrivent quels agents – fondant ou abrasifs – doivent être employés sur ces routes.

Des priorités sont nécessaires, particulièrement dans des secteurs urbains parce que le service hivernal ne peut pas être effectué partout simultanément. Les critères utilisés sont :

- catégorie de route (autoroutes, routes fédérales, etc.) ; dans les villes principales, routes secondaires, rues résidentielles,
- trafic quotidien moyen,
- types de circulation (routes avec transport en commun ou autobus d'école, voies d'accès à des stations-service, etc.)

Niveau des exigences pour l'entretien hivernal				
	Type de circulation	Période de maintien	Condition météo ou état de la route	
			Chute de neige, routes gelées, givre	Intenses chutes de neige continues Congères importantes, avalanches, pluie verglaçante
1	Autoroutes fédérales et sections routières qui sont en connexion avec le réseau autoroutier et une circulation importante	Tous les jours, 24 h par jour	Toutes les voies, les échangeurs, les sorties et les accès praticables ; zones de stationnement et accotements passables	Au moins une voie ouverte par sens de circulation, sur les accès, sorties et échangeurs importants, ainsi que sur les routes d'accès aux centres de service ; avec l'utilisation de chaînes si nécessaire. La praticabilité des zones de stationnement sans service ne peut pas être garantie.
2	Routes rurales importantes, route avec un pic de trafic important, routes supportant des transports en commun	de 6 à 22 h (quotidiennement)	Praticable	Praticable, à l'aide de chaînes si nécessaire. Sur les routes principales à plusieurs voies, une voie par sens de circulation au moins est dégagée
3	Autres routes rurales	Appropriée au besoin du trafic local	Circulable	Praticable, à l'aide de chaînes si nécessaire
4	Trottoirs, piste cyclable, voie multifonction	Appropriée au besoin du trafic local	Praticable, utilisable par les piétons	La circulation ne peut être garantie
5	Zones de stationnement en connexion avec d'autres routes importantes	Appropriée au besoin du trafic local	Passable	La circulation ne peut être garantie

« Praticable » signifie que les conducteurs peuvent s'attendre à des obstructions, résultant de neige résiduelle ou du temps nécessaire aux opérations d'entretien, voire des enneigements locaux ; ils peuvent aussi rencontrer des sections de routes glissantes en raison de givre ou de gel, même après épandage.

« Utilisable par les piétons » : une voie est dégagée de neige et de verglas pour permettre aux piétons de se croiser en toute sécurité ($\pm 1,0$ à $1,2$ m).

« Passable » sur les zones de stationnement et les accotements signifie que l'on peut y circuler ou y stationner, moyennant une conduite adaptée à l'état de la chaussée.

« Appropriée au besoin du trafic local » signifie que l'entretien hivernal est assuré aux périodes où la circulation l'exige. Dans certains cas, cela signifie qu'aucun traitement hivernal n'est réalisé.

- les points particuliers (pentes, courbes dangereuses et croisements, points susceptibles d'être glissants, ponts, routes en forêts, des routes ombragées).
- Plans pour le déneigement et le salage

Ces plans assignent le personnel, le matériel pour le service hivernal pour les itinéraires en fonction des priorités. On prépare plusieurs plans pour différentes conditions de la météo et différentes tâches.

- Programme de mise en astreinte et de travail du personnel
Ces plans régulent au jour le jour ou à la semaine et pour chaque semaine, la mise en astreinte du personnel permettant une mise à disposition rapide en dehors des heures habituelles de travail, en vue de satisfaire les exigences des niveaux de service.

Le service 24 h par jour sur autoroute exige des horaires de travail.

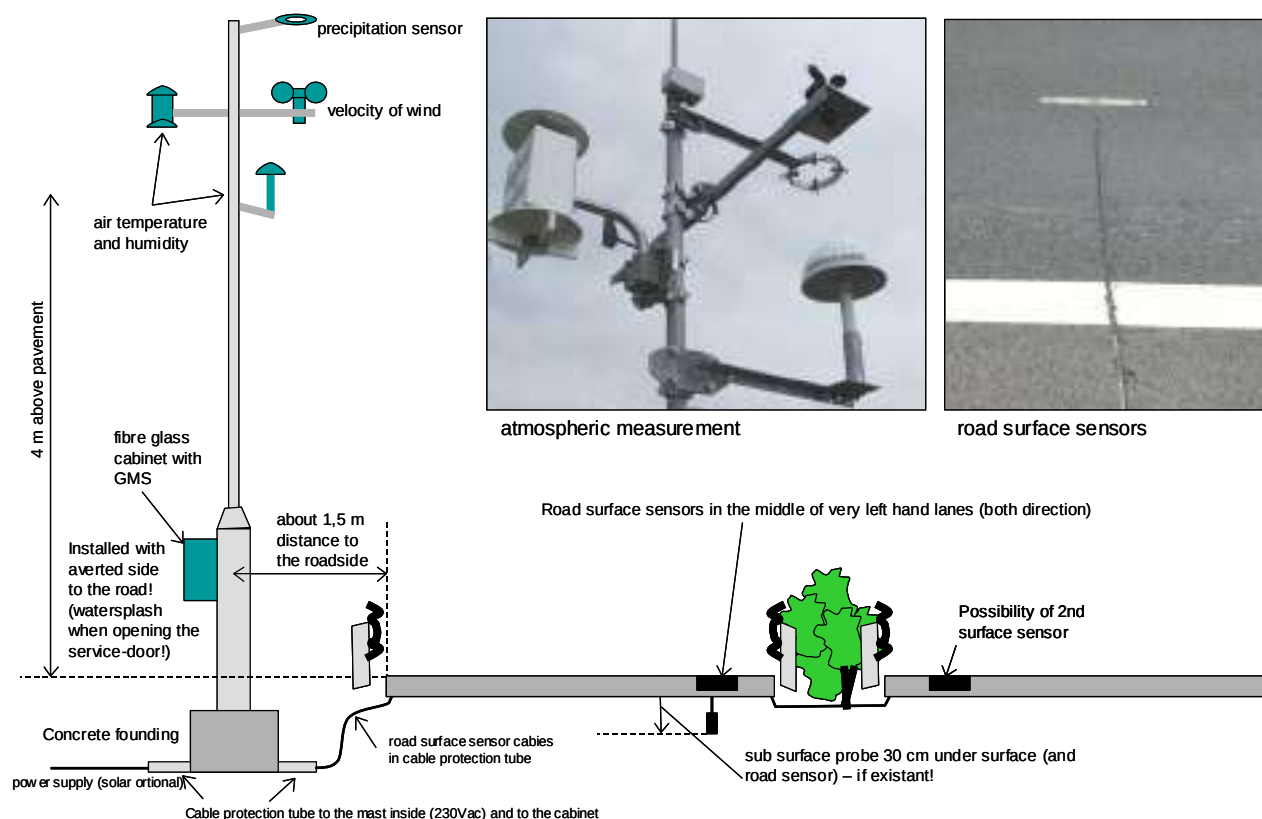
- Stratégie de déneigement et de déglçage

La stratégie de viabilité hivernale en Allemagne pour les routes rurales et urbaines principales est la mise au noir, c'est à dire de disposer de chaussées ou de trottoirs exempts de neige ou de verglas le plus tôt possible, cela afin de maintenir le flot de circulation aussi longtemps que possible et d'améliorer la sécurité des usagers. Cette politique s'appelle « politique de la chaussée noire ».

Dans les cas où l'on peut prévoir la formation de glace sur les chaussées à brève échéance en se basant sur les prévisions de la météo, cette politique préconise un traitement préventif de salage que l'on utilise de plus en plus depuis quelques années.

Sur les routes secondaires et sur les routes de classe inférieure, dans les zones urbaines ou dans les municipalités, où l'on autorise des vitesses inférieures, on pratique un « entretien hivernal différencié ». Selon la fonction et le trafic de ces routes et compte tenu des conditions météorologiques, il y a une gradation de l'entretien; on utilise des fondants sur les plus importantes de ces routes, mais seulement l'enlèvement de la neige, sans aucun épandage, sur les chemins moins importants et les rues résidentielles.

L'épandage d'abrasifs utilisé dans le passé est devenu de moins en moins fréquent au cours des dernières années. Une étude faite pour le compte du Umweltbundesamt allemand (Organisme fédéral de l'environnement) a fait état qu'en analysant le cycle de vie de différents matériaux, les fondants sont moins dommageables à l'environnement que les abrasifs. De plus, d'autres études ont démontré que le risque d'accident sur les chaussées traitées aux fondants plutôt qu'aux abrasifs était de beaucoup inférieur, dans les zones urbaines et dans les pentes raides. Quant aux rues résidentielles où la circulation est faible et lente, l'absence d'épandage ne pose aucun problème.



Référence: Institute for Highway and Railroad Engineering, Universität Karlsruhe
Station météo routièrre équipée de capteurs atmosphériques et de capteurs de chaussée

L'optimisation de la gestion de la viabilité hivernale nécessite des observations et des prévisions météorologiques relatives à l'état des routes en temps réel. L'observation et la surveillance détaillées de la route par «le système national d'informations météorologiques - SMR (Straßenzustands-und Wetterinformationssystem – SWIS) est courante aujourd'hui en Allemagne. Le SMR combine des prévisions météorologiques synoptiques provenant du service météorologique allemand (Deutscher Wetterdienst – DWD) avec des données obtenues des stations et des installations locales de détection du verglas sur tout le réseau routier. Les résultats sont des prévisions séparées par secteurs en fonction de la climatologie locale.

Le DWD fournit, plusieurs fois par jour, des prévisions météorologiques à moyen (3 jours) et court terme (24 h) aux centres d'entretien routiers. En outre, des alarmes sont fournies lorsque des événements critiques non pris en compte dans les prévisions classiques sont observés ou prévus à très court terme. L'information est distribuée par le réseau informatique et rejoint directement les postes de travail SMR dans les centres d'entretien. Des améliorations sont en cours pour étendre la couverture de stations routières de surveillance disposant de capteurs de détection du verglas à tous les points critiques du réseau. En ce moment, des stations de météo routière existent surtout sur les autoroutes, mais aussi sur d'autres routes rurales, pour un total d'environ 1000 stations en Allemagne.

En complément, les centres d'entretien disposent d'informations et de données issues de leurs stations météorologiques équipées de sondes atmosphériques et de surface. Les données suivantes sont mesurées et fournies :

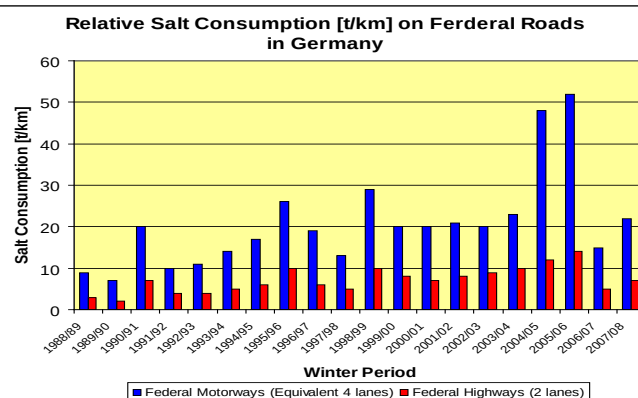
- température de l'air;
- température de surface de la route;
- humidité relative;
- température du point de rosée (calculé à partir de la température de l'air et de l'humidité relative);
- précipitation (type, intensité);
- état de la chaussée en option :
 - la température du corps de chaussée à diverses profondeurs;
 - vent (direction, vitesse);
 - température de congélation;
 - sel résiduel.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

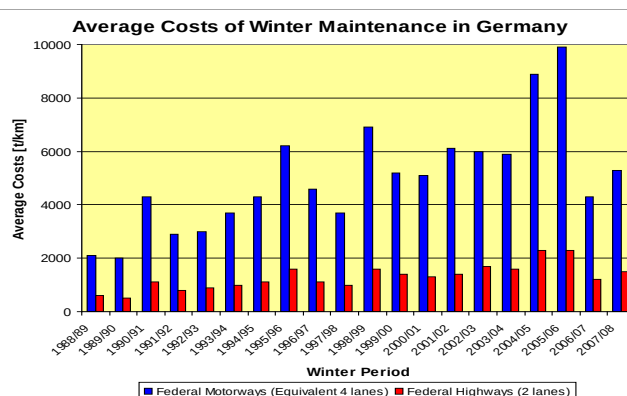
Selon la variabilité des conditions climatiques lors de différentes périodes hivernales, les consommations de sel et les dépenses de viabilité hivernale peuvent être très différentes. Les données suivantes concernent les autoroutes et les routes fédérales.

Les hivers 2004-2005 et 2005-2006 ont été les plus durs des 20 dernières années avec des chutes de neige très abondantes, ce qui s'est traduit par une forte consommation de sel et des coûts élevés.

En moyenne, au cours des 20 dernières années, on a épandu 21 t/km de sel sur les autoroutes et 7 t/km sur les autres routes chaque hiver. Les coûts ont été de 5000 € par kilomètre pour les autoroutes, contre 1300 € pour les autres routes.



Il n'y a pas de budget spécial pour la viabilité hivernale, seulement un budget annuel globalisé pour l'entretien des routes. Les dépenses annuelles variables doivent être couvertes par le budget global. Cela signifie qu'après un hiver rigoureux, d'autres tâches d'entretien routier doivent dans une certaine mesure être reportées. Après des hivers particulièrement rigoureux, des budgets complémentaires sont nécessaires.



Au cours de la dernière décennie, on a mené de nombreuses recherches pour optimiser l'entretien hivernal, réduire les coûts et les impacts environnementaux. L'utilisation de sel préhumidifié avec 30 % de saumure est maintenant une technique courante en Allemagne.

Mais dans les dernières années de plus en plus un épandage liquide de saumure est employé en Allemagne. Basé sur la recherche intensive et les expériences pratiques il est clair que la pulvérisation de liquide est la meilleure pratique pour

l'épandage préventif autour de 0°C. La nouvelle stratégie de raclage et d'épandage en Allemagne est montrée dans la table suivante. Pour chaque gamme de la température on recommande écartant des dosage dans le cadre des nouvelles directives éditées en 2012.

Expected Road Condition	Recommended Winter Maintenance Strategy
Hoar Frost	Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Freezing Moistness	Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Freezing Wetness	Preventive Spreading - Pre-Wetted Salt or Liquid Spreading*
Freezing Rain	If possible Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Snow Fall	1. If possible Preventive Spreading with Pre-Wetted Salt 2. During Snowfall Snow Removing and Spreading with low salt density 3. After Snowfall intensive Snow Removing and Spreading with Pre-Wetted Salt
	*Liquid Spreading only to temperatures down to -6°C

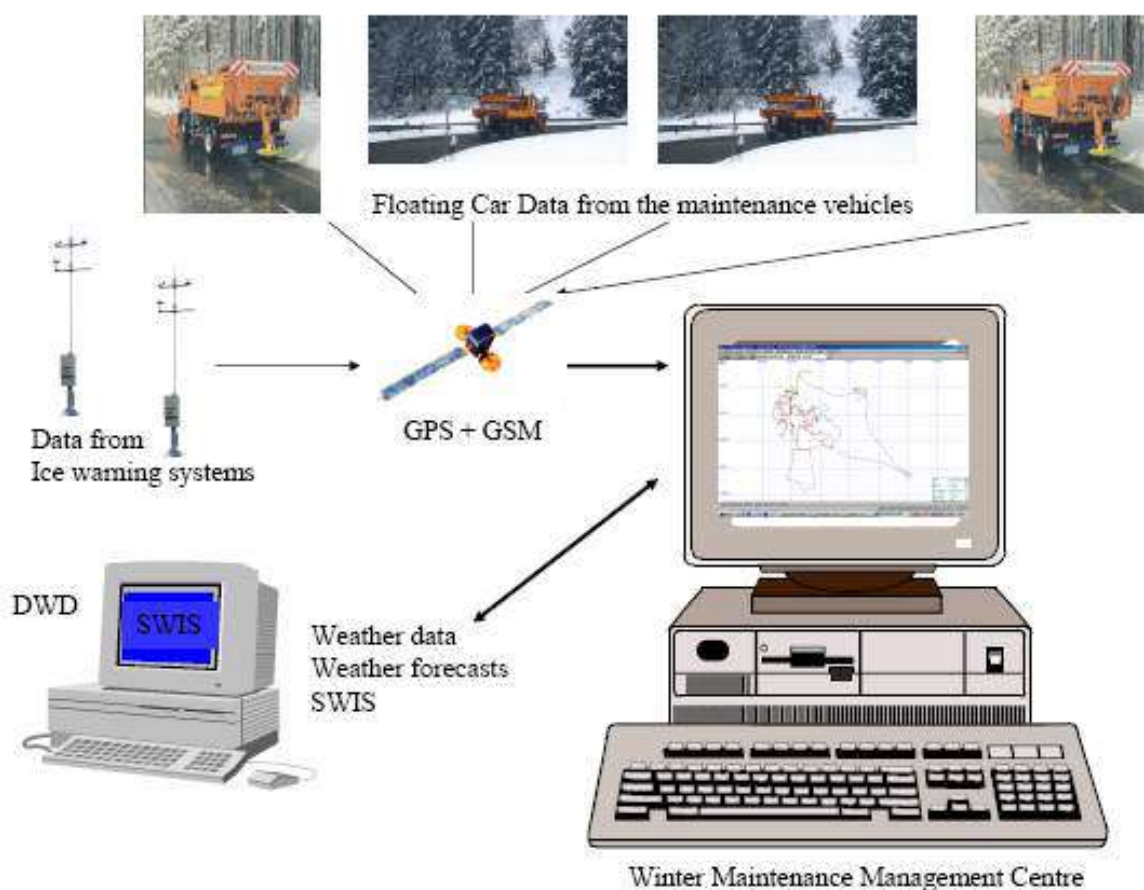
Avec cette stratégie l'épandage liquide sera employé très souvent en Allemagne à l'avenir.

3.4 Sécurité et informations routières

L'information sur les prévisions météorologiques et l'état des routes est disponible sur plusieurs systèmes tels que la radio, la télévision, Internet et le téléphone. De plus, les conducteurs seront informés par radio, s'il s'avère nécessaire d'utiliser des chaînes ou si les conducteurs de poids lourds, particulièrement ceux qui transportent des matières dangereuses, doivent s'arrêter à la prochaine aire de stationnement ou de repos.

Dans des régions montagneuses, la signalisation indique si les cols sont fermés et si les pneus d'hiver ou les chaînes sont obligatoires. Sur plusieurs sections d'autoroute, des PMV ou panneaux à messages variables sont également employés pour la sécurité routière, comme pendant les chutes de neige ou en présence de chaussées glissantes.

On déploie de plus en plus de systèmes de gestion de l'entretien hivernal dans les États allemands. L'utilisation de toutes les données du système SMR, des systèmes d'alerte au verglas et celles qui proviennent des véhicules d'entretien en service, peut améliorer l'entretien hivernal.



Système de gestion de l'entretien hivernal utilisant des données recueillies par les véhicules d'entretien en service

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Il y a actuellement plusieurs projets de recherches ou études en cours en Allemagne pour améliorer la gestion de l'entretien hivernal et les mesures prises.



Optimisation du temps de chargement par l'utilisation de silos de stockage verticaux

À la suite de l'accroissement considérable du trafic sur les autoroutes allemandes, les niveaux de service en viabilité hivernale pour les sections fortement achalandées ou posant des problèmes particuliers sont devenus très élevés. La réussite des interventions de service hivernal dans ces zones contribue notablement à éviter ou au moins à diminuer les restrictions de circulation et ainsi les coûts induits aux usagers. Un entretien hivernal précoce et rapide améliore la sécurité routière et diminue les coûts micro-économiques et économiques du transport des personnes et des marchandises, en raison de la réduction du nombre des accidents, des pertes de temps, etc.

C'est pourquoi on a poursuivi plusieurs projets de recherche au cours des dernières années sur la circulation routière et l'entretien des routes en hiver en Allemagne. Ils traitaient des sujets suivants :

- écoulement de la circulation et capacité routière en conditions hivernales;
- congestion routière hivernale;
- sécurité routière en hiver;
- mesures visant l'optimisation de l'entretien routier hivernal;
- circulation routière et entretien routier hivernal aux échangeurs et aux intersections.

Il y a plusieurs mesures susceptibles d'optimiser l'entretien hivernal. On a réalisé plusieurs projets pilotes :

- utilisation de systèmes mobiles d'aspersion de fondants;
- utilisation de véhicules à haute performance;
- réduction des temps de chargement;
- systèmes spéciaux de guidage des camions dans les régions neigeuses.



Déneigement en échelon à l'aide de véhicules d'entretien hivernal à hautes performances

Un autre centre d'intérêt important dans les dernières années a été l'optimisation des techniques d'épandage. On a étudié les questions suivantes :

- répartition de l'épandage selon les différentes techniques d'épandage, les vitesses et les largeurs;
- optimisation de la répartition de l'épandage;
- exigences et méthodes d'essai des épandeurs;
- durée du dépôt de sel sur la chaussée et facteurs influençant celle-ci;
- équipement d'épandage de saumure, méthodes et domaines d'utilisation.

L'objectif est d'en arriver à de meilleures techniques d'épandage et de préparer des recommandations à l'intention des utilisateurs.



Zone d'essai sur la répartition de l'épandage



Épandeuse qui peut distribuer du sel préhumidifié ou de la saumure seule.



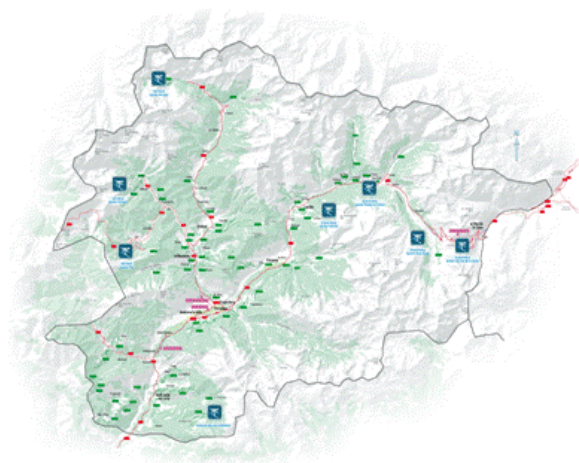
ANDORRE



1. Données démographiques et routières

1.1. Informations au sujet du pays

La Principauté d'Andorre est un micro état (468 km²) situé entre l'Espagne et la France, au milieu de la chaîne de montagnes des Pyrénées. La population actuelle est de plus de 85.000 habitants, avec une densité de 182 habitants/km², la plupart de la population est concentrée au fond des vallées. Les secteurs économiques les plus importants sont la construction et ses dérivés, le secteur financier, et surtout la restauration et le commerce. Chaque année plus de onze millions de touristes visitent le pays (approximativement 80% partent le même jour et 20% restent au minimum une nuit dans le pays) attirés surtout par l'offre commerciale et par la pratique des sports de montagne, particulièrement en hiver (la Principauté d'Andorre possède la concentration la plus importante de stations de ski des Pyrénées, 315 Km de pistes).



1.- Carte routière officielle

Le pays est divisé administrativement en sept paroisses: Canillo, Encamp, Ordino, la Massana, Andorra la Vella, Sant Julià de Lòria et Escaldes-Engordany. Plus de la moitié de la population du pays se concentre dans les deux grands agglomérations d'Andorra la Vieille, la capitale du pays, et des Escaldes-Engordany.

1.2. Réseau routier et Circulation

Les communications vers l'extérieur se font uniquement par la route, à partir des deux voies frontalières: Vers l'Espagne par la frontière de la rivière Runer, à environ 800 mètres d'altitude, et à 140 km de la ville de Lleida ou à 200 kilomètres de Barcelone. La communication avec la France est plus difficile, car la frontière se trouve au Pas de la Casa, à 2000 mètres d'altitude, rendant la circulation plus compliquée pendant les mois d'hiver. Les villes françaises les plus proches sont Toulouse à 190 km et Perpignan à 170 km.



2.- Courbes isochrones d'accès à la Principauté

À peine plus de 40 km séparent la frontière espagnole de la frontière française. Cette route passe par la capitale, où la circulation moyenne avoisine les 100.000 véhicules par jour. L'autre voie principale est celle qui va d'Andorre la Vieille à la paroisse d'Ordino. Le reste du réseau routier se compose, presque totalement, de routes de haute montagne.

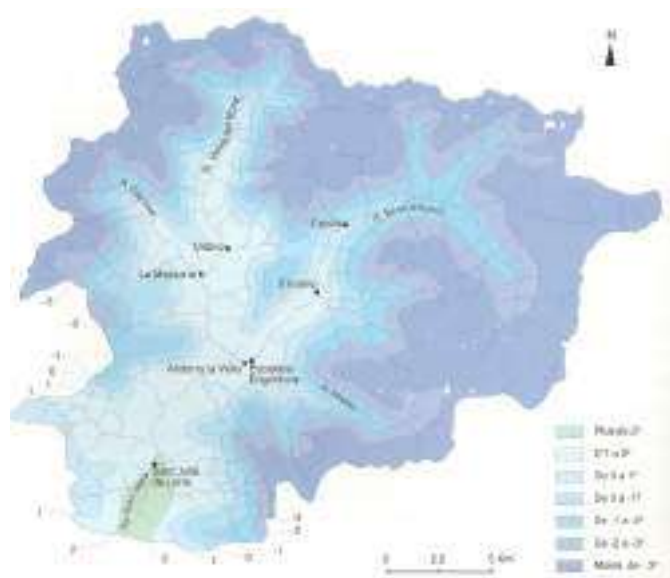
2. Climat

2.1. Aperçu des zones climatiques

D'un point de vue régional on peut inclure la Principauté d'Andorre dans la sphère du climat méditerranéen, cependant, il faut prendre en compte toute une série de facteurs géographiques qui influent notamment sur le comportement climatique.

En premier lieu le relief, et l'important gradient altitudinal présent dans la Principauté. Une grande partie du pays se situe à 2000m, faisant donc partie du domaine des climats de montagne, où les précipitations sont plus élevées que dans les vallées, les températures plus basses, l'amplitude thermique plus importante, le vent plus présent. À partir de 2000 – 2200 m, la neige est susceptible de tomber de décembre à avril, de façon régulière. La situation est différente pendant la partie la plus chaude de l'année, surtout l'été, quand l'activité convective génère des précipitations de haute intensité souvent sous forme de tempêtes de courte durée.

L'autre facteur géographique important à prendre en compte est la distance de l'Andorre par rapport à la mer. La proximité de l'océan Atlantique favorise l'entrée de vents humides par le versant français des Pyrénées. Cette caractéristique entraîne d'importantes précipitations sous forme de neige pendant la saison hivernale surtout sur les montagnes de la moitié nord du pays. L'Andorre est sous l'influence des climats tempérés, (en fonction des précipitations) surtout l'hiver. Ces advections septentrionales arrivent plus difficilement dans la moitié sud, laquelle est plus sous l'influence de l'entrée de masses d'air humides méditerranéennes, et à un degré continental plus élevé. Finalement, on peut dire que le climat d'Andorre reste défini par les régimes: Montagneux – Méditerranéen – Tempéré.



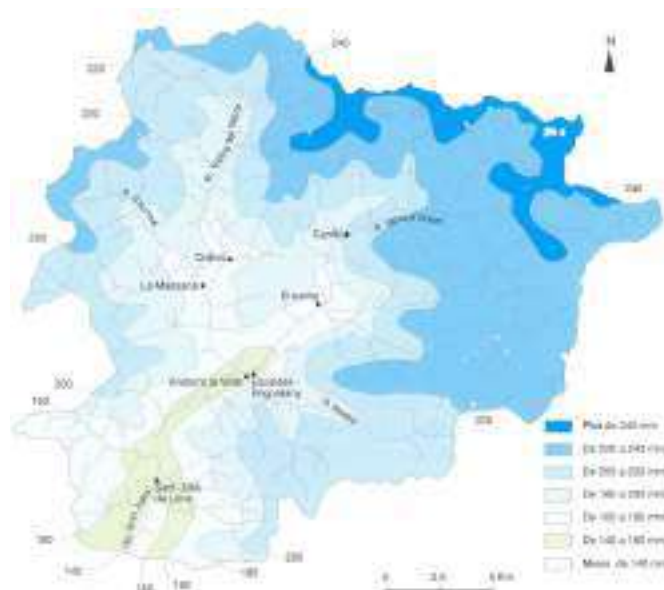
3.- Températures moyennes du mois de janvier en Andorre (Raso, 1999)

2.2. Données climatiques remarquables

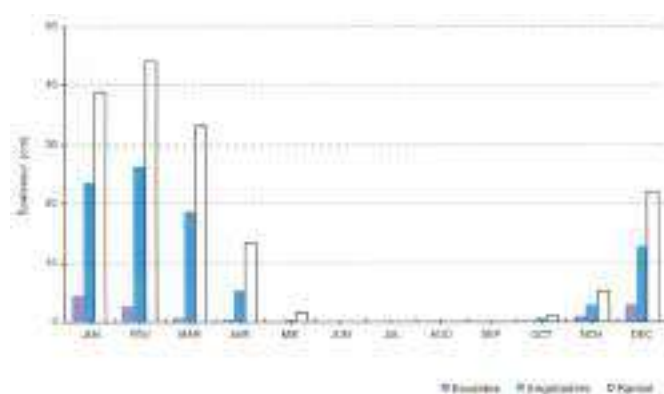
Dans les cartes 3 et 4, qui nous montrent les chiffres moyens des précipitations et des températures pendant la période froide annuelle en Andorre, on peut voir que les secteurs nord et est de la Principauté sont les zones où se concentre la probabilité maximale de neige au sol.

Le graphique 5, nous renseigne sur les mois qui ont plus de neige au sol: spécialement janvier, février et mars.

Pour conclure, signalons que les quantités maximales d'averses de neige accumulées en 24 heures durant la période 1986-2003 ont été de 85cm à 2100m (Pas de la Casa), de 56cm à 1600m (Ransol) et de 40 cm à 1100m (Escaldes).



4.- Précipitations moyennes du mois de janvier en Andorre (Raso, 1999)



5.- Distribution mensuelle de l'épaisseur de neige moyenne à Escaldes (1100m), Engolasters (1600m / ensoleillé) et Ransol (1600m / sombre) (Raso, 1999)

2.3. Indices hivernaux utilisés dans le pays

Le Gouvernement, directement avec ses équipes, s'occupe de l'entretien des routes et utilise des indices qui ne sont pas basés uniquement sur les conditions météorologiques pour indiquer les difficultés causées par l'hiver. Les chutes de neige de l'hiver en question et les quantités de sel utilisées sont la référence pour évaluer la rigueur de l'hiver.



6.- Graphique des tonnes de sel par saison

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

- Classement des routes.**

Les routes sont classées en deux types:

- Les routes générales, propriété du Gouvernement.
- Les routes secondaires, qui appartiennent aux corporations locales, les Communes.

- Obligation légale**

En tant que propriétaire, l'administration centrale a l'obligation de veiller sur les routes générales qui assurent la circulation au niveau national. D'après la loi de délimitation des compétences, c'est le gouvernement qui doit aussi assurer l'entretien des routes secondaires

- Niveaux de service**

En période hivernale, le Ministère de l'Aménagement du Territoire, détermine le niveau de service en fonction de deux critères: la classification fonctionnelle de la route et de l'intensité moyenne journalière (IMJ).

Niveau de service	Classification des routes
Niveau de service 1: Route toujours dégagée	Routes générales et routes secondaires avec une forte IMJ.
Niveau de service 2 : Route toujours dégagée pendant le jour et partiellement dégagée la nuit.	Routes secondaires

Parler de route dégagée en cas de viabilité hivernale, c'est parler de la stratégie de la «chaussée noire». C'est-à-dire que, lorsqu'il tombe des averses de neige, l'objectif est d'arriver le

plus tôt possible à éliminer la neige et le verglas de la route. Les nouvelles technologies et un plus grand parc de machines nous aident à mieux maîtriser les événements météorologiques et à raccourcir les délais d'intervention.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'Andorre possède une longue tradition dans la gestion de la viabilité hivernale et partage volontiers son expérience en matière de déneigement avec les pays voisins en leur venant en aide lors de situations extrêmes. Cela fut le cas lors des grandes averses de neige en Catalogne (Espagne) dans les années 1962 et 2001.



7.- Col d'Envalira, 1960

Toute la maintenance des routes, en ce qui concerne la viabilité hivernale, est gérée par les équipes du Gouvernement. Les équipes communales s'occupent uniquement des rues à l'intérieur des agglomérations. Toutefois, il faut remarquer la bonne coopération qui existe entre les sept Communes et l'administration centrale dans ce domaine.

- Organisation Sectorielle du déneigement**

La forme en «Y» du réseau routier, qui suit les fond des vallées, conditionne la division sectorielle. D'après les caractéristiques physiques et climatiques, on a divisé les équipes de viabilité hivernale (V.H.) en deux secteurs:

- ✓ Secteur Vallée du Nord, avec un réseau de 200 km de route.
- ✓ Secteur Vallée d'Orient, qui n'a qu'un réseau de 70 km, mais qui doit assurer en permanence l'ouverture du col d'Envalira à 2.408 m. d'altitude.

- Programme de travail du personnel**

L'organisation et les plans de travail du personnel de viabilité hivernale sont programmés en fonction du secteur:

✓ Dans la Vallée du Nord tout le personnel travaille en astreinte. Il y a déjà quelques années que l'on a augmenté les effectifs pour affronter les niveaux de service exigés, car dans le cas d'averses de neige continues (plus de 2 jours) nous avons des difficultés à fournir des équipes de travail suffisantes, notamment de nuit. Il ne faut pas oublier que ces équipes assurent le déneigement de l'unique voie de communication avec l'Espagne.

✓ Dans la Vallée d'Orient, secteur où il faut assurer la communication avec la frontière française, à plus de 2000 m, la méthode de travail est différente. Nous avons près du Col d'Envalira et de la frontière un centre de travail, stratégiquement situé, où le personnel de déneigement est présent, du matin jusqu'au soir, tous les jours de la semaine. Pendant la nuit nous disposons de personnel en astreinte qui peut être convoqué en fonction des conditions météorologiques.

• Inspection et contrôle hivernal

Pendant la saison de Viabilité Hivernale, du 1er novembre au 30 mai, un service d'inspection parcourt toutes les routes. Il porte une attention spéciale aux points les plus problématiques. Ce service a pour mission de prévenir les risques de verglas matinal sur les routes aux heures pointes de trafic.

Les inspecteurs, en cas de verglas ou de neige, préviennent les équipes de salage ou de déneigement. En fonction des conditions météorologiques ces équipes réalisent une surveillance continue de l'état des routes.

• Equipements de déneigement

La quantité totale d'engins chasse-neiges à lame, appartenant au Gouvernement est de 20 unités, équipés aussi avec épandeurs de sel et saumure.



8.- Chasse-neige

On dispose aussi d'épandeurs de sel/saumure et de turbo-fraises pour le nettoyage des zones les plus affectées par la neige.

La moyenne est donc d'une lame chasse-neige pour chaque 13,5 km de réseau routier, en plus des camions d'épandage du sel/saumure et des turbo-fraises.



9.- Turbo-fraise

• Prévention des avalanches

Un service d'assistance technique, avec des experts en prévention d'avalanches est en alerte pendant toute la saison hivernale. Dans la Principauté on contrôle 12 sites où les avalanches peuvent atteindre les routes.

Cette surveillance est fournie par une entreprise externe et comprend trois types d'actions:

1.- La surveillance du manteau neigeux et des prévisions météorologiques lors de chutes de neige.



10.- Barrières de protection, claies, Canal de Nicolau, El Serrat.

2.-Des «expertises» d'estimation d'un risque localisé lorsque la situation le nécessite.

3.-Des déclenchements préventifs avec canons avalancheurs, Catex et Gazex.



11.- Gazex à Les Fonts, Arinsal.

3.3. Evaluation des mesures d'entretien hivernal

Chaque année, tous les services qui participent au dispositif de neige (services de déneigement du Gouvernement, service de Police, services de circulation et services de déneigement des communes) font le bilan de la saison et travaillent pour apporter les améliorations nécessaires en vue de la prochaine saison.

Il existe dans l'économie de notre pays un lien très important entre la viabilité hivernale, le tourisme et la mobilité, et le PIB. C'est pourquoi le travail en commun de tous les agents rattachés à ces secteurs stratégiques fournit les outils nécessaires aux prises de décision structurelles.

3.4 Sécurité et information routières

• Système d'information

L'Agence de Mobilité, service auquel est rattaché le Centre National du Trafic (CENATRA) et les équipes de déneigement du Service de Conservation et d'Exploitation des Routes

(COEX), sont engagés dans la promotion et la diffusion de campagnes publicitaires pour sensibiliser les usagers sur la conduite responsable et l'utilisation des équipements routiers de conduite en cas de neige. Ces initiatives se sont matérialisées par la campagne «les couleurs de la neige».

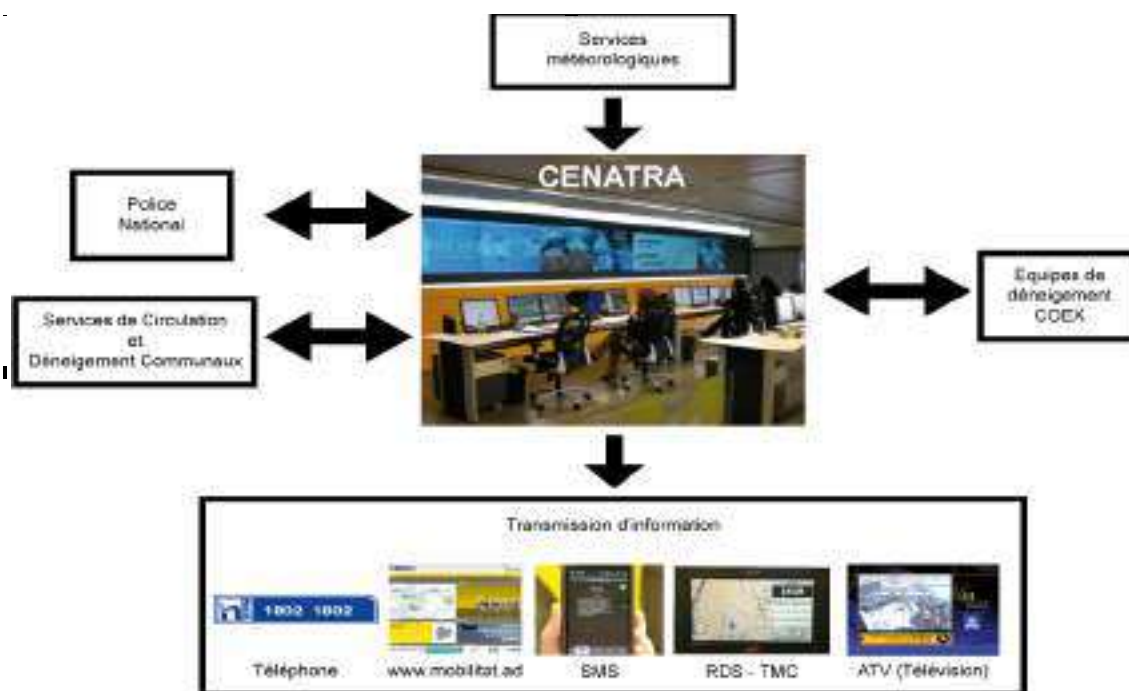


12.- Panneau à message variable

L'information est primordiale dans la gestion de la viabilité hivernale. Une infrastructure de communication dont le noyau est situé au CENATRA a été mise en place.

D'un côté les équipes d'inspection et de contrôle des routes du Service de Conservation et d'Exploitation des Routes (COEX) préviennent le Centre National du Trafic (CENATRA) des incidences, avec un feedback constant entre la Police National et les Services de Circulation et déneigement Communaux. D'un autre côté le CENATRA informe, à travers les panneaux de messages variable et les médias (SMS, web services, RDS-TMC, bulletins radio,...), des conditions de la route.

NIVEAU VERT IL COMMENCER À NEIGER	NIVEAU JAUNE NEIGE SUR LA CHAUSSEE	NIVEAU ROUGE CHAUSSEE COUVERTE DE NEIGE	NIVEAU NOIR CHAUSSEE IMPRATICABLE
 - La circulation n'est pas perturbée. - Rodéos de production. - Ne pas dépasser la vitesse de 80 km/h. - Il est conseillé d'utiliser des pneus hiver et de maintenir la pression des pneus à 2,5 bar. - Il est conseillé d'utiliser des pneus hiver et de maintenir la pression des pneus à 2,5 bar.	 - Usage des chaînes ou pneus spéciaux à une vitesse maximale de 60 km/h. - Il est conseillé aux conducteurs et aux véhicules articulés de ne pas circuler. - Réduire la vitesse, notamment dans les virages et les descentes. - Eviter toute manœuvre brusquée et augmenter la distance de sécurité. - Ne pas conduire le véhicule si la route se fige et l'on ne possède pas d'équipements spéciaux (chaînes, pneus hiver, etc.).	 - Usage des chaînes ou pneus spéciaux à une vitesse de 40 km/h. - Usage obligatoire des chaînes pour les poids lourds. - Il est interdit de circuler aux véhicules de transport de marchandises de plus de 3 500 kg de PMA. - Il est recommandé d'utiliser des pneus hiver. - Ne pas utiliser la route sur une pente raide ou dans un virage serré. - Ne pas dépasser les vitesses autorisées si l'on n'est pas sûr de pouvoir conduire.	 - Risque de rester immobilisé longtemps sur la route. - En cas d'immobilisation, il est recommandé d'utiliser des chaînes ou des pneus hiver et de rester en sécurité. - Ne pas laisser le véhicule dans les virages ou dans un virage de peur de gêner le passage des autres véhicules.



13.- Panneau à message variable



14.- Station de production de saumure

4. Recherches et études en cours

4.1 Nouvelles technologies

Projets qui sont en cours:

- Equipements de communication à bord (système TETRA) pour connaître en temps réel la position exacte de tous les engins de déneigement, et les données des capteurs qui analysent les conditions de travail de chaque véhicule.
- Stations automatiques laser présentes sur les engins d'épandage du sel avec mesure de l'humidité relative, la température de la surface et la température de l'air afin de calculer le taux exact de sel et de saumure.
- Capteurs de verglas sur la route.
- Généralisation de l'utilisation de saumure.

5. Références

Web du Gouvernement de la Principauté d'Andorre
www.govern.ad/

Agència de Mobilitat i Explotació de Carreteres
www.mobilitat.ad/

IEA Institut d'Estudis Andorrans
www.iea.ad/

CENMA
 Centre d'estudis de la neu i la muntanya d'Andorra
www.cenma.ad/

El Clima d'Andorra, J.M. Raso Nadal, 1999
 Ministeri d'Educació, Joventut i Esports (Govern d'Andorra)



AUTRICHE



1. Données démographiques et routières

1.1. Information au sujet du pays



Figure 1 – République d'Autriche

L'Autriche se situe au sud de l'Europe centrale. Elle est entourée par l'Allemagne et la République Tchèque au nord, la République slovaque et la Hongrie à l'est, la République de Slovénie et l'Italie au sud, ainsi que la Suisse et le Liechtenstein à l'ouest.

Ses 83 858 km² de superficie abritent une population de 8,35 millions. La topographie est dominée par les chaînes orientales des Alpes et la plaine du Danube.

Vienne, la capitale de la République d'Autriche, située dans l'est du pays, s'étend sur 414 km² et accueille 1,68 million d'habitants.

L'Autriche se classe parmi les pays industrialisés les plus développés. Le secteur des services joue un rôle primordial. L'industrie chimique et électrique, l'agriculture et le tourisme contribuent largement à l'économie nationale.

Le maillage routier et ferroviaire est dense. L'aéroport de Vienne est une plaque tournante des vols entre l'est et l'ouest de l'Europe.

L'Autriche est une République fédérale, composée de 9 régions (provinces fédérales) :

- Vienne (1,73 million)
- Basse Autriche (1,62 million)
- Burgenland (0,29 million)
- Haute Autriche (1,42 million)
- Salzburg (0,53 million)
- Styrie (1,21 million)
- Carinthie (0,56 million)
- Tyrol (0,71 million)
- Vorarlberg (0,36 million).

Les autoroutes sont privatisées. Tous les types de véhicules sont assujettis au péage. Voitures et motocyclettes doivent être munies d'une vignette; les autocars et les poids lourds sont obligés d'être équipés d'un appareil nommé « go-box ». Les autres réseaux routiers sont gérés par les régions (planification, entretien, service hivernal).

1.2. Réseau routier et circulation

Superficie	83 879 km ²	
Population	8,35 millions	
Longueur du réseau routier	Autoroutes	2 029 km
	Routes à grande circulation	9 960 km
	Routes départementales	23 472 km
	Routes municipales	71 000 km
Latitude (capitale)	48° 13' 11" N	
Longitude (capitale)	16° 22' 12" O	

Tableau 1

Le réseau routier public couvre environ 106 500 km. Six millions de véhicules sont immatriculés dans le pays, dont 4 millions de véhicules de promenade qui roulent en moyenne 13 500 km par an.

2. Données climatiques

2.1. Aperçu des zones climatiques

Pays principalement alpin, l'Autriche se situe dans une zone de transition entre un climat continental et un climat maritime. Le climat hivernal est marqué en alternance par l'influence de masses modérées d'air humide, en provenance des côtes Atlantiques, et un air froid et sec porté par les puissantes hautes pressions situées au-dessus de l'Europe de l'Est.

En ce qui concerne l'occurrence de chutes de neige, l'Autriche peut être répartie en plusieurs zones :

- Le nord du pays subit fréquemment d'importantes chutes de neige, lorsque l'air humide provenant du nord-ouest est poussé vers les Alpes. Lorsque cet air humide se heurte aux cimes des montagnes, il s'élève, se refroidit et laisse retomber son humidité, devenue neige, sur les terres;
- Des tempêtes de neige importantes frappent le Sud autrichien quand des dépressions s'installent au-dessus de l'Italie du Nord;
- Dans les plaines à l'est et au nord de l'Autriche, les chutes de neige massives sont rares et se produisent seulement en cas d'une accumulation extensive d'air froid venant du nord de l'Europe ou, comme dans le sud du pays, lorsque les dépressions s'installent au-dessus de la Méditerranée. Pour qu'il neige, les températures doivent être suffisamment basses;

- Les routes autrichiennes peuvent être exposées au verglas plusieurs fois au cours de l'hiver. Cela se passe ainsi lorsqu'un front chaud en provenance de l'ouest de l'Europe recouvre le pays et que la pluie ou la bruine se transforment en glace lorsqu'elles entrent en contact avec l'air froid au sol.

La circulation peut aussi être gênée par la brume ou la bruine verglaçante. Ceci se produit lors de brusques inversions de température, quand l'air froid venant de l'Europe de l'Est est couvert, au-delà des 600 à 1200 mètres, par des couches beaucoup plus chaudes.

Les congères peuvent causer des situations catastrophiques sur les routes dans les plaines, car celles-ci sont exposées au vent lorsque les températures sont basses.

3. Gestion hivernale des routes

3.1. Normes et réglementations

La législation routière sert de base légale à toutes les activités hivernales d'entretien. En cas de neige ou de verglas, les trottoirs doivent être déblayés de 6 à 22 heures. Ce travail incombe aux propriétaires des maisons avoisinantes. Les activités des services routiers hivernaux sont réparties par catégorie de routes comme suit (tableau 2) :

- A Autoroutes et routes fédérales liées aux autoroutes.
- B Routes départementales et municipales très fréquentées (trafic journalier > 3000).
- C Routes départementales et municipales très fréquentées, bus réguliers, bus scolaires ou de tourisme.
- D Routes départementales et municipales peu fréquentées (< 1000).

3.2. Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Les propriétaires de routes sont responsables de l'entretien et du service d'hiver. Les autoroutes et les routes fédérales sont gérées par l'ASFINAG (Autobahn und Straßen Finanzierungs AG). Les routes départementales et municipales sont gérées par les régions, les villes ou les municipalités. Pour l'entretien hivernal, il n'existe aucun service centralisé donnant des instructions aux agents locaux.

3.2.1 Agents du service hivernal

L'Autriche dispose de 240 centres d'entretien, chacun dirigé par un chef de service. Ces chefs assurent l'organisation de

leur centre d'entretien (dépôts) en été, comme en hiver. Certains d'entre eux planifient, exécutent et surveillent les activités d'entretien de toutes les administrations routières. Tous ont la responsabilité de la surveillance et de la prévision météorologique, et ce sont eux qui doivent prendre les décisions appropriées pour assurer les conditions de sécurité routière exigées.

Ils sont également responsables de l'organisation quotidienne du personnel et du stockage suffisant de matériaux granulaires comme le sable, les gravillons ou le sel.

3.2.2 Engagement des entreprises privées

Des entreprises privées peuvent également participer au service hivernal. Les contrats entre celles-ci et l'administration se concluent après des appels d'offres. Les clauses du contrat dépendent des exigences de l'administration routière.

Les camions employés nécessitent une plaque de montage pour attacher le chasse-neige et un système hydraulique afin

de permettre la manœuvrabilité de celui-ci. L'équipement nécessaire pour l'exécution du travail, comme l'épandeuse ou la lame de déneigement, est fourni par l'administration routière. Les conducteurs sont employés par l'entreprise contractante.

En fonction du besoin de l'administration, les contrats restent en vigueur pour des périodes de 3 à 5 ans.

Les routes à déneiger ou à déglacer sont indiquées sur un plan qui peut fournir des informations complémentaires (le numéro du plan de service hivernal, la région, l'adresse et le numéro de téléphone du dépôt de matériaux, les routes à sens unique).

Les matériaux exigés (sel raffiné ou sel gemme, chlorure de calcium, abrasifs, carbonate de potassium) sont obtenus par publication d'appels d'offres à l'échelle européenne. L'administration routière centrale se charge de lancer les appels d'offres. Les contrats sont valables pour un an et contiennent généralement certaines clauses, comme pour obtenir une livraison supplémentaire après une intervention hivernale ou l'obligation de livrer les matériaux dans un délai de 48 heures, etc.

Catégorie de route	A	B	C	D
Types de routes	Autoroutes	Routes à grande circulation Routes départementales et municipales très fréquentées	Routes secondaires Routes départementales et municipales très fréquentées, bus, bus scolaires ou autocars	Routes secondaires Routes départementales et municipales peu fréquentées
Véhicules par jour		> 3000	< 3000	< 1000
Périodes de circulation	max. 3 heures	max. 5 heures	max. 5 heures	
Conditions météorologiques 1	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation
Neige légère couche de neige ou verglas givre blanc congère	toutes les voies praticables routes d'accès et de sortie chasse-neige et épandeuse avec fondants chimiques 24 heures	praticables retards possibles entre 22 h et 6 h chasse-neige et épandeuse avec fondants chimiques de 4 h à 22 h	praticables retards possibles entre 20 h et 7 h chasse-neige et épandeuse fondants chimiques ou abrasifs de 5 h à 20 h	praticables longs retards possibles chasse-neige ou épandeuse avec abrasifs une fois par jour
Conditions météorologiques 2	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation
neige légère ou dense congères couche de neige > 10 cm	une voie praticable toutes directions sorties et routes d'accès chasse-neige et épandeuse avec fondants chimiques 24 heures	praticable longs retards possibles chasse-neige et épandeuse avec fondants chimiques de 4 h à 22 h	praticable longs retards possibles chasse-neige et épandeuse avec fondants chimiques ou abrasifs de 5 h à 20 h	praticable longs retards possibles chasse-neige et épandeuse avec abrasifs deux fois par jour
Condition météorologique 3	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation	Conditions de la circulation
pluie verglaçante chute de neige très importante, avalanches	On ne peut pas garantir la sécurité routière lors de l'enlèvement de grandes quantités de neige (congères ou avalanches) ; la route peut être bloquée temporairement.			

Tableau 2 - Catégories du service hivernal

AUTRICHE



	P1	P2	P3
	Inner-city main roads, access roads, roads with bus lines / trams, roads to access public hospitals and fire stations	Routes avec un trafic d'importance mineure, route de desserte de zones résidentielles ou commerciales, routes de montagne	Routes avec un trafic d'importance mineure, caractère rural
Sorte de traitement	Raclage et épandage	Raclage et épandage	Raclage et épandage
Horaire du service hivernal	4-22	5-22	6-22
Profondeur maximale de neige	10 cm	10 cm, plus la nuit	10 cm, plus la nuit
Intervalle de traitement	max. 5 hours	max. 12 hours	max. 12 hours
Traitement avec	Fondant privilégié	Fondant privilégié, si application d'abrasifs	Abrasifs, fondant si nécessaire
Condition de surface après traitement	Route humide ou sèche, petite baisse possible	Route humide ou sèche, verglas sporadique possible	Routes de enneigée et baisse possible

	P4	P5	P6	P7
	Piste cyclable séparée comme raccordement au voisinage ou ayant une fonction de commutation du trafic	Piste cyclable séparée comme raccordement avec une fonction locale d'accès ou un itinéraire de loisir	Trottoirs indiqués, secteurs piétons, itinéraires d'école, chemins dans le secteur des hôpitaux, arrêts de transport en commun dans le mandat des autorités locales	Les espaces de stationnement, aires de stationnement, routes express, autres secteurs trafiqués
Sorte de traitement	Raclage et épandage	Raclage et épandage	Raclage et épandage	Raclage après les autres traitements
Horaire du service hivernal	6-19	6-19	6-22	Pas précisé
Profondeur maximale de neige	10 centimètres, plus la nuit	baisse possible	baisse possible	baisse possible
Intervalle de traitement	maximum. 12 heures	comme requis	En accord avec §93 StVO or §1319 ou ABGB	aucun
Traitement avec	De-icer favoured, if applicable abrasives	De-icing or abrasive	De-icing or abrasive	De-icing or abrasive
Condition de surface après traitement	Route sèche sporadiquement glace ou abrasifs sur la route	Trafficabilité sporadiquement glace ou abrasives sur le route	Route sèche, verglas ou ornières sporadiquement possibles	According to the possibilities. Restrictions due to snow deposition possible

Table 3: catégories de viabilité hivernale en milieu urbain (condition météo faible chute de neige)

3.2.3 Techniques d'épandage

La législation autrichienne exige le service hivernal sur toutes les routes publiques du pays. Les matériaux d'épandage à employer dépendent de la catégorie de la route en question (voir tableau 2). Sur les routes de la catégorie A, l'épandage avec du sel est impératif, l'utilisation d'abrasifs est interdite. Sur les routes des catégories B et C, l'épandage est effectué avec du sel ou avec un mélange de sel et d'abrasif (dans le rapport 1:10), ou bien avec des abrasifs, au choix de l'Administration.

L'épandage de sel humide (technologie F 30) est très courant (figure 2). Si un camion n'est pas équipé du dispositif nécessaire, les équipes peuvent utiliser un mélange de sel sec (sel gemme ou raffiné) et d'abrasif.



Figure 2 – Camions avec chasse-neige et équipement F30

L'entretien hivernal dans les régions alpines requiert souvent l'utilisation de turbines à neige. Le risque d'avalanches peut aussi forcer la fermeture temporaire de certains tronçons. La zone des Préalpes, située à 60 km à l'ouest de Vienne (fig.3) reçoit très souvent de violentes chutes de neige. L'utilisation de turbines à neige est courante dans les activités d'entretien hivernal dans la zone alpine.



Figure 3 – Turbine à neige dans la région de Lilienfeld (Basse Autriche)

Certaines routes en haute altitude sont fermées complètement pendant l'hiver. L'enlèvement de la neige commence en avril. Il faut 25 jours de travail pour dégager le Großglockner Hochalpenstraße (fig. 4) des 600 000 à 800 000 m³ de neige qui s'y sont accumulés. La muraille blanche peut atteindre 21 m.



Figure 4 – Enlèvement de la neige dans le Großglockner Hochalpenstraße

3.2.4 Conséquences de l'emploi de fondants chimiques et d'abrasifs sur l'environnement

L'emploi de fondants chimiques peut avoir des effets nuisibles sur l'environnement. Pour le protéger, l'usage de chlorure de sodium est interdit sur de nombreuses routes autrichiennes. Plusieurs arbres, comme les châtaigniers ou les platanes, sont particulièrement sensibles au sel ou au chlorure de calcium. Afin de réduire les effets nuisibles au minimum, il faut employer des fondants chimiques moins corrosifs. Dans la région de Vienne, nous utilisons aussi du carbonate de potassium au lieu du sel, si l'épandage d'abrasifs ne suffit pas pour assurer la sécurité routière.



Figure 5 – Balai mécanique équipé pour l'épandage de saumure de chlorure de sodium

Dans les régions où, en raison de la densité de la circulation, l'emploi du sel est indispensable, et où des arbres bordent la route, les espaces verts situés à proximité sont rincés de manière intensive au printemps, afin d'en réduire la concentration en sel.

L'épandage d'abrasifs au cours des opérations d'entretien hivernal produit aussi de la poussière. Normalement, il faut attendre que la température de surface atteigne les 3 °C ou plus, avant que l'on puisse utiliser les balais mécaniques. Ces machines font une aspersion d'eau pour éviter de produire des nuages de poussière en ramassant les gravillons. La ville de Vienne utilise aussi des balais mécaniques (fig. 5) qui utilisent une saumure de chlorure de sodium au lieu d'eau, ce qui permet de procéder au balayage par des températures sous zéro, au cours d'une période de temps sec.

3.2.5 Système d'information météorologique

Les neuf régions maintiennent des contrats particuliers avec les instituts météorologiques. Les prévisions météorologiques ne sont pas annoncées de manière globale pour tout le pays, mais individuellement pour chaque région, compte tenu du climat dans les endroits concernés. Les organismes chargés de ce service sont :

- L'Institut central de météorologie;
- Austro Control (service météorologique de l'aviation);

- Service météorologique de l'armée;
- Météomédia et d'autres petites stations.

Le service hivernal des routes tient compte des paramètres suivants :

- Température de l'air [°C];
- Température de surface de la chaussée [°C];
- Direction et force du vent (moyenne et pointe);
- Conditions météorologiques et tendances;
- Effets météorologiques (faible, modéré, fort);
- Précipitations (bruine, pluie, neige fondante, neige, verglas);
- Forme des précipitations (averse, pluie verglaçante, averse intermittente);
- Intensité (faible, modérée, forte);
- Épaisseur de neige maximale [m];
- Quantité de neige nouvelle [cm];
- Remarques du météorologue.

Les personnes responsables du service doivent collecter ces données et prendre leur décision à l'aide de ces rapports.

Il y a 370 systèmes avertisseurs de verglas installés sur les routes en Autriche. Les mesures obtenues sont transmises par des lignes spécifiques, louées pour l'occasion, à l'Administration. Dans certains cas exceptionnels, on se sert de modems de sélection. Les systèmes se trouvent en principe aux endroits les plus froids d'une route ou d'un pont. La décision de la mise en place de nouveaux systèmes est prise sur la base de cartes thermiques et selon l'expérience des chefs de service ou des conducteurs de chasse-neige.

Quelques administrations sont reliées au radar météorologique et au système EUMETSAT. Les informations obtenues de cette façon sont très importantes pour le chef de service lorsqu'il est chargé de décider du début, de la continuité ou de la fin des activités d'entretien du service hivernal.

3.2.6 Sécurité routière et information aux usagers

Les stations de radio et de télévision diffusent l'information sur le temps qu'il fait, les prévisions et les conditions routières. Cette information est également disponible par télétexte et sur Internet. Des caméras routières sont installées en certains points, dans tout le pays. On peut observer le temps qu'il fait, tant dans les régions touristiques que dans les zones urbaines. Un grand nombre de véhicules ne sont pas équipés de pneus d'hiver. Ainsi, la plupart des accidents avec blessures sont causés par des véhicules mal équipés.

L'information relative aux conditions routières d'hiver doit être diffusée le plus tôt possible. Certains panneaux routiers indiquent des limites de vitesse sur les routes glissantes. Le service de police peut imposer l'utilisation de pneus d'hiver ou de chaînes sur certaines routes.

3.2.7 Dépôts de neige dans les régions urbaines

Dans les régions urbaines, le service hivernal est confronté à des conditions qui n'existent pas sur les autoroutes. L'absence d'espace au bord des routes nécessite un déblaiement rapide de grandes masses de neige. Les grandes villes disposent de dépôts pour stocker cette neige (fig. 6). Cette neige pourrait être jetée dans les cours d'eau, mais comme elle contient des abrasifs et d'autres matériaux, cela poserait des problèmes environnementaux.



Figure 6 – Décharge de neige

La neige est stockée sur des emplacements nommés décharges de neige, ou elle fond lentement. Les matières résiduelles peuvent être ramassées après l'hiver.

4. Recherche et études en cours

Le Conseil autrichien des recherches sur les routes et la circulation est responsable de toutes les activités de recherche en ce qui concerne la construction et l'entretien des routes.

Un groupe de travail s'occupe en priorité du service hivernal et fournit des instructions et directives en vue d'optimiser les activités d'entretien.

Des directives et les instructions sont compilées concernant l'efficacité de la viabilité hivernale.

La comparaison de situations hivernales types et de quantité épandues montre un potentiel élevé d'économie de sel en empêchant les interventions inutiles. Cela conduit à se poser la question de l'optimisation des épandages et des stratégies de service hivernal pour des situations types, qui pourrait toujours être appliqués dans les consignes d'intervention.

Pour répondre à ces questions les états fédéraux de l'Autriche, la filiale routière autrichienne (ASFINAG) et le ministère fédéral du transport (BMVIT) ont initié un projet de recherche à l'université de Vienne de la technologie.

Basé sur l'expérience terrain et des essais en laboratoire étendus de 2010 à 2012 à l'institut du transport, l'impact mécanique et physique complexe de tous les facteurs principaux et leur influence sur l'entretien d'hiver ont pu être déterminés. Des tests pratiques et des validations avec des personnel sélectionnés ont permis de finaliser la vérification et l'implémentation d'un modèle compréhensible de service hivernal.

D'autres résultats incluent un guide pratique synthétique de service hivernal et des cours de formation pour le personnel. De plus des principes de traitement, des stratégies d'entretien d'hiver, les taux d'application, et la conduite des recommandations pour les scénarios types d'hiver ont été développés.

Ces scénarios se composent d'une définition des états de la route clairement différenciés et à des scénarios d'intervention selon leur importance pour le service hivernal et les usagers de la route.

Ces scénarios sont donnés dans le tableau 4 avec des images de l'état de la route et une vue d'ensemble des stratégies. Les recommandations d'entretien d'hiver ne remplacent pas l'expertise et la responsabilité locales du personnel d'entretien d'hiver et l'adaptation des épandages aux conditions locales (par exemple sur des ponts, enrobés drainant, etc.).

Cependant, ils encouragent une évaluation harmonisée de la situation afin de réaliser de meilleurs résultats pour le service hivernal.

Des projets de recherche en cours considérant de nouvelles technologies d'application du sel, nouveaux fondants et l'évaluation des capteurs pour le service hivernal ont été finalisé durant l'été 2013.

5. Références

Handbuch für den Winterdienst der MA 48, Wien
 Amt der Niederösterreichischen Landesregierung
 Anforderungsniveau für den Winterdienst
 Der Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr
<http://www.grossglockner.at/de/grossglockner/>
www.asfinag.at

AUTRICHE



illustration	Conditions Routières	Recommandation de traitement
	Route sèche: Aucun de dégradations prévue Température de surface: -30°C to +60°C Haute adhérence, $\mu = 0,6 - 1,0$ Givre attendu ou possible (habituellement à 2 - 4 h)	Salage mini en cas de givre : Aucun traitement requis Traitement préventif 5 – 10* g/m² avec le début du givre
	Route humide ou mouillée: Température de surface > 0°C adhérence modérée, $\mu = 0,4 - 0,7$ Température de surface ≤ 0°C Route humide adhérence modérée, $\mu = 0,2 - 0,6$ Température de surface ≤ 0°C chaussée humide très faible adhérence, $\mu = 0,1 - 0,6$	Salage à température inférieure à 0 C: Aucun traitement requis (suivre la température !) Traitement préventif avec 5 – 10* g/m² Avant l début de la congélation Traitement avec 20 to 40* g/m² avant la congélation Messages d'avertissement si verglas formé !
	Neige en dehors des traces de roues : Pas de chutes de neige Traces de roues exemptes de neige adhérence modérée, $\mu = 0,3 - 0,5$ Chutes de neige de plus de 0,5 cm/interval Faible adhérence, $\mu = 0,2 - 0,4$ Chutes de neige de plus de 0,5 cm/interval Neige dans des traces de roue faible adhérence, $\mu = 0,2 - 0,4$	Raclage et salage : : Raclage et salage 10 – 20* g/m², pour enlever la neige résiduelle Raclage et salage 10 – 20* g/m² Raclage et salage 10 g/m² (décollage) jusqu'à la fin des chutes de neige, et Raclage et salage avec 20 – 30* g/m²
	Neige dans les bandes de roulement: Aucunes chutes de neige Route couverte de neige faible adhérence, $\mu = 0,2 - 0,3$ chutes de neige moins de 0,5 cm/interval faible adhérence, $\mu = 0,2 - 0,3$ chutes de neige plus de 0,5 cm/interval Très faible adhérence, $\mu = 0,1 - 0,3$	Raclage et salage: Raclage et salage avec 20 – 30* g/m², pour enlever la neige résiduelle Raclage et salage avec 10 – 20* g/m² Raclage et salage 10 g/m² (décollage !) jusqu'à la fin des chutes de neige, et Raclage et salage avec 20 – 30* g/m²
	Très faible adhérence Aucune précipitation La température de surface ≤ 0°C. très faible adhérence, $\mu = 0,05 - 0,2$ Verglas ou et davantage de précipitation (Neige ou pluie) très faible adhérence, $\mu = 0,05 - 0,2$	Salage comme requis: Traitement préventif si possible, traitement maximum des points critiques , d'autres traitements selon les besoins Traitement jusqu'à ce que la glace soit enlevée Fermeture de sections de routes si nécessaire

Table 4: Recommandations de service hivernal



BELGIQUE



1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays



Réseau routier belge (routes principales)

Traduction de la carte : Mer du Nord – Pays-Bas Kilomètres – Allemagne - Région flamande - Région wallonne - Région Bruxelles-Capitale – Autoroute – Autres routes régionales – Capitale – Ville importante

La Belgique est un pays de petite taille (30 528 km²), mais densément peuplé (10,67 millions); il est situé au cœur de l'Europe. Le pays occupe une position privilégiée entre les Pays-Bas, la France, l'Allemagne et la Grande-Bretagne; il longe également la Mer du Nord, la route maritime la plus fréquentée au monde. Bruxelles, capitale du pays, est également la capitale de l'Union européenne et un centre financier international. L'économie du pays est largement orientée vers l'exportation; 2/3 de la production est exportée. La prospérité de la Belgique dépend largement de son infrastructure de transport. Par conséquent, les réseaux autoroutier et ferré comptent parmi les plus denses au monde.

La Belgique est un État fédéral constitué (entre autres) de 3 régions: la région flamande au Nord (6,16 millions d'habitants), la région Bruxelles-Capitale au centre (1,05 million), et la région wallonne au Sud (3,46 millions). Ces trois régions disposent de leur propre autonomie dans plusieurs domaines, incluant la construction, la gestion et la maintenance des autoroutes et autres voies rapides situés sur leur territoire. Les régions flamande et Bruxelles-Capitale sont caractérisées par une altitude et un relief relativement faibles (0 à 100 m), tandis que la région wallonne comprend l'Ardenne, un groupe de plateaux dont l'altitude varie entre 400 et 690 m et entrecoupés de nombreuses vallées.

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier comprend 1763 km d'autoroutes, 12 613 km de routes régionales (nationales) - ces deux catégories étant gérées par les autorités régionales - ainsi que 139 219 km de routes communales et provinciales.

Superficie	30 528 km ²	
Population	10,67 millions	
Longueur du réseau routier	Autoroutes	1763 km
	Routes régionales	12 613 km
	Routes provinciales	1349 km
	Routes communales	137 870 km
Latitude (capitale)	50° 50' -1° N	

Statistiques 2008 au sujet du pays et des routes (<http://www.belgium.be>; <http://statbel.fgov.be>)

Le parc automobile composé de 6,48 millions de véhicules inclut 5,13 millions de véhicules de promenade, parcourant annuellement chacune 15 636 km en moyenne (année 2007). Le trafic est également important la nuit, particulièrement le trafic commercial. Le transport par voie routière représente 73 % du transport total de marchandises. Le trafic journalier moyen (2007; 6 h-22 h) sur les autoroutes est d'environ 51 000 véhicules (maxima proches de 150 000 sur certains tronçons à proximité des grandes villes) et d'environ 10 000 véhicules sur les routes régionales.

Trafic : 98,79 milliards kilomètres-véhicules	
Sur autoroutes :	35,85 milliards km-veh
Sur routes régionales :	40,70 milliards km-veh
Sur routes communales :	22,24 milliards km-veh
Par voiture particulière :	77,02 milliards km-veh
Par camion (et utilitaire) pour le transport de marchandises :	19,71 milliards km-veh

Statistiques 2007 de trafic (<http://statbel.fgov.be>)

L'importance économique des routes ne peut donc être négligée, même en hiver. En conséquence, une des tâches des autorités routières est de maintenir la praticabilité du réseau à tout moment, en mettant notamment en place un service spécial pour l'entretien hivernal.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

En raison de la situation géographique du pays, le climat est largement influencé par la proximité de la mer. En se déplaçant vers l'intérieur du pays, derrière une plaine côtière de quelques kilomètres de largeur, le relief augmente graduellement en direction du Sud et du Sud-Est et est caractérisé par de nombreuses vallées. Cette diversité entraîne l'existence de microclimats significativement différents qui doivent être pris en compte pour la gestion de l'entretien hivernal des routes.

2.2 Statistiques météorologiques : températures, jours de gel et précipitations

La Belgique bénéficie d'un climat tempéré avec des hivers relativement doux et pluvieux. Au cours de l'hiver, les conditions météorologiques peuvent être très changeantes autour de 0 °C. De fréquentes et abondantes précipitations durant l'hiver, la plupart du temps sous forme de pluie ou d'averses hivernales, rendent les routes mouillées ou humides. Le nombre de jours de neige varie considérablement d'un point à un autre du territoire : d'environ 12 jours/an à la côte, à 60 jours/an sur les plateaux ardennais [3]. Le nombre de jours de gel à Bruxelles reste limité : 52 jours par an. C'est l'existence de nombreux cycles de gel/dégel qui caractérise le plus les hivers en Belgique. De manière générale, plus on se déplace vers les plateaux ardennais, plus la température moyenne diminue et le nombre de jours de gel augmente jusqu'à une moyenne de 115 jours par an. Localement, les conditions météorologiques entre sections routières sont suffisamment variées pour causer différents types de glissance.

2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

Il n'y a pas d'indices hivernaux (au sens strict) utilisés en Belgique. Des indices de « consommation » prenant en compte la rigueur de l'hiver sont utilisés.

- Tableau de bord équilibré : L'Administration routière flamande fait appel à de nombreuses ressources (humaines et financière) pour atteindre ses objectifs stratégiques et opérationnels. Un de ces objectifs stratégiques est de minimiser l'impact sur l'environnement. Il est donc important d'analyser si des marges plus importantes que nécessaire (interventions surnuméraires, dosage trop important...) n'ont pas été prises lors de l'entretien hivernal. Le but final étant d'utiliser aussi peu de sel que possible, tout en atteignant l'objectif opérationnel d'éviter des routes glissantes. En conséquence, un index M (= Z/R) a été mis au point ; il s'agit du rapport entre la quantité de sel épandu (Z) et une valeur de référence R définie par la formule suivante :

$$R = \sum_{i=1}^9 O_i \times (7 \text{ g/m}^2 \times X1_i + 33 \text{ g/m}^2 \times X2_i) / 10^6$$

O : est la surface de route traitée dans chacune des 9 zones climatiques de la région.

X1 : est le nombre de nuits durant lesquelles la température de surface de la route était négative et où la température du point de rosée lui était supérieure.

X2 : est le nombre de nuits au cours desquelles des précipitations hivernales ou des chutes de neige sur une surface gelée ont été enregistrées.

L'Administration routière wallonne développe également des standards de qualité et des indicateurs de performance liés à la rigueur de l'hiver (voir § 4.2).

3. Gestion hivernale des routes (sur les routes régionales et les autoroutes)

3.1 Normes et réglementations

Obligation légale de réaliser un entretien hivernal

L'entretien hivernal exécuté par les trois administrations régionales compétentes est un service rendu aux usagers et à l'économie du pays. Le service d'hiver est activé de la mi-octobre à la mi-avril.

Classement des routes – Niveaux de service – Optimisation des circuits

Le niveau de service attribué aux routes vise, tant que les circonstances le permettent, à entretenir ou à rétablir des conditions de circulation normales dans toute situation hivernale non exceptionnelle, ceci en tenant compte de la catégorie de la route et de l'importance du trafic. Pour chaque niveau de service exigé, les opérations d'entretien hivernal doivent être terminées dans un intervalle de 4 heures suivant la décision d'intervention.

Théoriquement, la praticabilité de chaque route est assurée. En cas de conditions hivernales particulièrement extrêmes, et lorsque les moyens disponibles deviennent insuffisants, la priorité est donnée à certaines routes (autoroutes, nationales importantes, routes utilisées par les transports en commun). L'administration doit prendre les mesures nécessaires (épandage, déneigement, signalisation...) pour prévenir que le verglas ou la neige ne surprennent pas anormalement les usagers.

Normes de qualité, indicateurs de performance

Les contrats d'entretien hivernal sont toujours basés sur une obligation de moyens et non de résultats ou de niveaux de service.

Réglementation relative au personnel

L'organisation du service d'hiver à l'échelle locale est détaillée au sein d'un plan d'organisation (règlement interne) propre à chaque district. Ce document décrit comment s'organise chaque tâche relative au service d'hiver.

Le travail est planifié selon l'application de la loi belge du 14 décembre 2000^[3] réglementant le temps de travail; cette loi précise que le temps de travail ne peut excéder en moyenne 38 heures par semaine sur une période de référence de 4 mois (aucune dérogation n'étant possible).

Réglementation au sujet des types et caractéristiques des matériaux et de l'équipement

Le sel utilisé majoritairement sur les routes belges est le chlorure de sodium (NaCl), dans ses différentes formes (sel gemme, raffiné et saumure). Les contrats de fourniture sont conclus avant la période hivernale (en région wallonne : contrats de 3 ans décomposés en 3 phases annuelles, avec application en 2e et 3e année d'une formule de révision des prix unitaires initialement définie); ces contrats détaillent les caractéristiques auxquelles doit répondre le sel (pureté, antiagglomérant, granulométrie) ainsi que les quantités prévisionnelles et le conditionnement.

Les fournisseurs sont obligés de justifier l'existence de stocks appropriés en Belgique. En particulier, la région wallonne impose que les stocks de sel transitent par les voies navigables et les ports autonomes (de manière à encourager l'intermodalité). Les contrats de fourniture permettent annuellement de disposer de 3 types de NaCl (saumure, sel raffiné, sel à granulométrie étalée).

En général, des épanduses démontables de capacité adaptée à l'entretien sur autoroute ou sur route nationale (capacité d'environ 5 m³) sont utilisées; elles sont entraînées par une roue, un moteur auxiliaire, par l'hydraulique du camion porteur ou à l'aide d'un accouplement sur un moyeu du camion.

Chaque administration régionale dispose de ses propres exigences techniques au sujet des épanduses (système de fixation, signalisation, système d'entraînement et d'alimentation), mais, en général, les épanduses doivent toujours être équipées pour permettre l'épandage de sel humidifié (cuve à saumure, conduites de remplissage...), ainsi que d'un système précis de réglage de la largeur et du dosage. Les spécifications techniques se réfèrent entre autres à la publication CROW 131 ^[2].

La plupart des épanduses utilisées en région flamande sont équipées depuis 1996 d'un système d'acquisition et d'analyse des données d'épandage. Les camions effectuant le service d'hiver pour le ministère de la région de Bruxelles-Capitale sont équipés d'un système de positionnement en temps réel par GPS. Le déploiement d'un tel système est également en cours en région wallonne (voir § 4.1).

Région flamande		
	Autoroutes	Routes régionales
Districts	93 km/district	275 km/district
Épanduses (»5 m ³) & lames	8,1 km/épanduse	24 km/épanduse
Région wallonne		
Districts	87 km/ district	212 km/ district
Épanduses (»5 m ³) & lames	7,5 km/épanduse	26,5 km/épanduse
Région Bruxelles-Capitale		
Districts	11 km/district	320 km/district
Épanduses (»5 m ³) & lames	3,7 km/épanduse	20 km/épanduse
Belgique (moyenne)		
Districts	86 km/district	229 km/ district
Épanduses (»5 m ³) & lames	7,8 km/épanduse	23,9 km/épanduse

Le kilométrage inclut les 2 directions, les accès, sorties et échangeurs;

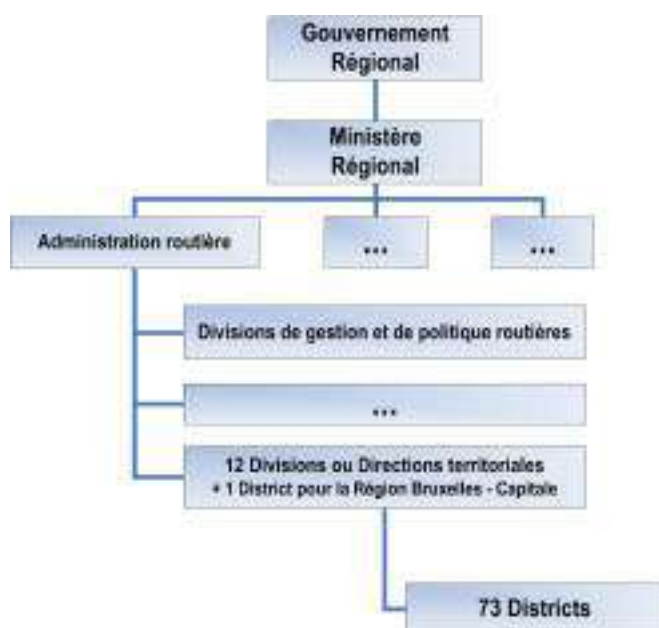
Entretien routier: districts et équipement – dans le cas d'un déploiement maximal (il s'agit ici d'une situation moyenne, résultant de la division du nombre de kilomètres par le nombre total de districts, épanduses et lames de déneigement)

Les administrations routières régionales font appel à de nombreuses entreprises privées (location de camions avec chauffeur, et également de l'épanduse en région wallonne), dont les équipements sont contrôlés et éventuellement calibrés avant la période hivernale. En règle générale, les circuits, le nombre d'épanduses et leur capacité sont déterminés de manière à pouvoir réaliser un circuit complet d'épandage dans un intervalle de 4 heures suivant la décision d'intervention (le temps de réaction après appel des entreprises est de 1 heure, la durée du traitement devant être d'environ 2 à 2,5 heures), ceci en considérant un taux moyen d'épandage compris entre 15 et 30 g/m².

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'organisation de l'entretien hivernal sur les routes belges est placée sous la responsabilité des:

- Trois administrations régionales pour les 14 376 km de routes régionales, et ce, par le biais de différentes directions centrales et de 74 districts locaux; toutes les opérations d'entretien hivernal étant réalisées ou commandées par ces centres locaux;



Décentralisation du service d'hiver

- Autorités locales (589 communes et 10 provinces) lorsque les routes communales ou provinciales sont concernées (ces routes ne sont pas examinées dans ce document).

Le rôle du district

L'entretien hivernal, réalisé par les districts, consiste en trois tâches principales :

- Un rôle de pilotage pour le chef de district, qui doit contrôler la bonne marche de l'entretien hivernal et assurer la guidance nécessaire afin que les directives soient bien assimilées et appliquées;
- Un rôle de coordination pour le « coordinateur de service d'hiver » qui assure la gestion quotidienne des opérations. Après avoir pris connaissance des conditions météorologiques (observations et prévisions) routières et des résultats de l'inspection du réseau, il prend les décisions nécessaires pour commander une intervention, rappelle les agents et les entreprises privées, et également détermine le type de traitement et la quantité de sel à épandre. Enfin, il lui incombe de veiller à l'encodage ou au bon enregistrement des données relatives aux prestations et à la gestion des fondants (voir aussi le § 4.2);
- Un rôle d'exécution pour les entreprises privées (principalement); le support logistique des entrepreneurs consiste à fournir les camions avec chauffeur et à l'occasion, des épanduses à produits humidifiés (uniquement en région wallonne et depuis l'année 2000) et les lames de déneigement.

Ces différentes tâches sont décrites dans divers documents internes mis à jour chaque année (plans généraux d'organisation, plans territoriaux, plans du district).

Partenariat public-privé pour l'exécution de l'entretien hivernal

L'exécution de l'entretien hivernal est confiée, pour la plupart des circuits, à des entreprises privées.

	Niveau de privatisation	% des opérations (derniers hivers)
Région flamande	Camion & chauffeur	100 %
Région Bruxelles Capitale	Camion & chauffeur	» 97%
Région wallonne (240 contrats privés)	Camion, chauffeur & épanduse	86 % (hiver 2008-2009)

Interventions réalisées par les entreprises privées

Les contrats avec les entreprises privées sont conclus avant chaque période hivernale; sur la base de contrats standards. Selon l'autorité compétente, différents types de contrats, décrivant les opérations d'entretien hivernal devant être effectuées sur un circuit bien spécifique, sont utilisés en Belgique :

- des contrats d'un an renouvelable deux fois, en région Bruxelles – Capitale;
- des contrats portant sur 3 périodes hivernales avec formule de révision annuelle des prix unitaires, en région wallonne (ils incluent la location de l'épandeur appartenant à l'entreprise privée);
- des contrats de trois ans (deux ans pour les pistes cyclables) en région flamande. Les épandeurs et le sel sont fournis par l'administration.

Contrats de fourniture de sel et directives

Chaque année, une direction centrale de chaque administration routière attribue à la suite d'un appel d'offres public, les contrats à différents fournisseurs de sel, de telle sorte que les stocks puissent être reconstitués. Ces contrats sont conclus à un niveau central afin de pouvoir bénéficier des meilleures conditions de prix. Cette direction contrôle également la bonne exécution de ces contrats. De surcroît, elle rédige les directives nécessaires à son utilisation selon les conditions routières (lors de basses températures, sur du verglas, sur enrobé drainant, etc.), et collabore également avec l'industrie en vue de futurs développements concernant le matériel de viabilité hivernale, etc.

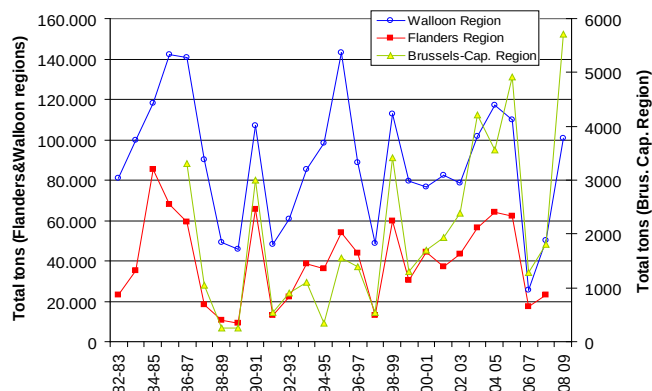
Coopération avec d'autres gestionnaires de réseau routier

Des accords existent entre les administrations régionales, ainsi qu'avec les autorités locales afin d'optimiser le traitement du réseau ou encore d'organiser les interventions sur quelques routes spécifiques.

La région wallonne met en outre l'information issue de son système météorologique à la disposition des communes de Wallonie afin de les aider dans leur prise de décision, une réplique de la partie relative aux données météorologiques de l'application a été développée en 2007 à cet effet.

Financement de l'entretien hivernal

La consommation annuelle en sel est évidemment liée à la sévérité de l'hiver. Au cours de la période 1982-2009, la consommation annuelle totale de sel routier (NaCl and CaCl₂) le long des routes constituant les réseaux régionaux fut la suivante :



Consommation annuelle de sel sur les routes régionales belges

Traduction du tableau : Total en tonnes pour les régions flamandes et wallonnes – Région flamande – Régions wallonne – Région Bruxelles-Capitale – Total en tonnes pour la région Bruxelles-Capitale.

À ce jour, l'épandage de CaCl₂ sur les routes régionales représente moins de 1 % de la consommation totale de sel.

	Région wallonne	Région flamande	Région Bru-Capitale
Moyenne hivers de 2003 à 2008 - tonnes	80 931	44 586	3154
km ²	7192	7650	
g/m ² /an	11,25	5,83	

Consommation de sel : période 2003-2008

Le coût annuel moyen de l'entretien hivernal en Belgique (derniers hivers) est d'environ 0,25 euro/m² (variant de 0,15 à 0,75 euro/m² selon la localisation de la route).

Les coûts totaux de l'entretien hivernal (moyenne des derniers hivers) se répartissent de la manière suivante :

	Achat de sel	Équipement et personnel	Entreprises privées
Région flamande	26 %	29 %	45 %
Région wallonne	17 %	26 %	58 %

Répartition des coûts totaux de l'entretien hivernal : période 2003 à 2008

Gestion opérationnelle de l'entretien hivernal – Mesures de lutte contre la neige et le verglas
Les interventions sont organisées en circuits et chaque

épandeuse est chargée de manière à traiter l'ensemble d'un circuit. Si nécessaire, plusieurs passages sont commandés. Les épanduses sont chargées, soit, directement à partir d'un silo vertical, soit à partir d'un silo horizontal à l'aide d'un véhicule chargeur.



Exemple de silos à sel utilisés en Belgique

On distingue trois types d'épandage, selon les circonstances :

- épandage localisé : pour éviter la formation locale de givre, de verglas ou encore pour déverglacer localement; la décision d'intervention ainsi que le dosage dépendent des conditions météo (analyse météorologique des points critiques particuliers du district concerné). Le dosage recommandé varie entre 7 à 10 g/m² (préventif) et 20 à 30 g/m² (curatif);
- épandage préventif (voire pré curatif) généralisé : vise à éviter du givre ou du verglas généralisé à l'ensemble du réseau, ou encore à prévenir l'adhésion sur la route de précipitations hivernales. Le dosage recommandé (l'épandage de sel humidifié est très fréquemment utilisé) compris entre 7 et 15 g/m² selon les conditions et prévisions météorologiques. Ces interventions sont exécutées dans des plages horaires (vespérales et/ou matinales) prédéfinies;
- l'épandage curatif généralisé est réalisé durant ou après les précipitations ou l'évènement hivernal. Les taux d'épandage variant généralement entre 20 et 25 g/m² avec un maximum pouvant atteindre localement 40 g/m².

Les coordinateurs reçoivent pour instruction de privilégier les épandages préventifs (à pré curatifs) aussi souvent que possible. Ces derniers sont réalisés à l'aide de sel humidifié (7 à 15 g/m² - c'est-à-dire 80 % de sel sec humidifié au moment

de l'épandage avec 20 % d'une saumure de NaCl concentrée à 22 %). La largeur et la symétrie d'épandage sont ajustées à partir de la cabine du camion, en fonction du nombre et de la largeur des voies.

En particulier, l'Administration routière flamande préconise l'utilisation de sel fin (raffiné) pour les épandages préventifs réalisés avec du sel humidifié et de gros sel pour les épandages curatifs. Aucun épandage n'est réalisé avec des abrasifs.

Les contrats incluent également des prestations de déneigement généralisé ou localisé (en recherche), combiné avec un épandage et exécuté en cascade (déneigement simultané sur plusieurs voies) en cas de nécessité.

Traitement à l'aide de sel humidifié

L'Administration routière flamande a adopté une politique de rénovation complète de son parc d'épanduses sur une période de 20 ans – débutant en 1990 – en achetant uniquement des machines équipées pour l'épandage de sel humidifié. Un renouvellement progressif similaire est également en cours à la région Bruxelles-Capitale (lors de l'hiver 2009-2010, 90 % des épanduses seront équipées pour l'épandage de sel humidifié) et, depuis l'année 2000, l'Administration routière wallonne a mis en place un nouveau type de contrat pour l'exécution des opérations d'entretien hivernal comprenant également la location des épanduses de sel humidifié.

Système et méthode d'information météorologique

Les observations provenant de l'inspection du réseau, les mesures opérées par les stations météorologiques (SMR), les prévisions météorologiques fournies par le service météo de l'armée de l'air belge (WING) ainsi que celles relatives à la température de la route, mais également la connaissance des spécificités locales du réseau constituent les éléments principaux permettant au coordinateur de prendre toute décision adéquate en matière de service d'hiver.

Le système d'information météorologique : un outil d'aide à la décision

Principe : En premier lieu, le système d'information météorologique permet la collecte automatique de données relatives à l'état de surface de la route, ainsi que de données météorologiques locales, et vise ensuite à améliorer la sécurité routière en anticipant les conditions météorologiques susceptibles de rendre les routes glissantes.

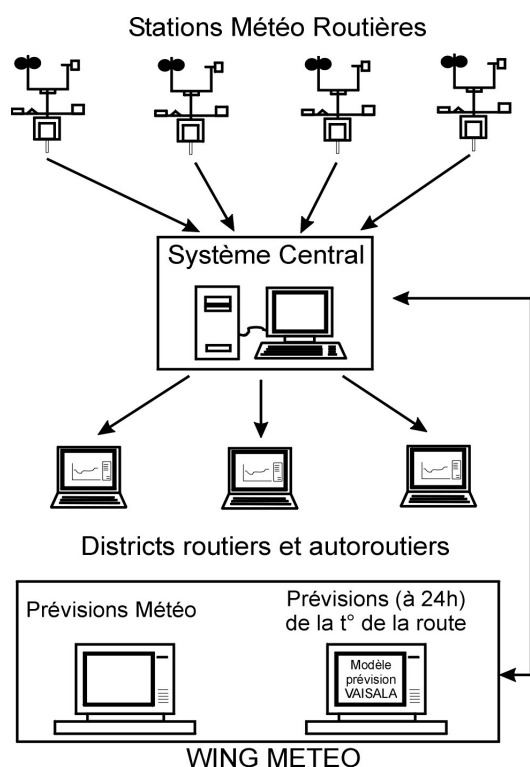


Schéma de principe d'un système d'Information météoroutier

Deux systèmes météoroutiers sont opérationnels en Belgique (régions flamande et wallonne); globalement, ils sont composés de :

1. 99 stations météoroutières (SMR) situées le long du réseau routier des régions wallonne et flamande. Chaque région a été divisée en zones climatiques relativement homogènes au sein desquelles, les SMR ont été installées en des points stratégiques du point de vue de l'entretien hivernal. Il y a deux types de SMR, selon leur équipement :

- les stations principales (34), essentiellement installées le long de routes présentant un trafic intense. Elles sont équipées d'une part, de capteurs atmosphériques mesurant la température et l'humidité de l'air, la vitesse et la direction du vent, le type, l'intensité et le volume total des précipitations, les rayonnements global et atmosphérique, et d'autre part, de capteurs routiers mesurant l'évolution des températures de chaussée en surface, et à 5, 10, 20 cm de profondeur;
- les stations secondaires (65), similaires, mais plus petites, ne mesurent ni les caractéristiques du vent, ni les températures de chaussée à 10 et 20 cm de profondeur, ni les données relatives au rayonnement.



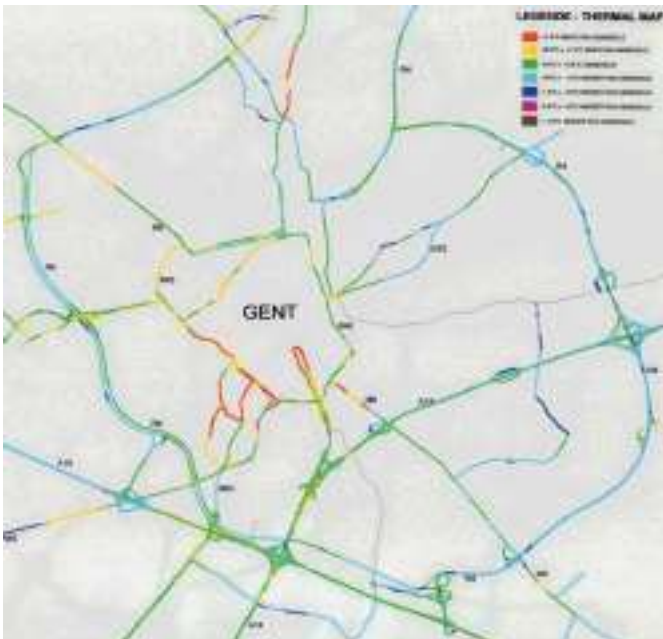
SMR principale (à gauche) le long d'une route en région flamande et SMR secondaire (à droite) le long d'une route en région wallonne

2. le système central télécharge et archive les données de chaque SMR toutes les 6 ou 10 minutes;

3. les données observées sont ensuite transmises au WING (bureau météo) qui délivre les prévisions météorologiques et d'évolution de la température de surface de la route. Les premières sont fournies à midi et pour une période de 24 heures; les prévisions sont ajustées si une déviation ($> 1^{\circ}\text{C}$) apparaît par rapport aux températures de surface de la route observées par la suite. L'ensemble des données observées ainsi que les prévisions sont rendues disponibles pour les districts, par le « système central ». Elles peuvent être visualisées à l'aide de différents graphiques, tableaux et cartes.

Ces composantes sont également complétées par un système de cartographie thermique afin de fournir au gestionnaire (district) un outil d'aide à la décision plus global. La cartographie thermique (les empreintes thermiques furent initialement réalisées par thermométrie infrarouge à l'intérieur d'un véhicule parcourant le réseau) permet, au sein d'une région climatique homogène, de déterminer simultanément aux observations locales, et dans 3 circonstances standards (ciel couvert, dégagé et intermédiaire), les zones du réseau les plus froides et les plus chaudes.

En région flamande, cette cartographie prend la forme, pour chaque circonstance météo, de cartes de températures relatives (rapportée à une température moyenne) de la surface de la route le long du réseau, et ce, en utilisant une échelle de couleur correspondant à des classes de 1°C Celsius. En combinant ces cartes de température relative avec les prévisions établies pour chaque zone climatique homogène représentée par une SMR, il devient possible de dresser une cartographie thermique prévisionnelle (24 heures) de la température de surface des routes.



Cartographie thermique prévisionnelle pour quelques routes flamandes

En région wallonne, où les empreintes thermiques sont partiellement renouvelées chaque année, les cartes de température relative sont raccordées aux mesures faites par les SMR afin de fournir en temps réel une cartographie thermique du réseau routier. Ces cartes sont également utilisées par le centre de gestion du trafic pour éventuellement informer les usagers sur l'existence de zones plus froides.



Cartographie thermique en temps réel le long de quelques routes wallonnes

Dans le cas de la région wallonne, l'ensemble de ces fonctionnalités est regroupé dans l'application Météoroutes. Afin d'améliorer l'accessibilité et la présentation des données,

une nouvelle version de cette application a été développée (depuis 2004) sur la base de la technologie d'Internet. Cette évolution a permis d'intégrer de nouvelles sources de données prévisionnelles (telles que des images radars et des images satellites infrarouges, qui donnent une bonne vue du déplacement des zones nuageuses) et également un volet relatif aux interventions sur le terrain (organisation et exécution). Les districts routiers et autoroutiers disposent maintenant d'une seule application centralisée regroupant à la fois la consultation des données météorologiques en temps réel, des prévisions à court et moyen termes et la gestion des opérations sur le terrain.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Coût et bénéfices de l'entretien hivernal – Mesure d'efficacité

Toutes les informations relatives aux activités d'entretien hivernal (prévisions, éléments de décision, interventions réalisées, moyens humains et matériels mis en œuvre, travaux réalisés par les entreprises privées, consommation en sel) sont consignées quotidiennement au sein des districts. Ces données sont ensuite rassemblées par les divisions territoriales ou centrales afin de présenter, mensuellement et pour l'ensemble de la période hivernale (octobre à avril), toute statistique relative au service d'hiver (réseau routier à entretenir, moyens utilisés, consommation en fondant, coût).

Des indices de « consommation » sont actuellement utilisés (voir § 2.3 et 4.2).

Pratiques conduisant à des réductions supplémentaires de coûts ou à une meilleure préservation de l'environnement

– Mesure de réduction de l'utilisation de fondants tout en maintenant les niveaux de service

L'enregistrement, l'analyse et le compte rendu des données relatives aux épandages (quantités de sel, utilisation des moyens humains et matériels, coûts...) encouragent chaque acteur à économiser ensemble le budget et l'environnement.

Des analyses annuelles, voire des formations complémentaires sont couramment organisées entre deux saisons successives.

Depuis 2000, avec son nouveau système de contrat d'entretien hivernal avec le secteur privé, l'Administration routière wallonne a rénové le parc d'épanduses exploité sur ses routes. Aujourd'hui, les nouvelles épanduses (type épandage humidifié) appartenant aux entreprises privées sont censées être capables de réaliser des épandages précis et mieux adaptés aux circonstances routières. Toutefois, avant le début du contrat pluriannuel, chaque machine doit avoir

subi un contrôle technique visant à évaluer ses caractéristiques techniques et performances en matière de largeur d'épandage et de respect du dosage.



Aperçu du contrôle technique initial des épanduses pour l'épandage de sel humidifié (à gauche) et sec (à droite) – Région wallonne

Évaluation de l'entretien – Prescriptions relatives aux paiements

L'évaluation des interventions est principalement réalisée durant les inspections de réseau ainsi que lors de l'analyse des informations collectées par chaque district.

Les travaux d'entretien sont rémunérés sur la base des heures de prestations.

3.4 Sécurité et information routières

Information de l'utilisateur – Utilisation des technologies de l'information

Le bureau météo (WING) des forces aériennes publie sur Internet des bulletins de prévisions météorologiques relatifs à l'état des routes.



Exemple d'un bulletin (utilisant des codes couleur) de prévision du WING accessible via Internet (extrait de <http://www.mil.be/meteo/>)

TRADUCTIONS : Vert : conditions hivernales nulles – Jaune : risque de conditions hivernales légères – Orange : risque de conditions hivernales modérées – Rouge : risque de conditions hivernales difficiles

Les administrations routières régionales fournissent également diverses informations relatives au trafic par l'intermédiaire de leur centre de gestion du trafic (3 en Belgique). Ces centres contrôlent et gèrent le trafic (en incluant parfois les transports en commun) autour de certaines villes et le long des réseaux régionaux.

Au sein de ces centres, la collecte de données s'opère à l'aide des moyens suivants :

- Visualisation du trafic : plusieurs centaines de caméras placées en des endroits stratégiques du réseau assurent le suivi en temps réel des conditions de circulation;
- Appareils de comptage : le comptage de véhicules sur autoroute est habituellement réalisé à l'aide de boucles ou de caméras;
- Appel d'utilisateurs : des téléphones pour appel d'urgence sont installés en bordure d'autoroutes tous les 2 km. De plus, des numéros d'appel sont spécialement réservés aux appels d'utilisateurs souhaitant rapporter un événement susceptible de présenter un danger ou de perturber la circulation;
- Détection automatique d'incidents;
- Information au sujet des travaux routiers;
- Information météorologique et entretien hivernal : les systèmes d'information météorologique des administrations wallonne et flamande collectent plusieurs types de données mesurées par les stations météorologiques et fournissent, grâce aux prévisions et à la cartographie thermique, un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires. Les renseignements relatifs aux interventions commandées par les districts sont également transmis au centre de gestion du trafic.

Les centres de gestion du trafic communiquent avec les usagers en utilisant différents canaux. Dans la mesure où l'information fournie doit être adaptée aux besoins des conducteurs (en temps réel, préparation d'un déplacement...) les moyens suivants sont communément utilisés :

- Panneaux à messages variables (PMV) : la signalisation routière est un moyen de communication efficace entre le gestionnaire et l'utilisateur.



Panneau à message variable

- Radio et système RDS-TMC : certaines radios travaillent en liaison étroite avec les centres de gestion du trafic.
-
- Sites Internet :
<http://www.bruxellesmobilite.be>
<http://www.verkeerscentrum.be/>
<http://routes.wallonie.be/trafiroutes>



Information sur l'état du trafic sur autoroute en région flamande (extrait de <http://www.verkeerscentrum.be/>)

--- : congestion; --- : trafic dense; --- : normal; --- : pas de donnée; travaux routiers.

Localement, dans certaines zones particulièrement sensibles et dangereuses, des systèmes de détection du brouillard reliés à des panneaux variables ou à des signaux lumineux sont installés en bord de route.

Échange international d'information routière

L'échange automatique d'information concernant la gestion du trafic entre régions contiguës est organisé sur la base d'un protocole européen standard (système OTAP).

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Comme chaque administration régionale développe sa propre politique d'entretien hivernal, les chapitres suivants présentent (de manière non exhaustive) les études et projets les plus intéressants en cours dans les régions.

4.1 Nouvelles technologies

L'administration routière de la région flamande a déjà équipé un tiers de ses épanduses d'un système de commande automatique programmé sur la base de coordonnées géographiques, ainsi que d'un outil guidant les chauffeurs en fonction des spécificités du circuit. Des épanduses équipées d'antennes GPS ont été achetées avec cet objectif. Cela constitue une étape supplémentaire en termes de monitoring des effets environnementaux et budgétaires des activités d'épandage, ainsi que du point de vue de la sécurité routière. De plus, les premières actions ont été prises pour mettre en œuvre un système de gestion hivernale coordonnée. Un tel système devrait être lié à une banque de données couplée à des interfaces géographiques.

L'administration de la région Bruxelles-Capitale a réalisé une cartographie thermique de l'ensemble de son réseau routier et projette d'installer plusieurs stations météorologiques.

En région wallonne, un autre projet est également en phase de déploiement et concerne la localisation en temps réel (GPS) des épanduses en cours d'intervention. En 2005, la région wallonne a mis à l'étude un protocole standard d'échange de données et la conception d'un boîtier commun de transmission GPS, pour pouvoir gérer des données provenant de différentes marques d'épanduses (en grande partie privées), travaillant donc chacune avec leur propre boîtier de commande. Le déploiement de ce système (sur un total de 300 machines) se terminera au cours de l'hiver 2009-2010. Un système de visualisation et d'exploitation, appelé IRIS a été élaboré en parallèle. Il se compose d'un module « cartographique » (pour le suivi en temps réel et la gestion des circuits), d'un module « historique » (tracé et données relatives aux prestations) et d'un module d'analyse « statistique ».



IRIS - Module cartographique temps réel

Une phase ultérieure est prévue, qui devrait permettre une gestion plus automatisée, à la fois des données relatives aux prestations des opérateurs privés et de celles concernant les stocks de sel.

4.2 Nouvelles approches de gestion

L'Administration flamande projette également de mettre au point un nouveau plan de niveaux de service et d'intégrer dans ses contrats d'entretien conclus avec les entreprises privées, une obligation de résultat, et de les axer sur la satisfaction des usagers.

Depuis 2005, la région de Bruxelles-Capitale gère également les épandages sur 72 km de pistes cyclables situées hors voirie. Cette activité connaît un développement important, les cyclistes s'attendant à un entretien hivernal semblable à celui des routes. L'objectif est de rendre les pistes cyclables praticables dans les 24 heures suivant une averse hivernale. La largeur des pistes cyclables nécessite l'emploi de véhicules appropriés. Des études sont également en cours afin de prévoir un déneigement des dalles piétonnes et des stationnements de délestage.

L'Administration routière wallonne souhaite élaborer des standards de qualité et des indicateurs de performance liés à la rigueur de l'hiver. Elle utilise pour ce faire 2 programmes informatiques majeurs : Météoroutes et NEVE, ainsi qu'un indice routier de dureté hivernale (Irdh).

Météoroutes est le nom donné au système d'information météoroutière (voir le § 3.2). L'outil informatique NEVE est quant à lui à la disposition du coordinateur de service d'hiver et lui permet de gérer toute la problématique du service hivernal, selon 4 volets : les référentiels, les prestations du privé et de la régie, la gestion des fondants et les statistiques.

Il est primordial pour un gestionnaire de voirie d'analyser rapidement si les moyens (humain et matériel) développés dans le traitement hivernal sont adéquats, au regard de la réalité météorologique. Un indice routier de dureté hivernale est calculé pour cela via Météoroutes, à la fin de chaque mois et pour chacune des 51 stations météoroutières (principales et secondaires) wallonnes.

La formule suivante est appliquée pour quantifier la rigueur de l'hiver :

$$\text{IRDH} = 1,07 \text{ g} + 2,1 \text{ n}$$

où g est le nombre de jours de gel à la surface de la route (= jours effectifs avec $t^\circ \text{ route} \leq 0^\circ\text{C}$) et n est le nombre de jours de neige avec $t^\circ \text{ route} < 0^\circ\text{C}$. Le facteur 1,07 est censé tenir compte de l'imprécision des prévisions météorologiques; le facteur 2,1 se

base sur l'hypothèse qu'une opération de déneigement coûte en moyenne 2 fois plus chère qu'un simple épandage.

Cet index est ensuite utilisé pour mettre en relation les activités d'entretien hivernal, et leur coût (bilan NEVE) avec la rigueur de l'hiver (bilan Météoroutes), et ainsi se situer en rapport qualité/coût.

5. Références

- [1] : SNEYERS R., VANDIEPENBEECK M. [1995]. Notice sur le climat de la Belgique. Publication scientifique et technique N°002. Institut Royal Météorologique de Belgique
[2] : C.R.O.W. [1998]. Standaardisatie strooimachines – De juiste apparatuur voor elke specifieke situatie. CROW publicatie 131.
[3] : Moniteur Belge [05.01.2001]. 14 DÉCEMBRE 2000. - Loi fixant certains aspects de l'aménagement du temps de travail dans le secteur public.

Contacts pour de plus amples informations:

x.cocu@brcc.be

thierry.decoux@spw.wallonie.be planning.coordination@mow.vlaanderen.be meteo.routes@mrbc.irisnet.be



Région Bruxelles-Capitale - Activité de déneigement d'une piste cyclable (7 janvier 2009)



CANADA



1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

Le Canada, deuxième plus grand pays au monde, est borné par les États-Unis, et les océans Arctique, Pacifique et Atlantique. Quatre-vingt-dix pour cent de la population vivent à moins de 160 km des États-Unis. Ottawa, la capitale nationale, se trouve au sud de l'Ontario. Le Canada dépend beaucoup des exportations qui représentent environ 30 % de son PIB. Son réseau routier est donc essentiel à sa viabilité comme pays.

1.2 Réseau routier et circulation

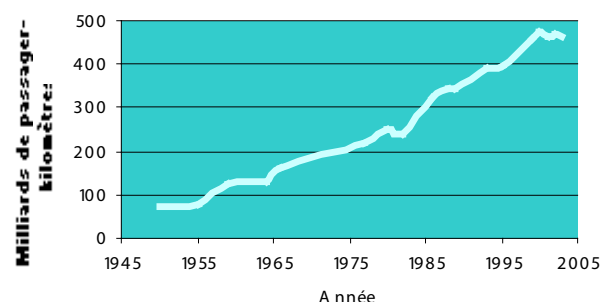
Superficie		9 093 507 km ²
Population		31 946 316
Densité de population		3,51 personnes/km ²
Kilomètres de route	1 408 800	Routes principales 102 700 km
		Routes secondaires 114 600 km
		Routes locales 1 191 600 km
Véhicules sur les routes	19 081 478	18 329 066 automobiles et camions légers
		77 447 autobus
		674 964 véhicules de plus de 4 500 kg
Automobiles et camions par 1000 personnes		574
Latitude (capitale)		45°25'N

Population et densité

	Territoire (000)	Population (000)	Densité de pop.
Canada	9 094	31 946	3,51
Terre-Neuve-et-Labrador	374	517	1,38
Île-du-Prince-Édouard	6	137	24,36
Nouvelle-Écosse	53	937	17,57
Nouveau-Brunswick	71	751	10,52
Québec	1 667	7 700	4,62
Ontario	918	12 393	13,50
Manitoba	554	1 170	2,11
Saskatchewan	592	995	1,68
Alberta	642	3 202	4,98
Colombie-Britannique	925	4 196	4,54
Yukon	474	31	0,07
Territoires du Nord-Ouest	1 183	43	0,04
Nunavut	1 936	30	0,02

Le graphique suivant représente la hausse générale des passagers-kilomètres en automobile entre 1945 et 2003.

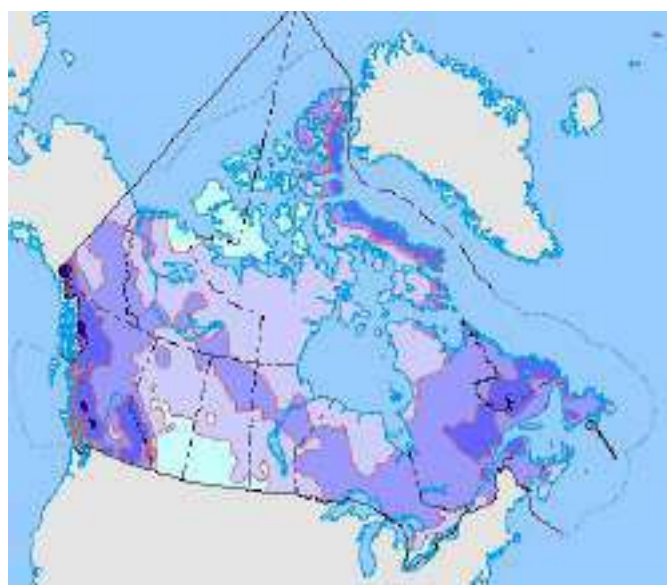
Distance parcourue par les Canadiens en automobiles





2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques



Cette carte indique l'épaisseur de neige maximale moyenne en centimètres calculée pendant 18 hivers (de 1979 à 1997). Dans la partie sud du Canada, la neige s'accumule habituellement en janvier ou février, tandis qu'elle atteint une épaisseur maximale beaucoup plus tard dans les régions montagneuses et dans l'Arctique. Les principaux éléments de la carte sont

la forte accumulation maximale de neige dans la Cordillère nord-américaine où les épaisseurs de neige peuvent atteindre plusieurs mètres, et une accumulation maximale secondaire au Québec et au Labrador. Ces accumulations maximales sont attribuables à la proximité des océans qui agissent comme des sources d'humidité et de tempêtes hivernales, et à l'effet orographique des montagnes, dans l'ouest du Canada. Les deux maximums sont liés par une bande d'accumulation de neige plus forte qui suit la zone forestière boréale, la voie préférée des tempêtes d'hiver. Au nord de cette zone se trouve la couche neigeuse relativement peu profonde de l'Arctique (faibles chutes de neige avec fort compactage de la neige par le vent). Au sud, l'épaisseur de neige est limitée par la saison d'accumulation plus courte et la sublimation considérable de la neige dans les Prairies canadiennes.

2.2 Données sur les conditions météorologiques et les précipitations en hiver

Température minimale moyenne (°C)

Ville	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
Whitehorse	-13,0	-19,1	-22,0	-18,7	-12,3
Yellowknife	-17,7	-27,7	-30,9	-28,1	-23,3
Vancouver	3,1	0,8	0,5	1,5	3,1
Kelowna	-2,7	-6,4	-7,4	-5,5	-2,4
Edmonton	-8,2	-13,9	-16,0	-13,1	-7,3
Calgary	-8,9	-13,4	-15,1	-12,0	-7,8
Regina	-10,7	-18,5	-21,6	-17,1	-10,3
Winnipeg	-9,6	-19,1	-22,8	-18,7	-11,0
Toronto	-0,7	-6,7	-10,5	-9,7	-5,0
Ottawa	-2,8	-11,1	-15,3	-13,3	-7,1
Montréal	-2,2	-10,8	-14,9	-13,4	-6,9
Québec	-4,3	-13,4	-17,6	-16,0	-9,4
Fredericton	-3,5	-11,4	-15,5	-14,1	-7,8
Charlottetown	-1,1	-8,1	-12,6	-12,4	-7,1
Halifax	-0,7	-7,1	-10,7	-10,2	-5,8
St. John's	-0,7	-5,5	-8,6	-9,3	-6,2
Goose Bay	-8,1	-18,3	-23,3	-21,9	-15,4
Iqaluit	-16,7	-26,9	-30,6	-32,2	-28,6

Selon les Normales climatiques du Canada 1971-2000



Déneigement dans les provinces maritimes du Canada

Ville	Chute de neige moyenne par année (en cm)	Jours moyens de précipitations verglaçantes par année
Whitehorse	145,0	2
Yellowknife	151,8	11
Vancouver	48,2	1
Kelowna	101,8	2
Edmonton	123,5	8
Calgary	126,7	6
Regina	105,9	14
Winnipeg	110,6	13
Toronto	115,4	10
Ottawa	235,7	17
Montréal	214,2	13
Québec	315,9	15
Fredericton	276,5	13
Charlottetown	311,9	17
Halifax	230,5	16
St. John's	322,3	38
Goose Bay	458,8	13
Iqaluit	235,8	6

Selon les Normales climatiques du Canada 1971-2000

2.3 Indices hivernaux

L'Association des transports du Canada (ATC) a commandé récemment un projet de création d'un indice d'évaluation de la rigueur de l'hiver qui permettra aux instances d'évaluer la rigueur d'un hiver par rapport aux hivers précédents. Cet outil peut aussi servir à fournir aux responsables de l'entretien des routes de meilleures informations pour répondre au besoin d'ajuster les fonds de leurs programmes d'entretien des routes et d'établir la corrélation entre la rigueur de l'hiver et l'utilisation des sels de voirie.

3. Gestion des routes en hiver

3.1 Normes et réglementation

Les inventaires routiers de la plupart des instances responsables de l'entretien des routes au Canada comprennent trois catégories ou plus de niveau de service en hiver. Chaque niveau comporte une norme de rendement différente, selon les débits de circulation et la configuration de la route. Les résultats atteints vont d'une chaussée enneigée durcie, sur les routes secondaires, à une chaussée entièrement dégagée sur les routes à grand débit. Plusieurs instances incluent maintenant une période de temps maximale pour atteindre leurs objectifs de service quant à l'état de la chaussée.

Au cours de la dernière décennie, des mesures d'antiverglage ont été incluses dans les politiques officielles d'intervention en cas de tempêtes, comme moyen de respecter les niveaux de service déterminés, tout en utilisant le moins possible de produits chimiques. Le déploiement de systèmes d'information météorologique (SIMR) dans l'ensemble du pays a permis d'inclure les techniques d'utilisation de produits liquides dans les méthodes d'antiverglage.

Les instances responsables de routes à grand débit, comme l'Ontario, ont installé des systèmes d'antiverglage fixes sur certains ponts et ouvrages d'art, afin d'y empêcher la formation de glace.



Déneigement au Canada © COREL Corporation 1994

Niveaux de service types en hiver

	Autoroutes	Routes de grande communication	Routes de liaison	Routes locales
Norme d'entretien				
État visé de la surface	Chaussée dégagée	Chaussée dégagée	Chaussée dégagée au centre	Enneigée avec abrasif
Délai maximal pour niveau de service	Dans les 4 à 12 heures après la tempête	Dans les 12 heures après la tempête	Dans les 12 heures après la tempête	Dans les 12 à 24 heures après la tempête
Accumulation de neige déclenchant l'entretien	≥ 2 cm	≥ 2 cm	≥ 5 cm	≥ 8 cm
Produits				
Sel	Au besoin	Au besoin	Au besoin	s. o.
Sable	Température de la surface de ≤ -10 °C	Température de la surface de ≤ -10 °C	Température de la surface de ≤ -10 °C	Au besoin

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal



Station du SIMR près d'Ottawa, Canada

Plus de 250 postes de capteurs de l'environnement (PCE) sont utilisés au Canada. Grâce à l'effort concerté des provinces et des territoires, de Transports Canada et d'Environnement Canada, des centaines d'autres PCE seront installés au cours des prochaines années.

Le gouvernement fédéral a confirmé l'appui suivant à un réseau intégré SIMR pour le Canada :

- a) Environnement Canada fournira des services de base en matière de données, comme un contrôle de la qualité en temps réel, la création d'une base nationale de données intégrées du SIMR, des prévisions météorologiques numériques et d'autres données;

- b) Transports Canada contribuera jusqu'à 50 % des fonds requis pour l'achat et l'installation d'un nombre de stations du SIMR déterminé au prorata du réseau routier national (RRN) du Canada.

Les provinces (et les territoires) franchissent, pour la plupart, l'étape de la mise en œuvre de leur partie du réseau national. Quelques-unes d'entre elles sont en train de négocier et de signer des ententes avec les deux ministères fédéraux, d'autres ont déjà effectué les travaux depuis un certain temps, tandis que d'autres encore, en sont à l'étape des essais et des études.

Les provinces et les territoires ont collaboré étroitement avec Environnement Canada et bénéficient de l'appui de Transports Canada et d'Environnement Canada pour tous les aspects de la mise sur pied du réseau national, depuis la préparation (et l'acceptation) des devis communs pour l'équipement des SIMR, jusqu'aux protocoles d'échange de données et de métadonnées. La collaboration se poursuit avec le secteur universitaire et des organismes non gouvernementaux (ONG), comme l'Association des transports du Canada, pour l'élaboration des indices de rigueur de l'hiver et les définitions normalisées de l'état de la surface de la chaussée.

Les provinces et les territoires espèrent intégrer davantage d'éléments des systèmes de transport intelligents en hiver, dans le but d'offrir au public voyageur un entretien optimal des routes, tout en réduisant les impacts environnementaux et les coûts. On prévoit aussi que l'ensemble national de données intégrées constituera un avantage marqué pour l'industrie canadienne des systèmes de transport intelligents et qu'il fournira les intrants à des initiatives comme le 511 - la ligne téléphonique nationale d'information météorologique et routière qui dessert l'Amérique du Nord.

Grâce à un réseau national de stations SIMR, le Canada sera un chef de file mondial dans la technologie météorologique routière intégrée à grande échelle.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Les provinces et les territoires prennent des mesures visant à améliorer la gestion des sels de voirie sur leurs routes, selon les lignes directrices d'Environnement Canada. Les ministères des Transports au Canada ont, pour la plupart, adopté une technologie améliorée afin d'appuyer cette démarche. Les épandeurs sont presque toutes converties à un contrôle informatisé de la vitesse au sol afin d'accroître la précision du taux d'épandage et l'enregistrement du matériau utilisé. La localisation automatique des véhicules (LAV) est aussi de plus en plus utilisée à mesure que les organismes cherchent à déterminer avec précision les zones d'épandage des produits déglaçants et à surveiller les routes déneigées. L'installation de capteurs infrarouges (CI) sur les véhicules de patrouille pour vérifier la température de la chaussée et les taux d'épandage des produits déglaçants est de plus en plus courante.

La gestion écologique des sels de voirie : un pas vers le développement durable

L'arrivée du froid et des intempéries hivernales oblige les administrations routières à avoir recours à des mesures d'entretien des rues et des routes. Parmi celles-ci, les sels de voirie occupent une place de choix en tant que principal agent de déglacage des routes. Ainsi, près de 5 millions de tonnes de sels de voirie sont utilisées chaque hiver au Canada.

Dans l'optique d'un développement durable et de la nécessité d'assurer à la fois la sécurité des Canadiens sur les routes et la protection des écosystèmes, une gestion améliorée des sels de voirie s'impose. Au Canada, la notion de développement durable a été intégrée dans la législation fédérale notamment dans la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). Le défi à relever consiste à favoriser une utilisation plus efficace des sels de voirie afin de réduire leur volume dans l'environnement et ainsi diminuer la pollution des écosystèmes, des cultures et des sources d'eau potable.

Code de pratique

Environnement Canada a publié, le 3 avril 2004, le Code de pratique pour la gestion environnementale des sels de voirie. Ce Code, développé avec la participation des municipalités et des administrations routières, recommande aux intervenants de comparer leur gestion actuelle des sels de voirie avec les

pratiques préconisées par les spécialistes du domaine des transports, comme, notamment, les Meilleures pratiques de gestion des sels de voirie de l'Association des transports du Canada.

Les municipalités et administrations routières visées par le Code de pratique sont celles qui utilisent, ou sont responsables de l'utilisation de plus de 500 tonnes de sels de voirie par année, sur les routes publiques du Canada. Sont aussi visées, celles qui comptent sur leurs territoires des zones vulnérables (par exemple, les milieux humides bordant les routes) qui pourraient être affectées par les sels de voirie. Ces zones sont déterminées par les municipalités ou administrations routières par les municipalités ou services de voirie, éventuellement avec l'assistance d'organismes locaux ou régionaux actifs dans la protection de l'environnement. Des exemples typiques de zones vulnérables incluent :

- les puits d'approvisionnement en eau des résidences rurales situées à proximité d'autoroutes ou de sites d'entreposage de sels;
- les parcs provinciaux ou nationaux, les réserves fauniques;
- la proximité de cours d'eau et les zones humides;
- les zones plus sensibles au sel;
- certains types de cultures, comme les vergers de la région de Niagara, dans le sud de l'Ontario.

Même si les instances responsables de voirie au Canada ne répondent pas à ces critères, elles sont tout de même encouragées à adopter de meilleures pratiques de gestion applicables à leurs conditions locales et à s'inspirer de ce Code.

Le Code de pratique, élaboré en collaboration avec les parties prenantes des municipalités et des provinces, constitue un outil volontaire qui permet aux instances responsables de l'entretien des routes au Canada de mettre en oeuvre des solutions appropriées à leur situation. Le taux d'adhésion au Code et la mise en oeuvre des Meilleures pratiques au cours des cinq prochaines années détermineront si des mesures de contrôle plus strictes seront nécessaires. Un programme de suivi environnemental est également mis sur pied par Environnement Canada afin d'évaluer les progrès accomplis tout au long de la mise en oeuvre du Code.

Les nombreux progrès réalisés au Canada au cours des dernières années par les services de voirie dans l'entretien hivernal augurent bien pour l'avenir, en matière de mobilité et de sécurité routière accrues, tout en améliorant la protection de l'environnement.



Camion d'épandage de sel en Colombie-Britannique



CANADA-QUÉBEC



1. Données démographiques et routières

Situé dans la partie nord-est de l'Amérique du Nord, le Québec est ouvert sur l'Atlantique et s'étend des frontières des États-Unis jusqu'à l'Arctique.

D'un point de vue géologique, le Québec se divise en trois grandes régions : le Bouclier canadien, formé essentiellement de granite et de gneiss très ancien, la plaine argileuse des basses- terres du Saint-Laurent et l'extension de la chaîne américaine des Appalaches, composée en grande partie de roches sédimentaires. Le relief du territoire du Québec est peu accentué, dépassant rarement les 900 mètres d'altitude. La portion nord du Québec présente une végétation de toundra dont le sol repose sur un pergélisol plus ou moins continu. Plus au sud, on trouve successivement une zone de taïga (299 900 km²) suivie de la forêt boréale, abritant une faune et une flore très diversifiées (761 000 km²).

Le réseau hydrographique du Québec est important et couvre au total plus de 355 000 km². Il se divise en deux systèmes distincts, l'un s'écoulant vers l'est en direction de l'océan Atlantique par l'intermédiaire du fleuve Saint-Laurent et de son estuaire et, le second, s'écoulant vers l'ouest et le nord en direction de la baie James et des baies d'Hudson et d'Ungava.

Le fleuve Saint-Laurent, d'une longueur de 12 600 km avec un débit annuel de 12 600 m³/s (près de Québec) constitue une véritable voie de pénétration du continent nord-américain. C'est sur les rives de ce fleuve que la majorité des Québécois ont choisi de vivre. Bien que le Québec soit une société pluraliste, où se côtoient diverses cultures, tout près de 80 % de la population est d'expression française. La partie habitée du territoire québécois est à moins de 1 000 km des plus grands centres urbains et industriels du Nord-Est américain, ce qui constitue un bassin de plus de 100 millions d'habitants.



Figure 1 – Réseau routier québécois

Tableau 1 – Données démographiques

Population du Québec	7 979 700 hab. (80 % vivent dans les villes)
Population de la région de Montréal	3 824 221 hab. ⁽¹⁾
Territoire	1 667 441 km ²
Latitude	45° à 60° Montréal : 45° 28» (80 % de la population vit sous le 47° de latitude)

(1) Regroupe la ville de Montréal et 90 municipalités environnantes



Au Québec, les pouvoirs en matière de transport sont partagés entre les gouvernements fédéral et provincial. Ainsi, le réseau routier est sous la responsabilité du Québec, alors que les domaines maritime, aérien et ferroviaire relèvent principalement du gouvernement fédéral.

Les villes et les municipalités du Québec (1 288 au total) ont la responsabilité d'entretenir les voies publiques affectées à la circulation des véhicules et des piétons, c'est-à-dire les rues, les avenues les boulevards desservant leur population respective.

Tableau 1A – Villes du Québec de 100 000 habitants et plus (2011)

Montréal	1,7 M hab.
Québec	0,571 M hab.
Laval	0,404 M hab.
Gatineau	0,262 M hab.
Longueuil	0,237 M hab.
Sherbrooke	0,158 M hab.
Saguenay	0,144 M hab.
Lévis	0,138 M hab.
Trois-Rivières	0,130 M hab.
Terrebonne	0,107 M hab.

Le ministère des Transports du Québec a établi un système de classification des routes qui est à la base de la gestion courante du réseau dont il a la responsabilité. Ce système permet de catégoriser et de regrouper les routes selon leur fonction et leur importance. Cette classification fonctionnelle du réseau est en concordance avec celles qui sont en vigueur dans les autres provinces canadiennes et aux États-Unis.



Les routes ainsi classées ont pour vocation de relier les principales concentrations de population, les équipements et les territoires d'importance nationale et régionale (tableau 2). À l'exception du réseau local dont la responsabilité incombe aux municipalités du Québec (106 800 km), ces routes (tableau 3) relèvent toutes de la compétence du Ministère.

Tableau 2 – Classification fonctionnelle du ministère des Transports du Québec

Classification	Caractéristique
Réseau autoroutier	L'ensemble des infrastructures auto-routières.
Réseau national	Les routes interrégionales et celles reliant entre elles les grandes agglomérations. (> 25 000 hab.)
Réseau régional	Lien entre les agglomérations secondaires (de 5 000 à 25 000 hab.) et les grandes agglomérations.
Réseau collecteur	Relie les petites agglomérations (< 5 000 hab.) aux agglomérations plus importantes.
Réseau local	Permet de relier les petites agglomérations entre elles et d'accéder aux propriétés privées.
Réseau d'accès aux ressources	Mène à des zones d'exploitation forestière ou minière, à des chantiers d'exploitation hydroélectrique ou à des zones de récréation et de conservation relevant de l'État.

Tableau 3 – Réseau entretenu par le ministère des Transports du Québec (2012)

Réseau	Longueur ⁽¹⁾	DJMA Moyen ⁽²⁾
Autoroutier	5 849 km	34 800
National	9 020 km	4 200
Régional	5 515 km	3 100
Collecteur	7 836 km	1 530
Accès aux ressources	2 284 km	240
Total	30 552 km	

(1) *Longueur : Kilomètre pondéré deux voies.*

(2) *DJMA : Débit journalier moyen annuel. Ces débits ne tiennent pas compte de la circulation locale en milieu urbain.*

2. Données climatiques

Du 45^e parallèle, au sud, jusqu'à l'extrême nord, le Québec couvre 15 degrés de latitude. Son climat froid et humide est grandement déterminé par sa position nordique et maritime. Sur cet immense territoire de 1 667 441 km², on distingue quatre types de climat sur le territoire du Québec. Ceux-ci se distinguent par des écarts importants de température et de précipitations.

Le climat arctique, présent à l'extrême nord, est défini par un hiver rigoureux, très froid et sec et une courte saison de dégel. À Kuujuaq par exemple, la période sans gel est de 115 jours par année. Les précipitations qu'on y enregistre sont faibles et, n'atteignant pas 530 mm par année, elles demeurent les moins élevées au Québec.

Présent entre les 50° et 58° degrés de latitude, le climat subarctique est caractérisé par un hiver très froid et long et un été court et frais. Les précipitations y sont peu abondantes. Les températures moyennes annuelles de Chapais et de Sept-Îles se situent près du point de congélation.

Pour sa part, le climat continental caractérise les régions les plus peuplées du Québec. Il est localisé au sud du 50° degré de latitude. On y trouve un été chaud et légèrement humide, ainsi qu'un hiver froid et plutôt long. L'amplitude thermique de ce climat est approximativement de 30° C et les précipitations y sont importantes tout au long de l'année. Elles dépassent généralement 900 mm par année.

Le climat maritime de l'Est du Québec est propre aux Îles-de-la-Madeleine. L'hiver est assez long, mais relativement doux, et l'été est court, chaud et pluvieux.

Autres spécificités climatiques

- le sol gèle durant au moins quatre mois, à une profondeur variant de 1,2 m à 3 m. Dans certaines régions, la période de gel peut même s'étendre de septembre à mai;
- l'hiver est la saison la plus longue. Il affecte la totalité du territoire québécois. Selon les régions, il peut durer en moyenne de 18 à 25 semaines et le nombre de jours où il y a des chutes de neige varie de 70 à plus de 120;
- le Québec reçoit en moyenne 280 cm de neige chaque année. Dans certaines régions monta-gneuses, les accumulations peuvent même atteindre jusqu'à 6 m.

Tableau 4 - Température et précipitations

	Montréal (alt. 36 m)	Québec (alt. 64 m)	Sept-Îles (alt. 55 m)	Gaspé (alt. 34 m)
T° moy. annuelle (°C)	6,1	4,0	0,8	2,9
T° moy. en janvier (°C)	-10,4	-12,8	-15,3	-11,9
T° moy. en juillet (°C)	20,9	19,2	15,3	16,6
Jour sans gel (T° > 0°C)	210	189	163	162
Pluie annuelle (mm)	760	924	757	752
Neige annuelle (cm)	214	316	412	380
Jour avec neige (n)	80,6	107	119	106



3. Gestion hivernale des routes

3.1 Cadres législatif et normatif

Dans la réalisation de sa mission, le ministère des Transports est encadré sur le plan législatif par la Loi sur la voirie. Ce cadre a pour objet le partage de la gestion du réseau routier avec les municipalités. Il établit notamment la compétence du Ministère sur les routes que détermine, par décret, le gouvernement du Québec et définit les pouvoirs et obligations relatifs à la gestion de ces routes. Ainsi, les responsabilités du Ministère en matière d'entretien d'hiver sont définies à l'article 14 de cette loi.

Niveaux de service

Dans les grandes villes du Québec, lors des opérations de déneigement, la priorité est d'abord donnée aux grands axes routiers (boulevards et artères principales) de façon à maximiser les déplacements sécuritaires et le maintien des services de transport en commun. Par la suite, la priorité des opérations est accordée aux rues collectrices qui servent de transit entre les rues résidentielles et les grandes artères, ainsi que les rues près des écoles, des garderies, hôpitaux et services publics. Finalement, les opérations de déneigement se poursuivent dans les rues résidentielles et locales. De façon générale, l'amorce des opérations de déblaiement de la neige s'effectue lorsque l'accumulation de neige au sol dépasse un seuil préétabli.

En période hivernale, le ministère des Transports du Québec détermine les niveaux de service pour le réseau routier dont il a la responsabilité en fonction de deux principaux critères, soit la classification fonctionnelle du réseau et le débit de circulation journalier moyen en période hivernale (DJMH) qu'on y enregistre.

Tableau 5 – Détermination du niveau de service

Classification fonctionnelle	DJMH	Niveau de service
Autoroute	-	Chaussée dégagée ⁽¹⁾
Route nationale	> 2 500	Chaussée dégagée ⁽¹⁾
	£ 2 500	Chaussée partiellement dégagée ⁽²⁾
Route régionale	> 2 500	Chaussée dégagée ⁽¹⁾
	£ 2 500	Chaussée partiellement dégagée ⁽²⁾
Route collectrice et accès aux ressources	> 2 500	Chaussée dégagée ⁽¹⁾
	de 500 à 2 500	Chaussée partiellement dégagée ⁽²⁾
	< 500	Chaussée sur fond de neige durcie ⁽³⁾

- (1) *Chaussée dont les voies de roulement, y compris les accotements, sont exemptes de neige et de glace sur toute la largeur.*
- (2) *Chaussée dont les voies de roulement sont exemptes de neige et de glace sur 3 m de largeur dans les sections droites et sur 5 m de largeur aux points critiques.*
- (3) *Chaussée dont les voies de roulement et les accote-ments sont sur fond de neige durcie d'une épaisseur maximale de 3 cm.*

Normes de qualité, indicateurs de performance

Le ministère des Transports du Québec a mis en œuvre ces dernières années diverses mesures visant à améliorer sa performance en matière d'entretien hivernal. Ainsi, afin de répondre aux enjeux dictés par la Loi sur l'administration publique en mai 2000, le Ministère utilise un indicateur de performance en matière d'entretien d'hiver (réf. 3.3). Il poursuit également le développement d'un indice de rigueur climatique lui permettant d'établir une comparaison objective de la rigueur des hivers entre eux et de leur incidence sur les efforts d'entretien déployés.

Matériaux

L'étendue du réseau routier et la nécessité d'assurer un approvisionnement efficace et sûr aux nombreux points de service qu'on y trouve ont amené le ministère des Transports à conclure une entente contractuelle par laquelle il confie à un fournisseur unique l'approvisionnement d'une part importante du chlorure de sodium (sel gemme) qu'il utilise pour l'entretien de son réseau. Cette entente fixe notamment les caractéristiques techniques que ce produit doit respecter pour satisfaire aux exigences du Ministère. Ces caractéristiques s'inspirent, entre autres choses, des normes en vigueur en Amérique du Nord.

Tableau 6 – Exigences pour le sel de déglacage

Tamis	Minimum (% passant)	Maximum (% passant)
12,5 mm	—	—
10 mm	95	100
5 mm	20	90
2,5 mm	10	60
630 µm		11

Tableau 7 – Spécifications des fuseaux granulométriques pour abrasifs

Tamis	Type AB-5 (% passant)	Type AB-10 (% passant)
10 mm	-	100
8 mm	100	-
5 mm	85-99	95-100
2,5 mm	1-15	-
1,25 mm	0-5	0-70
630 µm		0-50
315 µm		0-35
160 µm		0-15
80 µm		0-5

AB-5 : *Bien adapté pour les abrasifs constitués de pierres concassées et le fuseau granulométrique.*

AB-10 : *Abrasifs composés de sable tamisé, de pierres concassées ou de gravier concassé ou non.*

Sur le plan réglementaire, le gouvernement canadien, sous le couvert de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, publiait le 3 avril 2004 un code de pratique invitant les administrations routières à mettre en œuvre des mesures visant à réduire les dommages causés à l'environnement par les sels de voirie. Pour sa part, le Québec possède une législation relative à la protection de l'environnement dans laquelle on trouve notamment une réglementation qui encadre l'élimination des neiges dites usées.

De plus, par l'adoption de sa Loi sur le développement durable en avril 2006, le gouvernement du Québec instaurait, au sein des administrations publiques, un cadre de gestion par lequel l'exercice de ses pouvoirs et de ses responsabilités s'inscrivait dans la recherche d'un développement durable. C'est dans ce cadre que le ministère des Transports du Québec a élaboré la Stratégie québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie, qui invite les différents gestionnaires de réseau (villes, municipalités et MTQ) à se doter d'un plan de gestion environnementale des sels de voirie. Pour le Ministère, ce plan de gestion existe déjà depuis 2008 et précise les grands objectifs et les actions à poser en matière de gestion environnementale des sels de voirie.

Matériel

Au Québec, le Code de la sécurité routière (CSR) régit l'utilisation des véhicules sur les chemins publics et encadre notamment l'utilisation sur le réseau routier des chaînes et des crampons installés sur les pneus. Leur utilisation est autorisée du 15 octobre au 1^{er} mai et est limitée à certaines catégories de véhicules. Depuis 2008, la réglementation sur l'utilisation de pneus conçus spécifiquement pour la conduite hivernale est entrée en vigueur au Québec. Cette obligation couvre la période du 15 décembre au 15 mars inclusivement et touche tous les véhicules de promenade immatriculés au Québec, y compris les voitures taxis. À compter du 15 décembre 2014, le pneu d'hiver devra porter le pictogramme représentant une montagne sur laquelle un flocon de neige est superposé ou être muni de crampons conformément au Règlement sur l'utilisation d'antidérapants.

Tableau 8 – Crampons, chaînes et pneus d'hiver – Véhicules autorisés

Dispositifs	Autorisation
Crampons	Véhicules commerciaux et de promenade ⁽¹⁾ dont la masse totale en charge n'excède pas 3 000 kg
Chaînes	Véhicules d'urgence et de déneigement des routes
Pneus d'hiver	Véhicules de promenade ⁽¹⁾ et voitures taxis immatriculés au Québec, y compris les véhicules de promenade de location

(1) Capacité de transport d'au plus 9 personnes.

Matériel affecté à l'entretien du réseau

Comme l'ensemble des véhicules automobiles au Québec, le matériel affecté à l'entretien des routes en période hivernale et son utilisation sont soumis au CSR et à divers autres règlements et lois :

- la Loi concernant les propriétaires et les exploitants de véhicules lourds permet un encadrement du transport routier en introduisant un système administratif d'inscription des propriétaires et des exploitants de véhicules lourds, l'attribution d'une cote de sécurité de même que l'imposition de sanctions en cas d'infractions;
- la Loi sur les heures de conduite et de repos oblige les exploitants de véhicules lourds à se soumettre à un contrôle des heures de conduite et de travail effectuées. Ainsi, pour assurer la sécurité du public et permettre de dégager les routes des accumulations de neige ou y épandre des fondants ou des abrasifs, l'opérateur de camion de déneigement peut conduire jusqu'à un maximum de 15 heures par quart de travail. Il doit cependant respecter certaines règles, dont celles-ci :

Tableau 9 – Déneigement - Heures de conduite et de repos

Obligations	Règles
Cesser de conduire si le cumul des heures de travail est :	> 16 heures
Nombre d'heures de repos consécutives avant de commencer un premier quart de travail	≥ 8 heures
Nombre d'heures de repos journalier durant une période de 3 jours au cours desquels sont effectués 3 quarts de travail	≥ 30 heures
Nombre d'heures de conduite au cours de 3 quarts de travail	≤ 39 heures

Heures de conduite : Heures pendant lesquelles le conducteur est aux commandes d'un véhicule lourd dont le moteur est en marche.

Heures de travail : Période qui inclut les heures consacrées à de la conduite et à diverses fonctions.

De même, les propriétaires ou exploitants de véhicules lourds doivent procéder à une vérification visuelle et auditive de certaines composantes de leur véhicule dans le but de prévenir les accidents que pourrait causer le mauvais état du véhicule;

- le Règlement sur les normes de charges et de dimensions applicables aux véhicules routiers et aux ensembles de véhicules routiers a principalement pour objectifs d'assurer la sécurité des usagers de la route et de protéger les infrastructures routières (ponts et chaussées). Ce règlement fixe diverses normes limitant, entre autres choses, les dimensions et les charges des véhicules routiers circulant sur les voies publiques. En outre, au printemps, pour tenir compte de la capacité portante réduite du réseau routier en période de dégel, il impose des restrictions de charge selon trois zones définies. Selon l'évolution des conditions météorologiques, le début et la fin de la période de restriction des charges peuvent être devancés ou retardés.



Figure 2 - Zones de restriction des charges

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien d'hiver

La structure organisationnelle du ministère des Transports est largement décentralisée. Elle compte notamment une direction générale opérationnelle de qui relèvent, pour tout le territoire du Québec, 59 centres de services répartis géographiquement à l'intérieur de 14 territoires distincts. Ces unités territoriales jouissent d'une grande autonomie en matière de gestion des ressources et agissent de concert avec les organismes régionaux et municipaux présents dans le milieu.

La responsabilité d'entretenir le réseau revient directement aux centres de services qui, pour ce faire, concluent majoritairement des ententes contractuelles soit avec le secteur privé (pour 67,5 % du réseau), soit avec les municipalités intéressées (pour 13,5 %). Pour sa part, le Ministère est responsable de l'entretien de 19,0 % du réseau. Pour les travaux d'entretien courant, le Ministère, tout comme le secteur privé, privilégie l'utilisation de camions à trois essieux.

Tableau 10 – Camion de déneigement

Caractéristiques de base	Spécifications
Capacité de l'essieu arrière	18 000 kg
Capacité de l'essieu avant	9 000 kg
Masse totale en charge	27 000 kg
Moteur	Diesel : 223 kW minimum
Suspension arrière	Pneumatique
Châssis	Une seule pièce
Épandeur	9 m ³
Aile chasse-neige	3 658 mm
Chasse-neige à sens unique	3 048 mm
Harnais avant	Oui

Ce type de véhicule est dit « polyvalent » car il permet, en alternance ou de façon simultanée, d'exécuter des travaux de déneigement ou de déglacage sur le réseau. Cette polyvalence facilite le synchronisme des opérations et assure une meilleure efficacité de ces dernières. Ces véhicules sont également équipés d'un régulateur d'épandage et, depuis 2009, d'une signalisation lumineuse spécifique pour les opérations de déneigement. Ces nouvelles mesures, dont l'objectif premier est d'augmenter la visibilité des opérations d'entretien réalisées sur le réseau, sont également utilisées sur d'autres types d'équipement d'entretien (niveleuse, souffleuse) susceptibles d'être rencontrés sur le réseau supérieur du ministère des Transports du Québec.



L'attribution des contrats de déneigement par le ministère des Transports est, bien sûr, réglementée. Elle se fait, soit par appel d'offres auprès du secteur privé, soit sur la base d'une négociation avec les municipalités, elles-mêmes gestionnaires de réseau (106 800 km).

Ces ententes contractuelles, basées essentiellement sur une mesure du résultat, sont d'une durée d'un an et comportent une clause de reconduction, généralement pour deux années additionnelles. Le prix soumissionné (ou négocié) étant forfaitaire, l'entrepreneur (municipalité) performant peut maintenir en vigueur l'entente contractuelle avec le Ministère pendant une période maximale de trois années. Cette approche lui permet de mieux répartir les risques financiers inhérents à l'exécution de son contrat et à la rigueur des hivers. Ces ententes prévoient généralement la fourniture des matériaux nécessaires à l'entretien du réseau par les entrepreneurs (sel et abrasifs).

Afin de compléter ses propres équipes d'entretien, le Ministère loue des camions de déneigement avec opérateur. Ces derniers relèvent entièrement du Ministère et sont intégrés aux équipes d'entretien existantes. Ces ententes contractuelles sont basées sur un nombre minimal d'heures d'opération et excluent la fourniture de matériaux par l'adjudicataire du contrat.

Gestion opérationnelle

Le partenariat auquel recourt le Ministère pour l'entretien du réseau s'appuie sur des attentes claires en ce qui a trait aux résultats attendus. Aussi, suivant le type de réseau entretenu, trouve-t-on à l'intérieur de chaque contrat accordé (documents administratifs et techniques) des exigences précises relativement au déneigement, au déglacage et à la patrouille du réseau.

Pour sa part, le Ministère effectue une surveillance de l'ensemble du réseau sous sa responsabilité afin de s'assurer du respect des attentes prescrites. Pour encadrer cet exercice et garantir

une uniformité dans les pratiques de surveillance du réseau, le Ministère, par l'entremise de ses directions territoriales, s'est défini des cadres de gestion de la surveillance des travaux d'entretien d'hiver. Également, le Ministère s'active à déployer de façon circonscrite des centres intégrés de monitoring du réseau (CIM), lesquels exercent, avec l'aide de technologies adaptées, un suivi météoroutier appuyant la gestion des activités opérationnelles effectuées sur le réseau.

Fermeture de routes

Le ministère des Transports peut décider d'interdire temporairement la circulation sur une route pour assurer la sécurité des automobilistes. Cette décision est toujours prise de concert avec la sécurité civile, les municipalités et les corps policiers concernés. Seul, le Ministère peut décider du moment où il convient de rétablir la circulation.

Coopération entre gestionnaires de réseau

La diversité des problématiques hivernales rencontrées partout sur le territoire québécois et canadien et la pluralité des intervenants interpellés par cette question forcent la mise en place d'efforts constants de concertation. Afin de favoriser l'échange des connaissances et la formation dans le domaine, le ministère des Transports travaille en étroite collaboration avec d'autres gestionnaires de réseau, aux prises avec des problématiques semblables. Cette collaboration donne lieu à des échanges fructueux au sein de différentes associations en transport, comme l'Association des transports du Canada (ATC), le Comité technique sur la viabilité hivernale de l'Association mondiale de la route (AIPCR) ou l'Association québécoise des transports (AQTr).

C'est dans cet esprit de mise en commun des connaissances et des expériences acquises que le ministère des Transports, en partenariat avec l'AQTr, anime la Table d'expertise sur la viabilité hivernale. Les membres de ce groupe proviennent de différents milieux (donneurs d'ouvrage, partenaires industriels, établissements d'enseignement, associations professionnelles, etc.). Cette table d'expertise a pour objectif de partager sur les façons de faire dans le domaine et, notamment, le résultat des travaux issus du Comité international sur la viabilité hivernale de l'AIPCR. Le Ministère poursuit également sa collaboration avec le ministère français de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie à travers une démarche commune touchant les fondants routiers et l'environnement. Les travaux effectués jusqu'à maintenant ont permis de déterminer des sujets d'échanges possibles à partir desquels une analyse comparative des pratiques françaises et québécoises pourrait être réalisée.

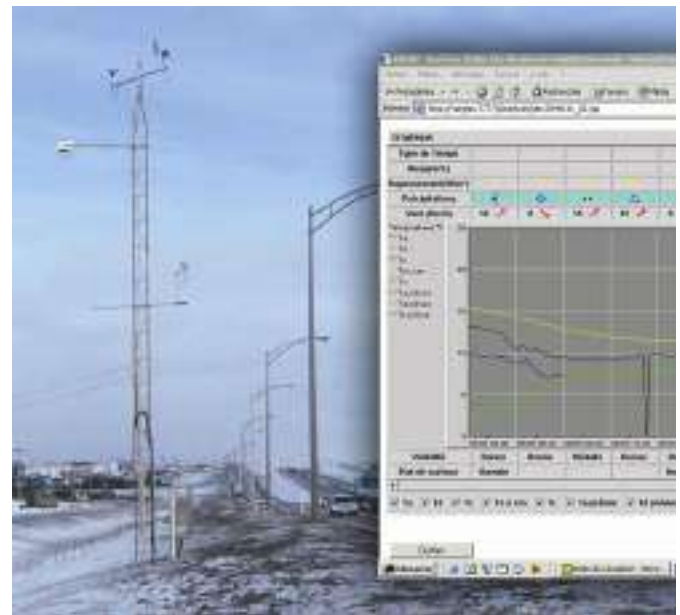


Figure 3 – Station météoroutière et système DVH-6024

Météo routière et formation

➤ Station météoroutière fixe

De par sa conception utilisant une architecture ouverte, la station entièrement mise au point par le ministère des Transports offre beaucoup de souplesse quant au choix des différents capteurs la composant. Elle permet de mesurer avec précision les principaux paramètres météo-rouliers qui ont un impact sur la variation des conditions de chaussée. Avec l'utilisation de capteurs intégrés dans le corps de la chaussée, cette station alimente également le processus de décision menant à l'établissement de la période de restriction de charge printanière sur le réseau routier québécois. Deux types de stations ont été mis au point : un premier offrant une gamme complète de mesures (voir tableau 11) et un second type de station allégée et moins onéreuse se limitant à mesurer uniquement certains paramètres météo et routiers ciblés.

Aujourd'hui (2013), le réseau de stations météoroutières du Ministère compte 49 stations dont certaines sont équipées de caméras jour-nuit indiquant au personnel d'entretien les conditions météo et routières de chaussée présentes sur le réseau. Afin de faciliter la gestion et l'interprétation des données recueillies, un système informatique (SMR) est disponible pour appuyer le travail du personnel affecté aux opérations. Le volet prévisionnel (conditions météorologiques et routières [T₃]) est affiché au système SMR bien que la production des prévisions météorologiques soit confiée par appels d'offres au secteur privé. Le système SMR affiche également l'imagerie radar d'Environnement Canada offrant au personnel d'entretien une meilleure connaissance de l'intensité et de la répartition des précipitations susceptibles d'affecter le territoire québécois.

➤ Station météorologique mobile

Conçues par le ministère des Transports du Québec, les stations météorologiques mobiles permettent de compléter l'information recueillie par les stations fixes. Ces équipements qui sont installés sur des véhicules de patrouille du Ministère permettent d'obtenir un portrait précis du comportement thermique de la chaussée tout au long de l'itinéraire du véhicule de patrouille. L'interprétation des différents paramètres mesurés permet à l'opérateur du véhicule d'anticiper la formation de glace routière et, au besoin, de corriger les stratégies d'épandage en fonction des données mesurées.



Figure 4 – Station météorologique mobile

Tableau 11 – Fonctionnalités - Stations fixes et mobiles

Fonctionnalités disponibles	Station fixe	Station mobile ⁽¹⁾
Intensité - Direction des vents	Oui	Non
Visibilité	Oui	Non
Intensité et Type de précipitation	Oui	Non
Température de l'air (T_a)	Oui	Oui
Humidité relative (U) ⁽¹⁾	Oui	Oui
Pression atmosphérique (P) ⁽¹⁾	Oui	Oui
Calcul du point de rosée (T_p) ⁽¹⁾	Oui	Oui
États de surface - Température de congélation (saumure résiduelle)	Oui	Non
Température de la surface de la chaussée (T_s) ⁽¹⁾	Oui	Oui
Concentration de la saumure résiduelle	Oui	Non
Bilan radiatif total	Oui ⁽²⁾	Non
Propagation du front de gel dans le corps de chaussée ⁽¹⁾	Oui	Non

Positionnement géographique des données	Oui	Oui
Affichage des données - Temps réel	Oui	Oui
Récupération des données pour analyse	Oui	S.O.
Caméras fixes	Oui ⁽²⁾	S. O.

1. Station allégée

2. Sur un nombre limité de stations

Pour appuyer la mise en œuvre de ce déploiement, des formations sont données annuellement au personnel affecté aux opérations du Ministère et également aux prestataires de services à contrat avec le Ministère. De plus, en collaboration avec l'Association québécoise des transports (AQTr), le Ministère a concrétisé une démarche de formation en viabilité hivernale comprenant un volet spécifique pour la météo routière. Ces sessions de formation technique sont accessibles à tous ceux qui travaillent dans le domaine de l'entretien d'hiver au Québec.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien d'hiver

L'immensité du territoire et la diversité de l'économie québécoise font que le réseau routier du Québec est à la fois élaboré et sollicité. Le caractère ouvert de l'économie, l'importance des exportations vers le marché nord-américain et l'apport des régions périphériques en ressources naturelles et en produits manufacturés sont des facteurs qui expliquent le rôle vital du réseau routier pour le développement économique du Québec.

Tableau 12 - Économie du Québec – Quelques données

Produit intérieur brut (2010)	274 G\$
Principal partenaire commercial	États-Unis
Proportion des exportations inter-nationales dirigées vers les États-Unis (2010)	68 % (54 G\$)

Pour en assurer la viabilité durant la saison d'hiver 2011-2012, le ministère des Transports a consacré plus de 260 M\$ (\$ CA) à des interventions directes sur le réseau routier dont il a la charge. Conscient des enjeux économiques et sociaux liés au déneigement du réseau et du défi que représente sa gestion dans un contexte de rareté des ressources, le Ministère s'est engagé :

- avec l'industrie du déneigement dans un exercice de repositionnement et de définition d'un meilleur équilibre à l'égard du risque qui y est associé. Ce nouveau partage

se traduit notamment par une réduction des durées contractuelles ou le recours à des modes de gestion contractuelles différents pendant les périodes de transition entre les saisons, ou à ceux basés sur l'utilisation d'outils technologiques (GPS, etc.);

- dans une mesure de la conformité des services fournis par les entrepreneurs à l'égard des exigences et des spécifications mentionnées dans les documents contractuels. Ainsi, chaque circuit d'entretien hivernal entretenu par les entrepreneurs privés sous contrat avec le Ministère (≈ 68 % du réseau) est évalué selon une grille contenant des critères de qualité de service relatifs à la qualité du service rendu en déneigement et déglacage, à la qualité des communications et des collaborations ainsi qu'au respect des échéances spécifiées au contrat. Cette mesure fait l'objet d'une cible (100 % des entrepreneurs en entretien d'hiver répondant bien annuellement aux exigences prescrites) au Plan stratégique 2008-2012 du Ministère. Par cette approche et celles associées à la surveillance et au monitoring de son réseau, le Ministère veille à ce que, sur le terrain, la qualité de l'entretien du réseau routier supérieur continue d'être conforme à des exigences de qualité très élevées afin d'assurer des déplacements sécuritaires et fonctionnels. Ainsi, depuis 2005, le Ministère intègre cet indicateur à son rapport annuel de gestion, rapport qui est déposé en conformité avec les dispositions de la Loi sur l'administration publique, au président de l'Assemblée nationale du Québec.

Tableau 13 – Indicateur – Résultats atteints

Résultat	Taux de respect des exigences pour l'entretien hivernal des routes
2009-2010	96,2 %
2010-2011	92,2 %
2011-2012	94,0 %

Note : Selon la grille conçue pour interpréter les résultats, un taux se situant entre 90 % et 95 % démontre que l'entrepreneur a très bien répondu aux exigences.

3.4 Sécurité routière et information aux usagers

Depuis de nombreuses années déjà, le ministère des Transports mène des campagnes d'information et de publicité sur la sécurité routière en conditions hivernales. Par une approche informative, cette campagne vise globalement à inciter les usagers du réseau routier à la prudence en les sensibilisant aux risques inhérents à la conduite en saison hivernale, qui nécessite des changements dans les habitudes. Ces campagnes sont aussi l'occasion d'informer la population sur les limites des opérations d'entretien hivernal et du partage sécuritaire de la route avec les équipes chargées de son entretien. Les moyens de communication utilisés vont de la diffusion de messages à

la radio aux capsules d'information insérées dans les bulletins météo et de circulation, en passant par l'affichage sur les panneaux du réseau routier.

En complément de ses activités de communication, le ministère des Transports offre aux citoyens et usagers du réseau routier supérieur la possibilité de s'informer des conditions routières en période hivernale. Pour faciliter l'accès à cette information en tout temps, à la fois sur le Web et par téléphone, le Ministère offre le Service Québec 511 Info Transports.

Il a de plus défini une terminologie spécifique pour informer les usagers des conditions routières.



Figure 5 - Terminologie des conditions routières

La terminologie des conditions routières hivernales présente aux usagers, de façon séparée, les conditions de la chaussée et les conditions de visibilité. Elle précise également la

présence de lames de neige susceptibles de compromettre les déplacements des usagers du réseau. Cette approche terminologique offre une information plus détaillée et une description plus précise des conditions routières sur le réseau routier couvert par le système de diffusion des conditions routières (plus de 350 tronçons routiers). Une codification basée sur quatre couleurs (noir, jaune, blanc et rouge (route fermée)) est utilisée pour traduire visuellement les conditions routières que le conducteur doit prendre en considération en prévision de ses déplacements.

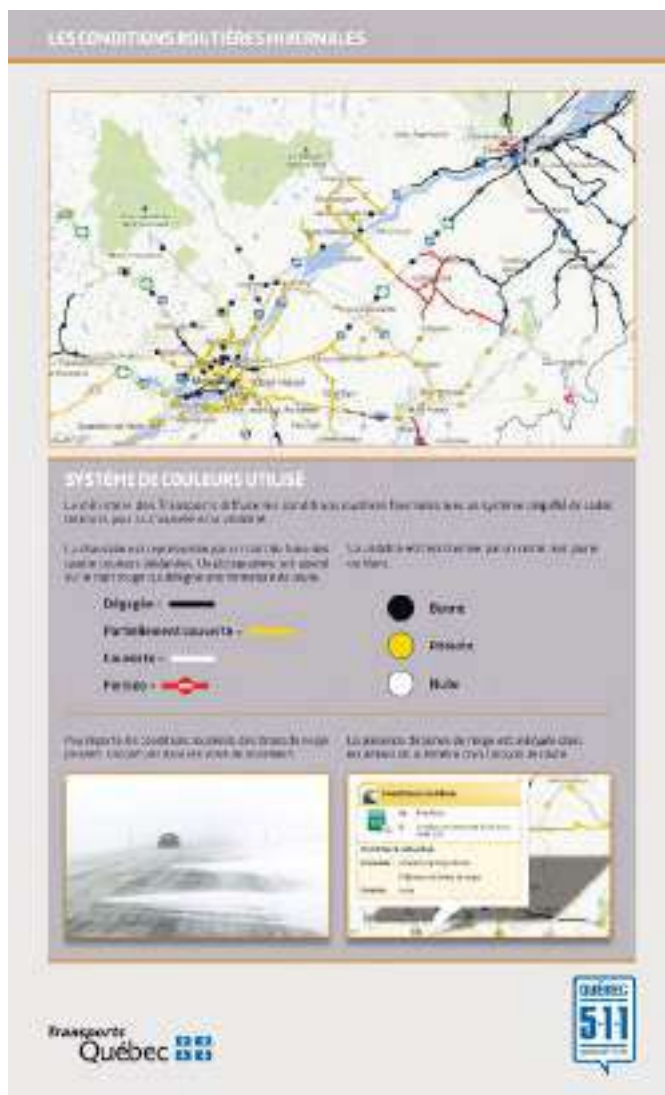


Figure 5A - Terminologie des conditions routières

Soucieux d'offrir une information de qualité aux utilisateurs du service Conditions routières en période hivernale, le Ministère a mis en place un mécanisme de vérification de l'information qui est livrée à la population de manière à déceler d'éventuelles anomalies dans le système instauré et, en rétroaction, lui permettre d'y apporter les correctifs qui s'imposent.

Responsable de l'exploitation du réseau routier supérieur, le ministère des Transports du Québec doit assumer une part importante des responsabilités liées à l'assistance qui doit être portée aux usagers en difficulté et gérer les risques associés à ces situations d'urgence. Dans cette perspective, le Ministère a publié un guide à l'intention de son personnel qui est appelé à intervenir auprès des usagers de la route en difficulté, dans lequel on trouve divers conseils sur les façons efficaces et sécuritaires d'agir dans de telles circonstances.

Centres intégrés de gestion de la circulation

Les systèmes de transport intelligents (STI) sont ces nouvelles technologies utilisées pour améliorer la gestion et l'exploitation des réseaux de transport ainsi que les services aux usagers de la route. De tels systèmes sont en utilisation au Ministère par l'intermédiaire de centres intégrés de gestion de la circulation (CIGC). Par une meilleure connaissance de l'état et de l'utilisation du réseau, ces centres permettent d'accroître la sécurité des usagers et la fluidité de la circulation notamment en période hivernale où les conditions peuvent être difficiles. Couplés à différents outils de gestion, des caméras et des panneaux à messages variables qui sont utilisés offrent en temps réel une information directe aux usagers sur les problèmes qui se présentent sur le réseau en période hivernale.

De plus, sur des réseaux présentant des difficultés spécifiques (p. ex. : circulation dense et rapide, couloir de vent important), une approche préventive simple à l'endroit de l'utilisateur est possible avec l'utilisation de patrouilles de retenue ou la mise en place de dispositifs interdisant l'accès à des portions du réseau jugées à risque.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

Les technologies nous offrent aujourd'hui une gamme étendue de moyens permettant d'obtenir en temps réel une information juste en provenance du réseau routier. Comme bon nombre de gestionnaires de réseau, le Ministère examine les possibilités offertes par cette nouvelle voie en mettant sur pied des projets de nature technologique, dont voici quelques exemples :

- le déploiement et l'utilisation d'équipements embarqués pour les véhicules servant notamment aux opérations de déneigement et à la surveillance du réseau. Ceux-ci ont pour fonction d'enregistrer l'ensemble de l'information, routière ou opérationnelle (taux de pose, etc.), et de la transmettre

en temps réel ou différé à un centre intégré de gestion du réseau (Communication véhiculaire de données [CVD]);

- l'exploitation d'une station météorologique expérimentale fixe à architecture ouverte permettant de mesurer pleinement le potentiel de différents capteurs ou technologies applicables au domaine qui sont offerts sur le marché;
- le développement et le déploiement d'un capteur mesurant la profondeur de gel dans le corps de la chaussée;
- l'expérimentation de système d'aspersion automatisé de saumure.

4.2 Nouvelles approches en matière de gestion

Le Ministère est engagé dans une réflexion sur les modes de gestion en utilisation. Pour ce faire, il expérimente d'autres approches contractuelles visant un partage de risques différent de ceux généralement identifiés aux travaux de déneigement et de déglacage de son réseau. Ainsi, par l'utilisation de technologies adaptées, le Ministère souhaite mieux contrôler les coûts d'entretien de son réseau et favoriser l'entrée de nouveaux entrepreneurs sur le marché du déneigement. Dans la même optique, il poursuit ses efforts visant à concevoir un outil de mesure souple qui permettrait d'établir une comparaison objective de la rigueur des hivers entre eux et leur incidence sur les efforts d'entretien nécessaires pour maintenir le réseau routier viable et sécuritaire.

4.3 Coopération transcontinentale et internationale

Sur un plan technique, le Ministère est à définir un projet de collaboration touchant la vulnérabilité de l'environnement aux fondants routiers. Ainsi, le ministère des Transports du Québec en collaboration avec le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, chargé du volet transport, travaille à déterminer des sujets d'intérêt commun à partir desquels une analyse comparative des pratiques françaises et québécoises pourrait être réalisée.

Pour le ministère des Transports, l'imagination et la recherche sont une réponse dynamique aux défis posés au Québec par l'étendue de son territoire et la rigueur de son climat. C'est en misant notamment sur ces éléments que le Ministère entend améliorer la performance des systèmes de transport.

5. Références

Gouvernement du Québec

(www.gouv.qc.ca)

Ministère des Transports du Québec (www.mtq.gouv.qc.ca)

Société de l'assurance automobile du Québec (www.saaq.qc.ca)

Développement durable, Environnement et Parcs (www.mddep.gouv.qc.ca)

Association des transports du Canada (ATC)
(www.tac-atc.ca)

Association québécoise des transports (AQTr)
(www.aqtr.qc.ca)

Institut de la statistique du Québec

<http://www.stat.gouv.qc.ca/outils/joindre.htm>

BOURQUE, A., et G. SIMONET, « Québec », dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada* édition 2007,

D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éditeurs),

Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2008, p. 171-226.

Archives nationales d'information et de données

climatologiques – Environnement Canada (www.ec.gc.ca)



DANEMARK



1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays



Le Danemark se compose de la péninsule du Jutland et de quelque 406 îles, dont environ 78 sont habitées (2005). Parmi celles-ci, les plus vastes et les plus densément peuplées sont le Sjaelland, où se trouvent la capitale Copenhague, la Fionie et l'île du Jutland septentrional.

Le Danemark compte environ 5,4 millions d'habitants, soit environ 1,4 % de la population totale de l'Europe. Outre le Danemark lui-même, le Royaume inclut également les Îles Féroé et le Groenland. Le point culminant du pays est situé à 171 m au-dessus du niveau de la mer. Aucun habitant du Danemark n'est à plus de 50 km de la mer. Le climat est de type côtier tempéré, janvier et février étant les mois les plus froids avec une température moyenne de 0 °C, et août le mois le plus chaud, avec une température moyenne de 15,7 °C. D'un point de vue administratif, le pays est divisé en 98 municipalités.

Le Danemark est bien doté en systèmes de circulation. Le réseau routier est bon en tous points du pays; les liaisons ferroviaires et aériennes fournissent des transports rapides, et les îles sont raccordées par des transbordeurs et un nombre important de ponts. Kastrup, près de Copenhague, est le plus grand aéroport international du pays, il constitue en même temps un carrefour pour le trafic aérien en provenance et à destination des autres pays scandinaves.

1.2 Réseau routier et circulation

C'est vers la fin du 19^e siècle que le réseau principal des voies publiques a été créé et pavé. Avec les routes secondaires, le réseau routier danois possédait une densité élevée par rapport au reste de l'Europe d'alors.

C'est en particulier au cours des années 1960 et 1970 que le renforcement du réseau s'est poursuivi. Il a été drainé et asphalté, complété d'autoroutes et de nouvelles routes principales, ainsi que de nombreuses routes locales afin de suivre le rythme de la demande qui se manifestait dans les zones urbaines en expansion.



En 2008, le Danemark possède environ 73 200 km de routes, dont 1062 sont des autoroutes. Avec 1,65 km de voies publiques par km², le Danemark possède une densité routière parmi les plus élevées au monde, avec en général un excédent de capacité.

Le réseau routier comporte des routes à grande circulation (routes nationales principales), et des routes appartenant aux autorités locales, selon les modalités énoncées dans la Loi sur les routes.

Les routes locales sont administrées par les conseils municipaux. Elles totalisent environ 69 300 km, soit 95 % du réseau de routes publiques. Les routes nationales, administrées par l'Administration des routes danoises (ARD), totalisent environ 3800 km, soit le 5 % restant. Toutefois, c'est sur ce 5 % du réseau routier que s'accumulent 45 % des kilomètres parcourus par les véhicules. En d'autres mots, 45 % de la circulation au Danemark se fait sur 5 % (3800 km) du réseau routier.

Le pont Grand Belt Bridge, le pont de l'Øresund et l'autoroute de l'Øresund sont gérés par la Sound and Belt Holding A/S, un total de 41 km.

En matière de circulation, chaque route est classée individuellement d'après sa fonction.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Le climat danois est déterminé par la position du pays qui est situé en bordure du continent européen, à proximité de vastes zones maritimes, et dans un secteur où dominent les vents d'ouest. Cette position lui confère des étés frais avec une température moyenne d'environ 16 °C, et des hivers qui ne sont pas particulièrement froids, avec des températures moyennes d'environ 0,5 °C. Cela place le Danemark dans la zone des climats tempérés.

Le vent est très présent, sa force est maximale en hiver et minimale en été. Les précipitations tombent d'un bout de l'année à l'autre, septembre, octobre et novembre étant les mois où les pluies sont les plus fortes. C'est en février et en avril qu'elles sont les plus faibles. La répartition régulière des précipitations tout au long de l'année est due à la position du Danemark, dans une ceinture où les vents d'ouest sont dominants et où le vent est principalement orienté vers l'ouest et le sud-ouest.

Des séries de systèmes à basse pression (cyclones) qui se forment souvent au-dessus de Terre-Neuve et se déplacent vers le nord-ouest sont à l'origine du temps changeant : en l'espace de quelques jours, le temps passe de précipitations soutenues, précédant un front tiède, à un temps ensoleillé ou légèrement brumeux, éventuellement avec une bruine légère portée par la masse d'air chaud qui suit. Enfin, le passage du front froid occasionne des précipitations qui revêtent la forme de fortes averses suivies par un temps dégagé et légèrement nuageux.

Le Danemark est l'un des pays les plus exposés aux phénomènes de « chaussées glissantes » du fait que la température descend très souvent au-dessous de zéro en hiver. Jusqu'à présent, le salage préventif a été la solution pour pallier ce problème, ce qui veut dire qu'on répand du sel sur les routes avant qu'elles ne deviennent glissantes. Ce genre d'intervention est rendu possible par le système d'information météorologique (SMR), une technologie utilisée par l'administration centrale et les municipalités pour déterminer quand il y a lieu d'appliquer la mesure préventive.

La température hivernale moyenne est normalement de 1,5 à 2,5 °C. Le nombre de jours où la température reste inférieure à 0 °C est d'environ 5 par an. La couche de neige varie de 10 à 40 cm au cours de l'hiver et dans tout le pays, il ne produit pas plus de 5 à 10 chutes de neige par hiver.

2.2 Indice hivernal

L'Administration des routes danoises (ARD) utilise un indice hivernal défini pour déterminer la rigueur d'un hiver en liaison avec l'entretien hivernal.

Formule de l'indice d'hiver :

$$V = \sum_{1.\text{oktober}}^{1.\text{maj}} V_{\text{dag}}$$

$$V_{\text{jour}} = a \cdot (b + c + d + e) + a$$

a = nombre de jours où la température de la route est inférieure à +0,5 °C.

b = nombre de fois où la température passe sous 0 °C alors que la température de la route est sous le point de rosée pendant une période de 3 heures et un intervalle d'au moins 12 heures.

c = nombre de fois où la température de la route passe sous 0 °C ou se situe entre 0,5 °C et -0,5 °C.

d = jours avec chutes de neige > 1 cm.

e = jours avec rafales de neige.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Conformément à la Loi sur la gestion hivernale et le dégagement des routes, les autorités danoises responsables des routes sont tenues de prendre des mesures de déneigement et de protection contre les chaussées glissantes en ce qui concerne les routes et voies publiques.

Pour les voies piétonnières, cette obligation peut être imposée aux riverains.

Les autorités routières déterminent l'étendue et l'ordre d'exécution du déneigement et de lutte contre les chaussées glissantes. Le personnel de voirie se conforme à des directives qui traduisent les consignes de la police.

Niveaux de service fixés pour les routes:

Catégorie	Type de route
Routes nationales Routes prioritaires	- Autoroutes - Routes régionales - Autoroutes européennes - Autres routes prioritaires
Autres routes nationales	Autres routes régionales

En outre,

Catégorie	Niveaux de service
Routes nationales Routes prioritaires	Devront être praticables 24 h/24, sans gêne sérieuse Conditions de chaussées désirées : - sèche - mouillée
Autres routes nationales	Devront être praticables 24 h/24 sans gêne sérieuse Conditions de chaussées désirées : - sèche - mouillée

Durée désirée de l'état de chaussées:

Catégorie	Durée désirée de l'état de chaussées inférieure aux niveaux de service
Routes nationales	Route glissante sans neige - Givre 0 heure - Glace 0 heure Après une chute de neige - Neige mouillée 2 heures - Neige légère 2 heures - Neige compactée 0 heure À la suite de rafales de neige - Congères 2 heures - Route bloquée 0 heure
Autres routes	Route glissante sans neige - Givre 2 heures - Glace 2 heures Après une chute de neige - Neige mouillée 4 heures - Neige légère 4 heures - Neige compactée 2 heures À la suite de rafales de neige - Congères 4 heures Route bloquée 0 heure

Niveaux de service fixés pour les voies et chaussées :

Catégorie	Type de route
Voies et chaussées prioritaires	- Routes scolaires - Routes situées dans les zones habitées
Autres voies et chaussées	Autres voies et chaussées, sauf voies réservées aux loisirs

En outre,

Catégorie	Niveaux de service
Voies et chaussées prioritaires	Devront être praticables 24 h/24 sans gêne sérieuse Conditions de chaussées désirées : - sèche - mouillée
Autres voies et chaussées	Devront être praticables sans gêne sérieuse en fonction de l'utilisation de la voie. Conditions de chaussées désirées : - sèche - mouillée - neige compactée avec gravier

Durée désirée de l'état de chaussées:

Catégorie	Durée désirée de l'état de chaussées inférieure au niveau de service
Voies et chaussées prioritaires	Voies et chaussées glissantes, chaussée sans neige : - Givre 0 heure - Glace 0 heure Après une chute de neige - Neige mouillée 4 heures - Neige légère 4 heures - Neige compactée 0 heure Après des rafales de neige - Congères 2 heures - Route bloquée 0 heure
Autres voies et chaussées	Voies et chaussées glissantes, chaussée sans neige : - Givre 4 heures - Glace 4 heures Après une chute de neige - Neige mouillée 6 heures - Neige légère 6 heures - Neige compactée 6 heures Après des rafales de neige - Congères 6 heures - Route bloquée la nuit

Valeurs seuils

	Lancement d'intervention [minutes]	Durée de déviation [minutes]
Salage des chaussées	45	Max. 180
Déneigement des chaussées	60	Max. 120
Voies, chaussées et autres zones (salage et déneigement)	60	Max. 180

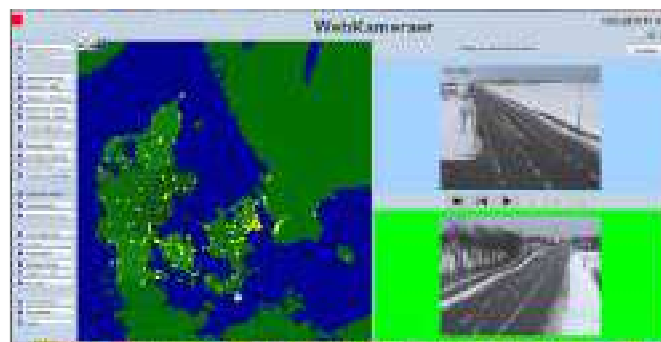
3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Jusqu'au 1^{er} janvier 2007, les comtés géraient la planification et l'exécution de l'entretien hivernal des routes nationales. Toutefois, en vertu de l'adoption d'une réforme organisationnelle, l'ARD a pris en charge la planification de l'entretien hivernal de ses propres routes. Le pays est divisé en 6 régions (centres d'entretien hivernal).

Chaque hiver, cette tâche centralisée concerne environ 1000 km de routes. Tous les travaux appropriés (épandage ou autres) sont assurés conformément à la directive de l'UE sur les services, et gérés par des entreprises de transport privées travaillant sous contrat.

Comment suivre les états de chaussées ?

La prévision de la glissance n'est pas aisée quand la température change très rapidement. C'est pourquoi les responsables de l'entretien hivernal collaborent avec plusieurs services et utilisent des systèmes évolués pour soutenir la surveillance.

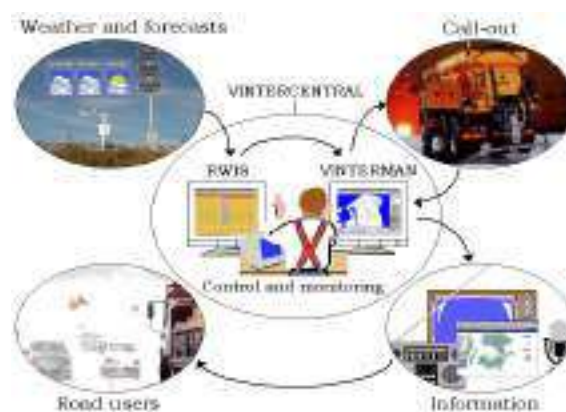


En premier lieu, les responsables de l'entretien hivernal collaborent avec l'Institut météorologique danois (IMD) et utilise ses prévisions de météo et routière, de même que les images radars et satellites. De plus, les ingénieurs de l'entretien hivernal utilisent le système d'information météorologique (SMR) qui constitue un ensemble élaboré de dispositifs de surveillance et de prévision pouvant les aider dans la prise de décision de mesures de salage préventif. De plus, on utilise encore les renseignements provenant des systèmes de surveillance, de caméras vidéo, des commentaires de policiers et de citoyens sur les conditions de température et celle des chaussées, afin d'avoir une vision globale de la situation.

Les surveillants sont habitués aux situations qui les font intervenir sur la route par temps neigeux pour vérifier le besoin d'un effort additionnel, en relation avec le déroulement des opérations.

3.2.1 Diffusion des informations

Le graphique suivant illustre une vue d'ensemble du système danois de coordination de l'entretien hivernal.



L'Administration des routes danoises (ARD) et l'Institut météorologique danois (IMD) sont liés par un accord depuis 1983. Leur relation, conçue avant tout pour permettre l'échange de renseignements par l'intermédiaire du Système d'information météorologique, concerne principalement les prévisions météorologiques appliquées aux routes, et a pour objectif de conserver sur les routes des possibilités de circulation et un niveau de sécurité de circulation suffisants en hiver.

Chacun des participants au système d'information météorologique est lié par des accords écrits.

Ce système est installé sur une série d'ordinateurs dans les 6 centres d'entretien hivernal. Ces centres reçoivent et fournissent des données provenant des stations d'enregistrement et de l'IMD (Institut météorologique danois).

Ces renseignements sont communiqués par le Centre d'information sur la circulation de l'ARD. Il s'agit d'une station centrale ouverte 24 heures par jour au sein de l'ARD qui est en contact permanent avec les autorités routières, l'IMD, la police, les services d'urgence, etc.

Ces renseignements sont également diffusés par radio, télécopieur, etc., ainsi que par liaison téléphonique directe lorsque des automobilistes appellent.

Le système d'information météorologique met en lumière les situations pouvant conduire à la formation de glace ou de verglas, ce qui permet de procéder à un salage préventif avant l'apparition de verglas. Les stations sont situées principalement aux points les plus froids des réseaux routiers. L'existence du système a réduit l'importance des postes de contrôle et des patrouilles; cependant, des patrouilles sont toujours effectuées en cas de nécessité (chutes de neige, etc.).

Le système d'information météorologique repose sur un réseau d'environ 340 stations d'enregistrement implantées le long de 4000 km d'autoroutes et de routes régionales danoises, et d'une petite partie des 69 000 km de routes locales.



Données

Les données utilisées par les coordonnateurs de l'entretien hivernal pour décider de lancer une intervention de déglacage ou de déneigement sont les suivantes :

- Données en ligne provenant des stations SMR dans tout le pays;
- Les prévisions de chacune des stations pour les prochaines heures;
- La mesure du sel résiduel;
- La météo régionale;
- Les images radars;
- Les patrouilles du réseau;
- Les renseignements des automobilistes et des policiers;
- L'expérience des conditions locales et des endroits vulnérables.
- Il y a un centre national qui met en oeuvre la viabilité hivernale dans l'ensemble du pays.

On dénombre 6 centres d'entretien hivernal dans l'ensemble du pays. Dans chacun des centres, des coordonnateurs surveillent la situation.

En hiver, le centre d'informations routières diffuse des alertes de routes glissantes et cela fait partie du système de surveillance.

3.2.2 Centre d'information du trafic

Le centre d'Information du trafic Centre (TIC) enregistre la situation du trafic durant toute l'année et reroute les informations aux médias. Les rapports indiquent les accidents et les bouchons qui posent des problèmes pour l'écoulement du trafic. En hiver avertir le centre d'information du trafic fait partie intégrantes du suivi.

3.2.2 Méthodes

L'entretien hivernal est habituellement assuré du 1^{er} octobre au 30 avril dans l'ensemble du Danemark. Avant cette période, matériels et équipement sont vérifiés et réparés, et le personnel est formé dans le cadre de programmes d'ensemble.

L'activation précise du dispositif dépend des prévisions météorologiques.

Le programme et le calendrier de la mise en place des procédures technologiques et des expérimentations sont normalement établis avant l'hiver. Le plan contient toutes les instructions destinées au personnel, dont il définit les attributions. Il inclut également des directives relatives aux mesures à prendre en fonction d'une situation météorologique donnée.

L'entretien préventif des pare-neige n'est pas très important au Danemark, principalement en raison du faible nombre de jours d'enneigement (5 à 10 jours par an), et aussi parce que le coût

des pare-neiges est bien supérieur aux avantages que ces dispositifs apportent aux utilisateurs.

L'optimisation des itinéraires est faite par chaque centre en fonction des besoins locaux, tant pour les routes principales que les routes secondaires.

L'entretien hivernal repose sur les prévisions météorologiques, si la chute de neige survient ou si la neige est déjà tombée. Les ingénieurs responsables doivent décider avec soin s'il convient de déneiger, et dans quelle mesure.

Le déneigement des chaussées devrait commencer lorsque la neige atteint une épaisseur de 3 à 5 cm, et s'il est probable que la chute de neige se poursuive. Normalement, le salage complète le déneigement. Cependant, ces procédures diffèrent selon que l'on se trouve en zone urbaine, ou en zone rurale.

Normalement, le déneigement des chemins s'effectue en même temps que celui des chaussées, mais l'expérience enseigne que les chemins devront être dégagés après la route adjacente, faute de quoi la neige retombera sur la route.

3.2.3 Équipement

Il y a 6 centres d'entretien hivernal au Danemark. Chaque centre opérationnel est doté du système danois d'information météo-routière, et tous les centres fonctionnent au moyen du système de gestion hivernale VINTERMAN.

L'ARD possède environ 175 épanduses, 50 tracteurs d'épanduses et 450 chasse-neige pour effectuer le déneigement et le déglçage des routes. Les épanduses fonctionnent surtout avec le sel humidifié, mais on dispose aussi de quelques épanduses de saumure et des deux produits.

L'évolution technique se poursuit au Danemark dans le sens de l'utilisation de la saumure. Il faut en général 3 heures pour couvrir un itinéraire de salage, du moment où la tâche est lancée au moment où elle s'achève, et l'itinéraire couvre quelque 400 000 m².

Chaque épanduse, y compris les épanduses en réserve, traite de petites sections de routes de 40 km. Il existe en outre un dépôt de sel tous les 400 km. Tous les véhicules neufs sont dotés d'un équipement GPS fixe. Le salage et le déneigement sont effectués par le conducteur du camion.

Des équipements tels que les installations d'aspersion de fondants, les dispositifs de chauffage des chaussées et les chaussées retardatrices de gel ont été utilisés auparavant mais ne le sont plus, en raison des résultats obtenus et de l'aspect économique de leur utilisation.



3.2.4 Main d'œuvre, formation et privatisation

Chaque année, les ingénieurs et les responsables de réseaux suivent des séminaires destinés à les informer de l'état le plus récent des connaissances et de l'évolution en matière d'entretien hivernal.

Formation et enseignement

L'évolution technique de l'entretien hivernal exige qu'un enseignement et une formation communs à tous les services soient dispensés au personnel. L'entretien hivernal est assuré par un personnel de gestion et un personnel administratif, dont la formation est assurée pour tous les services par la région routière. Les cours portent sur la pratique de l'entretien hivernal et sur une étude approfondie des systèmes d'alerte pour chaussées glissantes.

Pour les conducteurs qui interviennent dans le cadre de l'entretien hivernal, l'ARD a créé 6 modules de cours au niveau national, y compris une formation poussée à l'épandage, à l'utilisation des chasse-neige, etc. On s'attend à ce que la participation à ces cours figure dans les futurs appels d'offres à titre de condition impérative.

Privatisation

On fait habituellement appel à des entreprises privées pour la conduite des véhicules de salage et de déneigement. Le gouvernement fournit les épanduses et les entreprises privées fournissent les véhicules.

3.2.5 Organisation opérationnelle de l'entretien hivernal

Au cours d'un hiver danois typique, on déclenche approximativement 100 salages pour risques de verglas, sur environ 4000 km de routes nationales et régionales. Par ailleurs, les chutes de neige n'occasionnent que 5 à 10 salages par an. Au Danemark, des mesures préventives sont prises pour saler les routes avant que celles-ci ne deviennent glissantes. La décision de déclen-

cher une intervention est prise au centre d'entretien hivernal et l'entrepreneur local réalise les travaux. Deux systèmes informatiques ont été conçus pour assister ces travaux au central d'hiver – le système d'information météorologique et VINTERMAN.

La décision de lancer ou non un salage est une décision cruciale. Si de nombreuses opérations sont lancées au cours d'un hiver sans que le verglas n'apparaisse, cela est très coûteux en argent et en moyens.

Si, par ailleurs, les travaux sont lancés trop tard, voire pas du tout, cela peut entraîner des accidents provoqués par des routes glissantes et, dans le pire des cas, un blocage total de la circulation. Ces situations reviennent également très cher à la collectivité. Cela signifie que chaque centre d'entretien s'efforce d'optimiser la décision qu'elle prend dans chaque cas pour garantir la stabilité de l'écoulement de la circulation, tout en minimisant les ressources utilisées. Afin de parvenir à cette optimisation, le SMR joue un rôle important. Si l'on peut prévoir le moment et le type de chaque situation où la route devient glissante, on peut alors réagir de manière appropriée. Cela ne comporte pas uniquement la détermination du moment optimal du lancement de l'opération, mais également l'utilisation de la méthode et du matériel qui conviennent. C'est dans ce but que le système VINTERMAN a été conçu.

Ce système permet de mettre au point des plans d'action préétablis dans le cadre desquels on décide de la longueur des itinéraires, des méthodes et des volumes de sel. On peut en outre faire un choix entre le sel sec, le sel humidifié et la saumure, en fonction de la situation météo.

La plupart des épandeurs de sel sont à présent équipés d'un système de collecte de données par GPS. Les informations relatives à la vitesse, le dosage, l'épandage, etc. sont enregistrées. Ainsi, le système VINTERMAN est capable de fournir des statistiques sur le nombre d'opérations, la consommation de sel, la durée et le moment des appels d'interventions, ainsi que sur le coût du sel et les sommes versées aux entrepreneurs exécutants. Cela fournit l'occasion de surveiller et de contrôler la qualité des travaux et, éventuellement, de réorganiser le plan d'action, si besoin est.



Pour augmenter l'effet et l'optimisation des mesures exécutées, l'Administration des routes danoises (ARD) expérimente diverses méthodes et matériels d'épandage du sel. Par exemple, les recherches les plus récentes mettent en évidence le potentiel important de réduction de l'utilisation du sel qu'offre le recours à la saumure à la place du sel humidifié en cas de verglas sur la chaussée.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

3.3.1 Évaluation interne

Système d'hiver

Au Danemark, l'entretien hivernal s'applique principalement par l'intermédiaire de systèmes EDB et concerne habituellement deux secteurs principaux :

- L'alerte pour chaussées verglacées. C'est notamment lorsqu'il est nécessaire de décider d'intervenir à titre préventif que les informations du SMR, des images radars et les autres renseignements météorologiques sont précieuses;
- Gestion hivernale. Le système de gestion hivernale peut servir comme système d'assistance relié à la mise en œuvre de la protection des routes verglacées. Il est donc nécessaire qu'il garantisse l'enregistrement des activités, selon les besoins.

Les systèmes peuvent être intégrés à un important système source. Cependant, les interfaces entre ces deux domaines sont si bien définies qu'on a intérêt à utiliser des systèmes moins importants que des systèmes séparés.

Principales attributions d'un système de gestion hivernale :

L'organisation de l'entretien hivernal diffère souvent d'un centre à l'autre. Quoi qu'il en soit, un système de gestion hivernale est toujours indispensable. Pour l'exécution des tâches d'hiver, l'organisation comporte les structures suivantes :

A. Applications primaires alimentées par le personnel de l'organisation. Dans ce cas, un système de gestion d'hiver offrira le choix de documenter les interventions et d'estimer les moyens alloués au personnel.

B. Stations de surveillance pour soutenir la prise de décision et superviser les travaux effectués sur la route par les entrepreneurs. Dans cette situation, le système enregistre les données pour payer correctement les entrepreneurs.

C. Toutes les tâches font l'objet d'appels d'offre, ce qui veut dire qu'il faut décider des modalités d'intervention de même que de l'intervention proprement dite. Dans ce cas, il sera avantageux de créer un système commun dont les fonctionnalités seront accessibles à l'entrepreneur autant qu'aux autorités routières. Généralement, l'entrepreneur a besoin de répondre au modèle B, car l'entrepreneur général recourt fréquemment à la sous-traitance.

Tous les renseignements relatifs à un lancement d'intervention sont disponibles avec les données complémentaires. Les centres d'entretien hivernal utilisent ces données pour préparer la base de facturation aux entrepreneurs. Généralement, les organisations ont des politiques bien définies. Cependant, pour l'ensemble de l'entretien hivernal, un système de gestion et d'enregistrement des données est requis pour les trois situations. Le système d'entretien hivernal doit traiter les tâches ci-après :

- Structurer et organiser tous les renseignements administratifs de base qui concernent l'entretien hivernal;
- Assister le lancement des interventions, et garantir l'enregistrement des données requises au sujet de l'intervention;
- Apporter ultérieurement des alternatives pour documenter l'exécution de l'intervention;
- Introduire dans le système des éléments statistiques relatifs aux tâches exécutées, à la consommation de sel et aux frais;
- Préparer le rapport relatif à l'état actuel des routes, pour transmettre les informations aux centres de renseignements sur la circulation et avec les divers médias.

3.3.2 Évaluation externe

Toutes les épanduses en action sur les routes qui relèvent de l'Administration des routes danoises (ARD) sont équipées d'un dispositif de données destiné à la collecte de données; le système VINTERMAN permet de visualiser les données des interventions de chacune des épanduses. Il s'ensuit que ces données peuvent servir à l'inspection de l'intervention. Par ailleurs, chaque conducteur remplit un formulaire de contrôle qui documente toute intervention.

De plus, plusieurs centres d'entretien hivernal mesurent la quantité de sel résiduel au moyen de l'appareil SOBO20 et des capteurs de chaussée.

L'ARD réalise chaque année une enquête auprès des usagers de la route, dont l'avis joue un rôle important au stade de l'évaluation, afin d'améliorer la stratégie de l'organisme en vue de satisfaire les usagers.

3.4 Sécurité et informations routières

Il est possible d'informer avec un haut degré de précision les automobilistes de l'état des routes verglacées et de la météo, tant au niveau national qu'au niveau local.

Ces renseignements sont communiqués par le centre d'information sur la circulation de l'ARD, qui est une station centrale ouverte 24 heures sur 24 et en contact permanent avec toutes les autorités routières, l'Institut météorologique danois (IMD), la police, les services d'urgence, etc.

Ces renseignements sont diffusés par radio, télex, etc., et par contact téléphonique direct lorsque les automobilistes appellent, ou encore sur le site Internet www.vintertrafik.dk.



Échanges internationaux de renseignements sur les routes

Le centre d'informations sur la circulation de l'ADR envoie ses données sur la circulation à l'ancien système ERIC3000, qui les redistribue à plusieurs autres pays européens et ce, avec des renseignements similaires d'autres pays. Soutenu par le projet EASSYWAY VIKING de l'UE, cet échange d'information transfrontalier est en voie d'être opérationnel avec la Suède et on se prépare à le faire avec l'Allemagne.

4. Recherches en cours destinées à améliorer la gestion hivernale

La technologie de l'entretien hivernal s'améliore rapidement, et les lignes et systèmes de communication à grande vitesse permettent le transfert de quantités énormes de données. Avec le temps, ce processus devient également moins coûteux. Désormais, il est possible de visualiser des informations très particulières, par exemple sur la température, les activités d'entretien hivernal, l'état des routes et la consommation de sel, mais il reste beaucoup d'améliorations à réaliser. VINTERMAN permet de surveiller tous les véhicules d'entretien hivernal dotés du GPS et de recueillir des données.

Nous poursuivons également un projet de « Modulation du processus de décomposition du sel sur la route », dont l'objectif principal consiste à découvrir des modèles permettant aux autorités routières de surveiller les quantités résiduelles de sel présentes à l'issue d'un laps de temps donné, compte tenu de l'intensité de la circulation, des précipitations, etc. On vise en outre à préparer des prévisions portant sur le sel résiduel selon

les divers types de routes, qui offriront un outil supplémentaire précieux aux décideurs des centres d'entretien. Nos projets en cours comportent également des recherches sur « Les prévisions thermographiques appliquées à la surface des routes », avec pour objectif l'étude des pronostics et des prévisions par zones, car le climat influe sur les sections de routes, et nous attendons de l'analyse qu'elle nous fournisse une idée de la prédiction des comportements de la nature et des modifications des conditions climatiques. Pour être en mesure d'améliorer nos performances, nous avons décidé d'améliorer notre système de gestion hivernale grâce au « Système à réponse vocale VINTERMAN ».

Essai d'épanduses au Centre de recherche de Bygholm:
Ce projet cherchait à établir une méthode d'essai des épanduses. Cela permettrait d'établir de nouvelles spécifications et ainsi d'améliorer l'évolution de la qualité de l'entretien hivernal. Ce projet a été réalisé en coopération étroite avec les fournisseurs d'épanduses Nido, Kupper Weisser, Falköping et Epoke.

Les résultats des essais sont très prometteurs, mais il faut apporter un ajustement. Les résultats des essais ont montré que les épanduses ne pouvaient pas satisfaire les exigences et qu'on ne pouvait pas relever de différence significative entre les épanduses, en relation avec le patron de dispersion du sel.

Surveillance et contrôle des épanduses :
Aujourd'hui, les modifications de la géométrie de la chaussée exigent beaucoup d'attention du conducteur de l'épanduse de sel, ce qui constitue un problème. Ce problème provient souvent du fait que le conducteur doit également être attentif à la circulation et au profil de la chaussée.

Le système de gestion VINTERMAN au Danemark est toujours en cours de développement.

En liaison avec ce projet il y a maintenant un développement pour un système de guidage GPS de l'épandage, asservi à l'interaction entre la météo et la surface routière afin d'épandre par section en fonction des prévisions d'état de surface de chaussée.

L'intention est que le conducteur ait juste à conduire le véhicule alors que le GPS commande l'épandage.

Le projet inclut la comparaison entre l'épandage de saumure par buse et la diffusion du sel par disque.

Groupe de développement des épanduses :

En liaison avec le travail de développement des épanduses le groupe fait aussi de la prospective.

Prévention de la glissance à basse température

Après plusieurs hivers durs avec des températures et des situations où périodiquement les températures de chaussées étaient très basses, il a été constaté la difficulté d'intervenir avec les fondants et les méthodes habituels, un projet a été mis en place afin de répondre à cette problématique

Service hivernal sur enrobés drainant.

La direction danoise de route conduit une nouvelle recherche, le projet est de développer un revêtement avec un impact acoustique optimisé, de bonnes performances de réduction du bruit à long terme, de bonne performance structurelles de bonne performance en terme de sécurité routière.

5. Références

www.vd.dk

www.vintertrafik.dk

Rapport du pays COST 344 « L'ENTRETIEN HIVERNAL AU DANEMARK »

ERIC2000 :

<http://www.mycontentcompany.com/eric/index.php>

VIKING :

<http://www.viking.ten-t.com/VikingExtern/Index.htm>



ESPAGNE



1. Données démographiques et routières

L'Espagne est un pays de l'Europe méridionale qui est situé dans la péninsule ibérique, avec une grande extension territoriale de 505 954 km², délimitée au nord par le golfe de Gascogne et les Pyrénées, qui forment la frontière franco-espagnole, à l'est par la mer Méditerranée et à l'ouest par le Portugal et l'océan Atlantique. Le détroit de Gibraltar se trouve à l'extrême sud du pays et constitue le point le plus proche du continent africain (14 km). La population a atteint 45,3 millions d'habitants en 2008, ce qui représente une densité de 89 habitants / km².



Réseau routier espagnol (routes principales)

Le relief espagnol péninsulaire s'articule autour d'un grand massif central, la Meseta (plateau) castillane, qui occupe pratiquement 50 % du pays, avec une élévation assez importante qui fait de l'Espagne le second pays d'Europe à avoir la plus haute altitude moyenne (660 m), avec une importante différence entre l'Est et l'Ouest. Bordée par trois mers, la péninsule déverse ses eaux de manière inégale dans chacune d'elles, étant donné les conditions climatiques et surtout les conditions orographiques qui conditionnent la distribution et l'importance du réseau hydrographique, l'océan Atlantique recevant les plus grands apports. La Meseta est divisée en deux secteurs par une chaîne

centrale formée d'une série de massifs montagneux, sauf sur sa partie ouest, où elle descend doucement jusqu'au Portugal.

Le pays jouit d'une monarchie parlementaire constituée de dix-sept communautés autonomes ou régions :

Andalousie	8,1
Aragon	1,3
Asturies	1,1
Îles Baléares	1,0
Îles Canaries	2,0
Cantabrie	0,6
Castille-La Mancha	2,0
Castille-Leon	2,5
Catalogne	7,2
Communauté de Valence	4,9
Estrémadure	1,1
Galice	2,8
Madrid	6,2
Murcie	1,4
Navarre	0,6
Pays Basque	2,1
La Rioja	0,3
Ceuta	0,072
Melilla	0,070

En millions d'habitants

Cette organisation est similaire à celle d'États fédéraux. Elle laisse une grande autonomie aux communautés avec des pouvoirs législatifs, budgétaires, administratifs et exécutifs, que le gouvernement central garantit au moyen du statut d'autonomie correspondant. D'autre part, les communautés autonomes se divisent en une ou plusieurs provinces, qui forment un total de 52.

Le réseau routier espagnol est organisé en trois administrations différentes : le réseau routier de l'État, qui dépend du ministère des Travaux publics, les réseaux des communautés autonomes et les réseaux des députations (préfectures) et des municipalités.

Le réseau routier de l'État comprend les routes nationales qui forment des itinéraires de longue distance et relient les différentes régions. Les réseaux des communautés autonomes ont un caractère régional et ceux des députations et des municipalités un caractère entièrement local.

La longueur des routes des différents réseaux est la suivante :

Autoroutes	13 873 km
Routes nationales	15 407 km
Routes régionales et locales	137 060 km
Total :	166 340 km

Répartition de la circulation en %
(Circulation lourde en %)

Réseau national	51,9% (17%)
Réseau régional	41,8% (9,5%)
Routes locales (comtés et municipalités)	6,3% (10,3%)

2. Données climatiques

Comme on peut le constater sur la carte ci-après et en conformité avec le classement des climats de Köppen, on distingue 9 zones climatiques en Espagne.

En général, on peut distinguer deux zones au climat hivernal, le mois le plus froid ayant une température moyenne sous les -3 °C, et le mois le plus chaud, une température moyenne dépassant les 10 °C. Celles-ci correspondent, d'une part, aux zones montagneuses des Pyrénées, avec quelques points dans la Chaîne Ibérique et dans la Chaîne Cantabrique, qui ne jouissent pas vraiment d'une saison sèche. D'autre part, on compte aussi les zones de la Chaîne Prébétique (Sierra Nevada) et quelques petites zones de la Chaîne Centrale, qui connaissent un été sec.

Les zones qui connaissent un climat chaud et pluvieux (la température moyenne du mois le plus froid se situe entre 18 et -3 °C et celle du mois le plus chaud dépasse les 10 °C) se divisent en quatre parties. La zone qui ne connaît pas de saison sèche correspond à la plus grande partie de Galice, des Asturies, de Cantabrie de Rioja, du nord de Castille-Leon, du nord de l'Aragon et de la Catalogne, des zones nord de l'Aragon et la partie inférieure des Pyrénées en Catalogne et la plus grande partie de la Chaîne Ibérique.

La zone sans saison sèche, mais avec un été chaud est limitée par les frontières nord et sud de la dépression de l'Èbre, l'intérieur de Gérone et une zone au sud de la Chaîne Ibérique. La zone jouissant d'un été chaud et sec comprend des parties de la Galice, la plus grande partie de Castille-Leon et la Chaîne Centrale, la bordure sud de la Chaîne Centrale, les reste des zones de la Chaîne Prébétique et quelques régions de la Catalogne, de même que les îles de Palma, Gomera, île de Fer, la plupart des îles de Tenerife et la zone médiane de Grande Canarie. Enfin, la zone qui jouit d'un climat sec et chaud comprend la partie sud-ouest de Castille-Leon, l'Extrémadure, la plus grande partie de l'Andalousie et Castille-La Manche, Levant, la partie côtière et de basses montagnes de la Catalogne, l'île de Minorque et la majeure partie d'Ibiza et de Majorque.

La dépression de l'Èbre, la Manche, la plus grande partie de la péninsule sud-est et les parties sud des îles de Majorque et d'Ibiza ont un climat chaud et sec, l'évaporation étant supérieure aux précipitations et la température moyenne annuelle sous les 18 °C. Des parties de l'Algérie, de la Murcie, l'intérieur de Grande Canarie, Fuerteventura et Lanzarote connaissent un climat chaud et sec avec des températures moyennes annuelles dépassant les 18 °C. Des parties de l'Algérie, de Murcie et la majeure partie de Fuerteventura et Lanzarote ont un climat désertique avec une évaporation supérieure aux précipitations et une saison sèche en hiver.

CARACTÉRISTIQUES DE L'HIVER

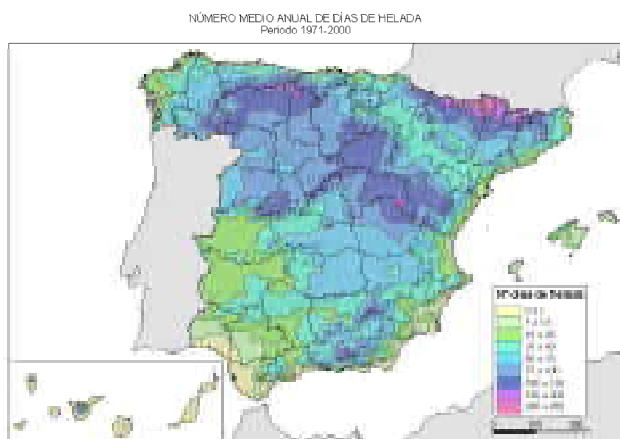
L'hiver offre à l'Espagne une abondance de jours sous la barre du point de congélation et de jours enneigés. Comme on peut le constater sur la carte ci-après, il existe des régions en Espagne où il neige de 40 à 50 jours par année, selon les moyennes enregistrées au cours de la période de référence de 1971 à 2000. Les zones touchées sont celles des Pyrénées, de la Chaîne Cantabrique, de la Chaîne Centrale, de la Chaîne Ibérique et de la Sierra Nevada. Au pourtour de ces zones, il existe de vastes régions qui reçoivent de 20 à 40 cm de neige par année. À noter que dans ces zones se trouvent les villes et leurs environs de Soria, Burgos et Ávila, de même que quelques autoroutes importantes.





Nombre de jours de neige

En ce qui a trait au nombre de jours de température sous le point de congélation, les parties les plus hautes du pays en comptaient entre 150 et 250, au cours de la période de référence de 1971 à 2000. Dans les zones qui comptent de 75 à 150 jours de gel, on peut inclure Soria, Burgos, Ávila, Teruelo, Valladolid et Salamanque. Les régions de Leon, Ségovie, Cuenca et Albacete et quelques autoroutes importantes sont situées dans des zones où l'on enregistre de 50 à 75 jours de gel. Une bonne partie du réseau routier principal comporte des sections dans toutes les régions mentionnées ci-dessus.



Moyenne annuelle du nombre de jours de gel
(Légende:) Nombre de jours de gel

Les températures du climat atlantique sont douces à longueur d'année, avec des moyennes de 10 à 20 °C. Les précipitations sont abondantes, sous l'influence des grandes masses d'air humide provenant de l'océan Atlantique. La Galice et la corniche cantabrique appartiennent à cette zone.

Le climat continental produit des hivers longs et froids, des étés doux dans le Nord et chauds dans le Sud; les températures varient entre 25 et -13 °C. Les précipitations sont rares et se produisent au cours des orages d'été. La plaine et la dépression de l'Èbre appartiennent à cette zone climatique.



Le climat méditerranéen produit des températures chaudes en été et douces en hiver. Les précipitations sont irrégulières, principalement dans l'Almérie et la Murcie. La zone méditerranéenne, la zone de l'Andalousie atlantique, les Baléares, Ceuta et Melilla se situent dans cette zone climatique. Le climat de montagne se traduit par des températures basses et des hivers longs et très froids, de même que des étés courts et chauds. Les précipitations sont abondantes et croissent avec l'altitude. Les Pyrénées, les chaînes Prébétique et Centrale, certaines parties des chaînes Cantabrique et Ibérique, de même que Grazalema font partie de cette zone.

Note : Il se trouve d'autres classes de climat similaires à celles qu'utilisent les Français, mais elles ne font pas partie du classement officiel de l'Atlas climatologique. On peut consulter ces documents distribués par le ministère de l'Éducation, mais ce système ne correspond pas à celui qui est utilisé par l'AEMET. (Bureau national de la météorologie)

3. Gestion hivernale des routes

3.1. Normes et réglementation

La direction générale des Routes du ministère des Travaux publics assume les fonctions correspondant aux aspects de la gestion technique et de l'exploitation de l'infrastructure routière du réseau routier de l'État. Parmi ses fonctions se trouve la viabilité hivernale des routes qui sont de son ressort, laquelle dépend de la sous-direction générale d'Entretien et d'Exploitation.

Les stratégies pour l'exécution des travaux de viabilité hivernale confiés aux services d'entretien se trouvent consignées dans des documents intitulés « Programmes d'exploitation rédigés pour chacun des secteurs d'entretien ». Ils contiennent la description des situations susceptibles de se présenter et des moyens nécessaires pour y remédier, l'objectif étant que le nombre de perturbations de la circulation ne dépasse pas celui fixé pour chaque tronçon en fonction du niveau de service qui lui correspond.

Trois niveaux de service ont été définis pour le réseau routier de l'État, en fonction de deux paramètres : le nombre maximal de perturbations pouvant se produire et la durée maximale de chaque perturbation.

L'assignation des niveaux de service NS-1, NS-2 et NS-3 se fait de la manière suivante :

Niveau de service 1 (NS-1):

- Toutes les autoroutes gratuites et routes express;
- Les routes conventionnelles avec un débit journalier moyen annuel ≤ 5000 , excepté les cols, disposant d'un itinéraire alternatif par autoroute ou route express, auxquelles correspond le NS-2;
- Les accès aux stations de ski les plus importantes;
- Toutes les capitales de province et villes de plus de 20 000 habitants traversées par une route du réseau routier de l'État seront reliées au réseau principal (celui ayant le niveau de service 1) par au moins une route de NS-1;
- Tant pour ce niveau de service que pour le NS-2, on fera en sorte que le niveau soit le même pour tous les tronçons composant un même itinéraire pour que celui-ci soit uniforme du point de départ à celui d'arrivée.

À ce niveau de service, fermer une route ou couper la circulation de tous les véhicules en raison de la présence de neige ou de verglas sur la chaussée n'est pas permis. Au besoin, on arrêtera la circulation des véhicules lourds et on restreindra le passage aux véhicules légers munis de chaînes, en veillant à minimiser la durée de la restriction.

La durée maximale d'interdiction de circuler aux poids lourds et la restriction des chaînes pour les véhicules légers ne doit pas dépasser la durée de la chute de neige augmentée de 2 heures. Le dégagement des accotements doit se terminer au plus tard 6 heures après la fin de la chute de neige.

Niveau de service 2 (NS-2):

- Les routes conventionnelles avec débit journalier moyen annuel se situant entre 1000 et 5000 véhicules;
- Tous les accès aux capitales de province et aux villes de plus de 20 000 habitants auront, comme minimum, le NS-2;
- Toutes les villes de plus de 4000 habitants traversées par une route du réseau routier de l'État seront reliées au réseau principal (celui ayant le niveau de service 1) ou au réseau secondaire (celui ayant le niveau de service 2) par au moins une route de NS-2.

Dans ce niveau de service, on admet une fermeture complète de la route par année. Au besoin, on arrêtera la circulation des véhicules lourds et on restreindra le passage aux véhicules légers munis de chaînes, en veillant à minimiser la durée de la restriction.

La durée maximale d'interdiction de circuler aux poids lourds et la restriction des chaînes pour les véhicules légers ne doivent pas dépasser la durée de la chute de neige augmentée de 4 heures.

Le nettoyage des routes doit être fait au plus tard un jour après la chute de neige.

Niveau de service 3 (NS-3):

- Le reste des routes conventionnelles, excepté les cols situés entre deux provinces ou qui constituent l'unique communication entre des villes de plus de 2000 habitants ayant au moins le NS-2.

À ce niveau de service, on permet les interruptions de service, quand, en raison de l'intensité de la chute de neige, il est nécessaire de concentrer les efforts sur les routes d'un niveau de service supérieur.

Dans tous les cas, on ne tolère pas, dans le réseau routier national, la présence de glace pouvant perturber la circulation. La qualité du service se mesure par le degré de conformité au programme d'exploitation applicable. Considérant les clauses de services stipulées au contrat, la performance est insatisfaisante quand les niveaux de service établis ne sont pas atteints sur les différentes routes qui font l'objet du contrat.

Il n'existe pas non plus de règles fixes concernant les caractéristiques des matériels ou de l'équipement utilisés, étant donné que celles-ci sont définies dans chaque programme d'exploitation et adaptées aux particularités de chaque secteur.

En général, on doit recourir à des chasse-neige à lame frontale et parfois aussi à lame latérale. On pratique des épandages de fondants solides, de fondants solides humidifiés, ou encore de saumure. Dans certaines zones montagneuses, on utilise des chasse-neige dynamiques. Le fondant le plus courant est le chlorure de sodium (sel), mélangé parfois à du chlorure de calcium. De nos jours, le traitement le plus utilisé est le fondant en saumure.

3.2. Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

La responsabilité de l'entretien hivernal des routes espagnoles appartient aux services d'entretien des routes de l'organisme qui en est titulaire.

Des interventions continues sont nécessaires sur environ 40 % des routes du réseau national pour assurer leur entretien hivernal.

Partenariat public-privé

Presque tous les organismes responsables de réseaux routiers sous-traient une partie de leurs activités d'entretien à des entreprises privées. Celles-ci réalisent les opérations d'entretien de la plupart des éléments de l'infrastructure et, généralement, celles aussi qui correspondent à la viabilité hivernale.

Le réseau routier national est divisé actuellement en 168 secteurs. L'entretien de ces secteurs est confié à des entreprises privées en vertu d'un devis technique qui a servi de base à un appel d'offres concurrentiel. Le contrat comprend la fourniture des ressources matérielles et humaines nécessaires pour exécuter toutes les opérations d'entretien hivernal du réseau routier.

Pour le réseau routier national, la gestion des moyens utilisés pour mener à bien les travaux d'entretien de la viabilité hivernale est définie dans les programmes d'exploitation. Ils contiennent les procédures d'intervention et l'organisation de toutes les tâches se rapportant à la viabilité hivernale du secteur. Ils sont rédigés conformément aux instructions figurant dans une note de service émanant de la direction générale des Routes.

Conformément aux programmes d'exploitation, les compagnies privées sont responsables des opérations. Elles jouent également un rôle dans la décision d'intervention. On compte aussi des autoroutes gérées par des concessionnaires.

Les programmes d'exploitation sont approuvés par la direction de chaque contrat et révisés annuellement pour tenir compte des nouvelles nécessités décelées, en vue de leur application pour la prochaine saison hivernale.

Une partie importante de cette révision annuelle correspond à l'inclusion des expériences considérées comme importantes pour l'amélioration du service, par exemple l'application de nouvelles technologies ou des perfectionnements concrets des techniques de travail employées.

Les programmes d'exploitation de chaque secteur contiennent minimalement les informations suivantes :

- Personnel et machines attribués au secteur (camions chasse-neige, machines chasse-neige dynamiques, épandeurs de fondants, etc.);
- Fondants (silos et dépôts existant dans le secteur et alentour, usines de fabrication de saumure, etc.);
- Canaux et procédures pour la transmission des informations (systèmes de communication entre les bases et les véhicules, canaux de transmission des informations météorologiques et d'autres types);
- Organisation des travaux préventifs (parcours à effectuer, horaires, inspections, etc.);
- Organisation des travaux curatifs (emplacement des équipes, parcours, chemins alternatifs, tronçons particulièrement problématiques, zones de stationnement de véhicules, etc.).

Coopération avec les directions générales de la Circulation routière et de la Protection civile

Un des éléments des programmes d'exploitation est la coordination avec les autres organismes gouvernementaux qui ont des responsabilités en matière de viabilité hivernale, comme la direction générale de la Circulation routière et la direction générale de la Protection civile, toutes deux relevant du ministère de l'Intérieur.

Le rôle de la direction générale de la Circulation routière dans la viabilité hivernale est très important, car, parmi ses compétences, on compte le contrôle de la circulation sur les routes et l'obligation de faire respecter par les usagers la réglementation en vigueur sur la circulation des véhicules. Elle est responsable, au cas où la circulation sur les routes serait difficile à cause de la neige ou du verglas, de faire appliquer les restrictions imposées à la circulation, comme l'obligation d'utiliser des chaînes ou l'arrêt obligatoire des véhicules d'une catégorie déterminée.

La décision d'imposer des restrictions à la circulation, comme l'arrêt de la circulation des poids lourds et l'imposition de

chaînes aux véhicules légers relève de la direction générale des Routes et du ministère des Transports. En cas de fermeture de routes, les services aux usagers relèvent de la Protection civile.

Afin de coordonner les différents paliers de gouvernement responsables de l'entretien routier hivernal, on prépare des protocoles provinciaux, sur le modèle d'un protocole national intitulé : Coordination de l'administration générale de l'État lors des chutes de neige et des événements atmosphériques extrêmes pouvant toucher le réseau routier national. Ce document détermine l'approche à adopter dans chacune des situations.

Information météorologique routière

Les prévisions atmosphériques sont du ressort du service national de météorologie (AEMET). Elles prennent la forme de bulletins et de prédictions quotidiennes de mauvais temps, quand on prévoit des chutes de neige dépassant des seuils prédéterminés.

La direction générale de la circulation est en train d'installer un réseau de stations météo dans le but de connaître les conditions météorologiques sur la route. Cette information météo est transférée à l'utilisateur par le biais de panneaux à message variable et est disponible sur Internet.

3.3 Sécurité et information routières

Dans les cas de chutes de neige, c'est la délégation ou la sous-délégation du gouvernement de chaque province qui a la responsabilité d'informer les usagers et les médias.

- Fourniture d'information aux usagers de la route

La direction générale de la Circulation routière, qui dépend du ministère de l'Intérieur, est chargée de fournir les informations aux usagers des routes.

Les usagers disposent actuellement de divers moyens pour obtenir des informations sur l'état des routes.

D'une part, les différentes stations de radio et chaînes de télévision ainsi que la presse écrite émettent des informations de caractère général, et d'autre part les centres de gestion de la circulation affichent en temps réel des informations particulières sur les panneaux de messages variables (PMV) situés sur les routes, et finalement, sur place, les agents de

la Police de la route qui, en plus de contrôler la circulation, établissent des contrôles pour exiger l'utilisation de chaînes dans les cas mauvaises conditions routières.

De plus, le ministère des Transports a établi 4 groupes de conditions qui déterminent le degré de difficulté auquel peut s'attendre le conducteur, sur un tronçon particulier de route touché par la neige or le verglas. La circulation se classe donc en 4 niveaux de difficulté :

- Vert : début de la chute de neige. Cette couleur prévient qu'il a commencé à neiger sur un tronçon de route et que la circulation n'en souffre pas. Les limites de vitesse recommandées sont fixées à 100 km/h sur les grandes routes et les autoroutes, et à 80 km/h, sur les autres routes. Les camions doivent circuler dans la voie de droite et ils n'ont pas le droit de dépasser d'autres véhicules;
- Jaune : présence de neige sur la route. La route commence à se couvrir de neige. Les camions doivent cesser de circuler et les véhicules légers et les autocars ne doivent pas dépasser 60 km/h;
- Rouge : la route est couverte de neige. La circulation est possible seulement en utilisant des chaînes et en ne dépassant pas 30 km/h. La circulation des camions et des autocars est interdite;
- Noir : présence de neige épaisse ou de verglas sur la route. La route est impraticable et il y a un risque élevé de se voir immobilisé pour une période de temps indéfinie.

- Systèmes permettant d'accroître la sécurité de la circulation

L'amélioration de la sécurité de la circulation routière dépend d'une part de la maintenance et de l'entretien de l'état de la chaussée et, d'autre part, de la communication aux usagers des conséquences des effets du mauvais temps par les centres de Gestion de la circulation.

Les informations fournies sont basées sur l'obtention et la captation des paramètres de la météo et des conditions de la chaussée, la modélisation et l'émission postérieure des informations par les moyens cités au paragraphe précédent.

- Utilisation de capteurs et de panneaux à messages variables

La connaissance de l'état de la chaussée en fonction des effets météorologiques fait partie des tâches des agents chargés de l'entretien et de la maintenance et de celles des agents de la police de la route.



Panneau à message variable

Depuis l'année 2000, date de la mise en service du premier projet d'installation de capteurs de paramètres météorologiques sur route (SEVAC), ceux-ci permettent de connaître, de capter, d'évaluer et de modéliser l'importance des différents paramètres environnementaux, ce qui permet d'évaluer et de confirmer les actions exécutées, et de confirmer leur maintien et la finalisation du projet.

De plus, des informations sur la capacité, l'emplacement et l'état des routes sont diffusés par des messages variables sur les PMV. Ce système couvre presque 600 km de routes et routes express du réseau général, plus quelques kilomètres additionnels appartenant au réseau des communautés autonomes.

■ Technologies de l'information au service de l'utilisateur de la route

Tous les types de technologie sont utilisés, qu'ils soient basés sur des moyens audiovisuels, comme Internet, ou personnalisés au moyen d'appels téléphoniques et de messages SMS.

Il existe également des postes d'information ad hoc pour certains emplacements se trouvant dans des sections ou des itinéraires particuliers.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

À partir de l'année 2000, toute la machinerie utilisée pour la viabilité hivernale du réseau routier de l'État a été progressivement équipée de systèmes de géolocalisation par satellite GPS qui, reliés aux centres de commande au moyen de la téléphonie cellulaire, sont utilisés comme aide à la gestion des flottes d'engins de déneigement. Le système utilisé, en plus de donner en temps réel la position de chaque véhicule, dispose de plusieurs capteurs situés sur l'équipement

d'épandage de fondants et la lame oblique, ce qui permet de connaître avec précision le type de travail que la machine est en train de réaliser. Les informations fournies par le système de positionnement et les différents capteurs du véhicule sont stockées dans une base de données, ce qui permet d'obtenir une grande variété de rapports sur les travaux réellement réalisés. Ce système s'est révélé très utile, car il permet d'étudier les incidents vécus et d'obtenir des conclusions pour améliorer le service.

Pour ce qui est de l'infrastructure, de l'équipement d'épandage automatique de fondants liquides a été mis en service comme solution pour éviter la formation de verglas sur les routes. L'utilisation de ce système présente d'importants avantages pour les endroits qui demandent une attention spéciale, en raison de températures ou d'humidité extrêmes. Le seul facteur négatif est le coût élevé de déploiement et d'entretien.

4.2 Nouveaux systèmes de gestion

La gestion de la viabilité hivernale est révisée à la fin de chaque saison afin de corriger les défauts observés et proposer des améliorations pour tenter de donner le meilleur service possible aux usagers des routes pendant l'hiver. Au cours des saisons récentes, on a fait la démonstration que la manière la plus efficace d'éviter ou de réduire le nombre de restrictions ou de délais sur des tronçons, consiste à interdire la circulation des camions sur les tronçons qui subissent de fortes chutes de neige. Ces restrictions sont appliquées en visant à réduire le plus possible le temps d'arrêt des camions, en intensifiant le travail des chasse-neige et en recherchant une plus grande efficacité dans le déblaiement de la neige. C'est pourquoi on envisage un plan de construction de parcs de stationnement d'urgence pour les véhicules lourds ; 56 parcs serviraient ainsi à recevoir ces véhicules en cas de mauvaises conditions de circulation en hiver, voire toute l'année durant.

4.3 Coopération transnationale

L'Espagne participe au projet SERTI, qui offre des services d'information à l'utilisateur, de coopération pour la gestion de la circulation transfrontalière, d'équipement pour les échanges de données et la gestion du trafic, etc., dans le but d'améliorer la sécurité et le confort dans les couloirs routiers qui relient l'Allemagne, la France, l'Espagne, l'Italie, la Suisse et Andorre.

5 Références

Les données relatives au climat ont été fournies par le service national de météorologie (AEMET), du ministère de l'Environnement et des Affaires rurales et maritimes.



ESTONIE



1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays



L'Estonie est un petit pays, membre de l'Union européenne, situé au nord de l'Europe. La superficie de son territoire est proche de celle du Danemark, de la Suisse ou des Pays-Bas.

1.2 Réseau routier

Réseau routier total km	Routes nationales km					Autres routes km
	Au total	Routes 1 ^{ère} catégorie	Routes 2 ^{ème} catégorie	Routes secondaires	Routes 1 ^{ère} catégorie	
58 034	16 487	1602	2391	12 444	50	41 547

2. Données climatiques

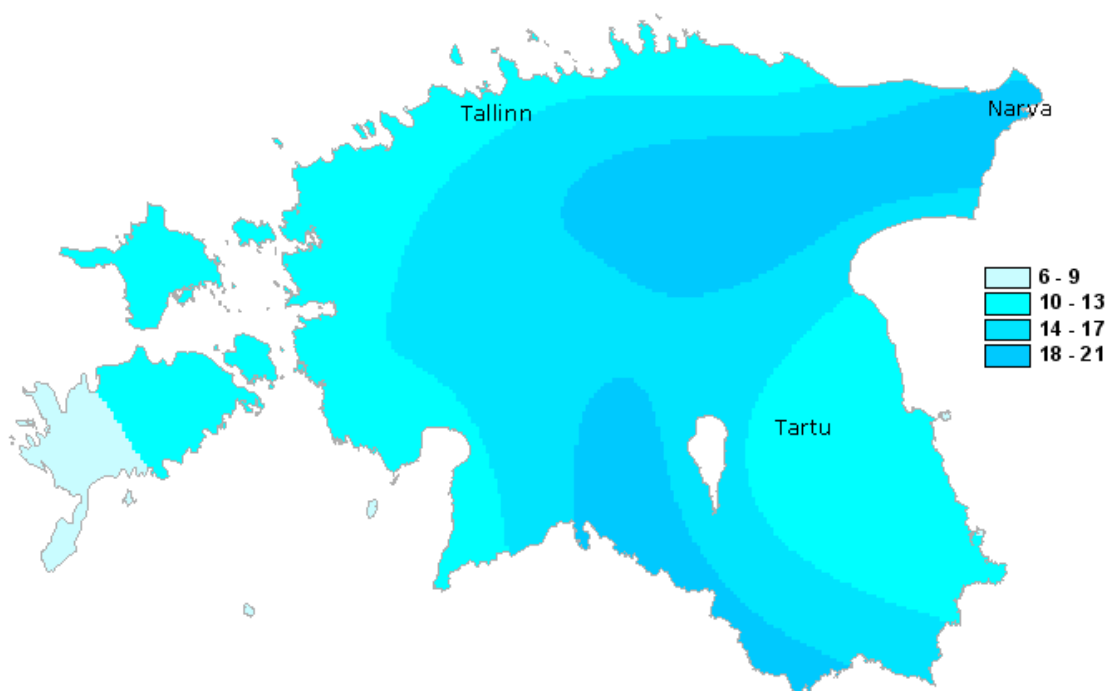
- Statistiques de températures et précipitations

Ville	Température mensuelle moyenne (moyenne de 30 ans)					Précipitations de neige (cm) (max. en 30 ans)		Précipitations (moyenne de 30 ans) (cm)				
	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Chute de neige quotidienne maximale	Épaisseur de neige maximale	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
Tallinn	1,3	-1,7	-3,4	-4,4	-1,1	25	54	6,9	5,7	5,7	3,6	3,5
Tartu-Tõravere	0,2	-3,0	-4,6	-5,5	-1,2	16	42	5,1	4,6	4,8	3,5	3,6
Narva	0,2	-3,2	-5,2	-6,1	-1,8	15	53	5,5	4,8	4,3	3,3	3,5

Moyenne en 30 ans (1979-2008)

Par période hivernale, 31 jours font l'objet de chutes de neige à Tallin, la capitale de l'Estonie.

Hauteur moyenne (cm) de la couche de neige sur le territoire en février:



Les chutes de neige et les situations de route glissante commencent habituellement en novembre et s'étendent sur une durée de 5 mois, soit jusqu'en avril. Cependant, de façon épisodique, les précipitations neigeuses peuvent survenir jusqu'en mai. Le climat varie d'humide sur la côte maritime, à sec dans les régions continentales de l'est et du sud. De plus, il est possible de rencontrer des températures relativement basses : jusqu'à -30 °C. Les températures du revêtement varient souvent autour de 0 °C, ce qui rend le contrôle de la glissance très important.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

- Obligation légale de réaliser un entretien hivernal

L'Administration des routes d'Estonie est responsable de l'entretien hivernal de 100 % des routes du réseau national.

Un entretien hivernal des routes est déterminé par les arrêtés suivants du ministère des Transports et Communications :

1. Exigences concernant l'état des routes.
2. Exigences concernant les technologies d'entretien hivernal

La Loi routière oblige l'utilisation des pneus d'hiver (cloutés ou non) pour les véhicules jusqu'à 3,5 tonnes pendant la période du 1^{er} décembre au 1^{er} mars. Les pneus cloutés sont autorisés du 1^{er} octobre au 1^{er} mai.

■ Classement des routes – Niveaux de service

DJM	Niveau de service prescrit			
	Routes principales	Routes nationales	Routes secondaires	Routes locales
Route	4	-	-	-
> 8000	3	-	-	-
6000-8000	3	3	3	-
3000-6000	3	3	3	-
1000-3000	3	2	2	2
200-1000	3	1	1	1
Jusqu'à 200	-	1	1	1

Exigences relatives à l'état des routes



Niveau 1



Niveau 2



Niveau 3

Indicateurs	Exigences relatives à l'état des routes selon le niveau de service			
	1	2	3	4
État de la surface routière				
	Neige tassée ou surface glacée autorisée, si un traitement antidérapage des endroits dangereux est assuré.	Neige tassée ou surface glacée autorisée, si un traitement complet antidérapage est assuré.	Voies libres de neige et de glace, déglacage	Chaussée libre de neige et de glace, déglacage complet
Neige				
Épaisseur autorisée de neige fraîche	< 10 cm	< 5 cm	< 3 cm entre les traces de roues	Chaussée dégagée
Épaisseur autorisée de neige fondue, mélange de sel et de neige	< 6 cm	< 3 cm	< 2 cm entre les traces de roue	Chaussée dégagée
Largeur entre les congères latérales	> 6 m ou au moins la largeur de la route	> 8 m ou au moins la largeur de la route	La route entière et les accotements	La route entière et les accotements
Uniformité				
Profondeur autorisée des ornières ou inégalités dans la neige tassée	< 4 cm	< 3 cm	Couche de neige tassée < 2 cm entre les traces de roues	Chaussée dégagée. Quand $T < -12^{\circ}\text{C}$ couche de neige < 1 cm entre les traces de roues

Niveau requis de service	Heures d'application des exigences
Autoroute 4	24 h par jour
3	6 h à 22 h Le reste du temps, niveau de service 2 admis
2	7 h à 21 h Le reste du temps, niveau de service 1 admis
1	À déterminer par le propriétaire de la route

Cycle de service maximal (h)					
Niveau de service requis	Déblaiement de la neige et de la neige fondue	Déglacage, traitement antidérapage	Déblaiement du mélange de neige et sel	Nettoyage de trottoirs et contrôle de dérapage	autres aménagements routiers
4	2	2	4	6	8
3	5	4	8	8	12
2	12	8	-	12	24
1	36	24 (sites)	-	12	36

Règles concernant le type et les caractéristiques des matériaux

Pour le déglacage, normalement le NaCl est utilisé, car il convient du point de vue de son prix et de sa facilité d'utilisation. Le CaCl_2 est utilisé pour la préparation de la saumure. Conformément aux normes techniques de l'entretien routier, la quantité de sel doit être la suivante :

Temp. °C	Après déblaiement de la neige		Après déblaiement de la neige mouillée		Chaussée verglacée	
	g/m ²	kg/km	g/m ²	kg/km	g/m ²	kg/km
0 ... -2	10-20	75-150	10-20	75-150	2-5	15-40
-2 ... -4	10-20	75-150	20-30	150-225	5-10	40-75
-4 ... -7	20-40	150-300	30-50	225-375	10-20	75-150
-7 ... -10	40-60	300-450	50-70	375-525	20-30	150-225

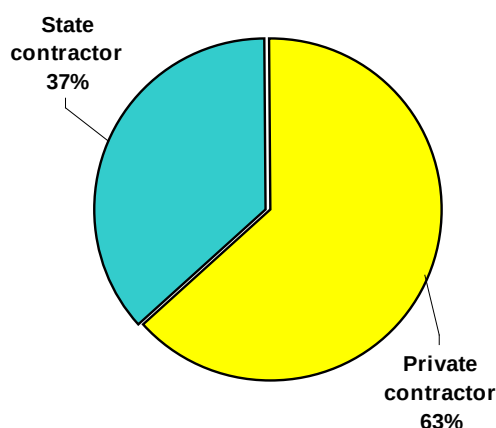
Quantité recommandée de sel humidifié (NaCl) g/m² ou kg/km sur une chaussée de 7,5 m de largeur

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

■ Organisation de l'entretien hivernal

La réorganisation des activités de l'Administration des routes d'Estonie a commencé en 2000. Après 8 ans de travail d'équipe, nous avons atteint la dernière étape de notre objectif. L'entretien des routes est entièrement confié à l'entreprise privée et les contrats conclus sont en grande partie basés sur la performance.

**LEVEL of WINTER MAINTENANCE
PRIVATIZATION 2008**



Niveau de service hivernal, PRIVATISATION 2008 - Services de voirie nationale 37 % - Entrepreneurs privés 63 %

Les principales sphères d'activité d'un prestataire de services – l'entretien de routine, l'entretien périodique et celles de conservation – sont toutes incluses dans un contrat unique qui s'étend sur 7 à 8 ans. L'évaluation et la rémunération de l'entretien de routine sont entièrement établies sur la performance. Cela signifie qu'il n'y a pas à mesurer le travail accompli; seule l'atteinte des objectifs de niveau de service compte.

En Estonie, les contrats d'entretien sont d'une durée de 5, 7 et 8 ans. Depuis l'an 2000, 14 contrats basés sur la performance ont été conclus dans l'ensemble du pays (1000-1200 km) et 3 contrats à l'échelle régionale (400 km). En général, de 4 à 7 entrepreneurs participent à l'appel d'offres. Le marché de l'entretien routier en Estonie est en évolution constante; en tenant compte du siège social des entreprises de construction routière, la région la plus développée est celle de Tallinn suivie par Tartu. Dans les îles et dans le sud du pays, le bassin d'entrepreneurs est moins important.

■ Gestion opérationnelle de l'entretien hivernal

Les camions porteurs à trois essieux de marque SISU et SCANIA sont les véhicules principalement utilisés dans le cadre de l'entretien hivernal. Les porteurs UNIMOG et VOLVO sont moins utilisés. Pour les travaux de déglacage, les saleuses de type NIDO et SALO sont privilégiées. Pour le déneigement, différents types de lames frontale, latérale ou disposée sous le châssis sont utilisées.

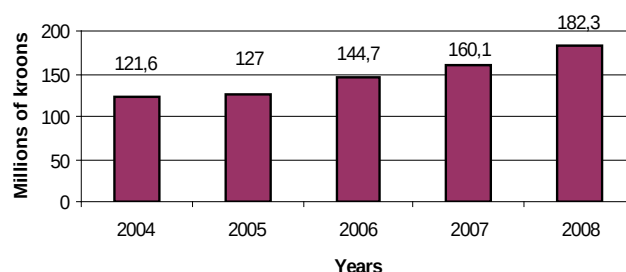
■ Consommation de fondants

Les quantités de matériaux de déglacage sont en diminution constante, ceci étant dû au fait que de nouvelles saleuses et techniques d'humidification ont été mises en service et que le déglacage est réalisé à temps.

La quantité de sel utilisé dépend des conditions hivernales, surtout du nombre de passages entre les températures positives et négatives. Au cours de l'hiver 2006-2007, 31 000 tonnes de NaCl ont été épandues, et 36,1 mille tonnes à l'hiver 2007-2008.

■ Coûts des travaux d'entretien hivernal

Costs of winter maintenance activities



Coût de l'entretien hivernal - Millions de kroons - Années

■ Exigences relatives à l'ouverture, l'entretien et l'utilisation des routes sur glace



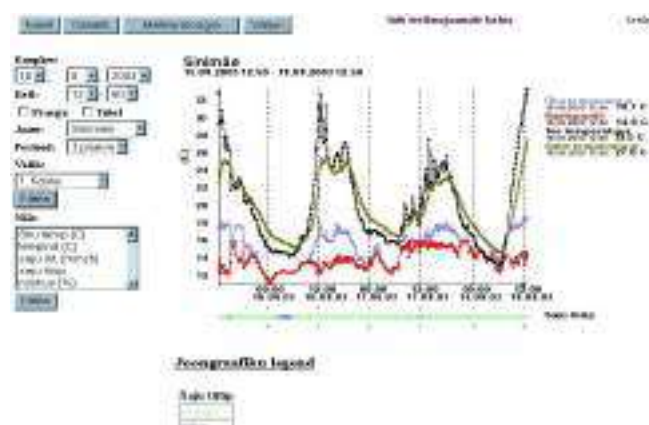
Des panneaux avec le nom et le numéro de téléphone du sous-traitant sont installés sur les bords des routes afin d'en informer les usagers et de promouvoir la compétition entre les exploitants.



■ Caractéristiques principales des stations météorologiques routières en Estonie et des prévisions météorologiques routières

Deux types de stations météorologiques routières sont utilisées en Estonie : 20 stations ROSA fabriquées par Vaisala (Finlande) et 30 stations GMS fabriquées par AerotechTelub (Suède). Les stations ROSA mesurent les mêmes paramètres que les stations GMS, plus quelques informations supplémentaires, relatives à la surface de la route. Quelques-unes des stations ROSA disposent également de capteurs plus avancés de précipitations et de visibilité, appelés PWD. Les stations ROSA mesurent entre autres les paramètres suivants :

- air, point de rosée, température de surface et de chaussée;
- humidité de l'air;
- vitesse et direction du vent;
- type et volume de précipitations, ainsi que la visibilité (pas pour toutes les stations);
- état de la surface de la route - sèche, mouillée, enneigée, glissante, glacée, etc.;
- la quantité et la concentration de sel.



Cependant, les stations météorologiques routières ne fournissent pas de prévisions météorologiques et se limitent aux informations sur les conditions météorologiques courantes et passées prévalant sur les routes. La prévision est la tâche de différents logiciels. L'Administration des routes d'Estonie travaille à leur mise au point, avec la coopération de l'Estonian Meteorological and Hydrological Institute.

Une autre partie importante du système d'informations météorologiques routières de l'Estonie est constituée par les caméras. Il y en avait 16 installées au début de 2009 et le réseau s'agrandit constamment. Chaque année, 4 à 5 nouvelles caméras devraient être installées sur les routes importantes, pour aider les gestionnaires des routes à obtenir une information visuelle sur les conditions routières et de la météo, toutes les 10 ou 30 minutes.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Le Guide d'inspection routière établit l'ordre d'inspection des routes.

Selon le guide, toutes les inspections sont regroupées en inspections journalières et mensuelles.

L'objectif de l'inspection journalière consiste en une vérification sélective de la conformité des conditions réelles de la route, par rapport aux normes applicables, ainsi que de la conformité des activités de l'entreprise d'entretien, par rapport aux normes techniques. La route à contrôler est choisie par le contrôleur en fonction de son importance. L'objectif de l'inspection mensuelle est de vérifier les conditions routières réelles à une échelle plus large. La route à inspecter est choisie au hasard. Une commission, constituée d'un représentant de l'entreprise responsable, des représentants du service d'inspection et du propriétaire de la route effectue le contrôle. Au cours de l'inspection mensuelle, de 20 à 30 % des routes de tous les niveaux de services doivent être vérifiées. On peut inspecter moins de 20 % des routes au cours d'un mois donné, mais on doit augmenter la cadence au cours du ou des mois qui suivent, pour respecter l'exigence mensuelle moyenne. L'inspection est principalement visuelle, mais au besoin, on peut utiliser des mesures additionnelles. Par exemple, on mesure les paramètres suivants : épaisseur de neige, largeur des congères sur les accotements, profondeur des ornières, respect des cycles d'entretien, etc.

Les défauts détectés sont inscrits dans un registre sur le site Internet et on accorde des délais pour effectuer des travaux d'entretien correcteurs. Si le volume total de défauts est supérieur au seuil admis, différentes sanctions peuvent être appliquées à l'entreprise responsable.

Teehoolde järelevalve päevik

Päring: Järelevalve insener -Urmas Ilves. Hoolde teostaja -Vooremaa Teed AS. Viimase nädala andmed

Kuupäev	Tee-nr.	Algus TO	Aadress	Lõpp TO	Aadress	Puudused ja märkused	Foto	Täitja	Täitmise tähtaeg
2005-01-04	3	10	0	14	3407	TO_11-augud kattes (lennuväljal)			14.01.05
2005-01-04	36	1	0	5	5138	korras			00.00.00
2005-01-05	14121	1	0	1	4497	Sadala lume konarused lubatust suuremad			07.01.05
2005-01-05	14120	1	0	1	7136	vajab sahkamist			07.01.05
2005-01-05	13168	2	0	3	4999	VAJAB SAHKAMIST			07.01.05
2005-01-05	14119	1	0	1	2283	korras			00.00.00
2005-01-05	36	1	0	3	8781	korras			00.00.00
2005-01-05	14135	1	0	1	7691	tase 0 - tagada seisunditase 1			06.01.05
2005-01-05	14136	1	0	1	3575	korras			00.00.00
2005-01-05	14117	1	0	2	6011	korras			00.00.00
2005-01-06	14133	1	0	3	5178	korras			00.00.00
2005-01-06	14109	1	0	1	1981	korras			00.00.00
2005-01-06	14107	1	0	2	1785	korras			00.00.00
2005-01-06	14101	1	0	3	8804	korras			00.00.00
2005-01-06	14241	1	0	1	2155	korras			00.00.00

Exemple : extrait d'un registre d'inspection (en estonien)

3.4 Sécurité et information routières

■ Information à disposition des usagers

Le Centre d'informations routières a été établi en 1996 pour améliorer la qualité des informations fournies aux usagers des routes, au sujet de la circulation.

La Direction des Routes d'Estonie achète ce service de collecte et de diffusion des informations routières d'une société privée. À la suite d'un appel d'offres à la fin de 2003, un contrat a été signé pour 3 ans. Ce contrat établit certaines règles selon lesquelles la société privée doit collecter les informations des stations météorologiques routières, d'un centre météorologique, ainsi que des usagers des routes.

Le Centre d'Information routière doit informer les stations radio, la police et les gestionnaires des routes sur la circulation et les conditions météorologiques routières au moins deux fois par jour ainsi qu'actualiser ladite information sur la page Internet de l'Administration des routes.

Ainsi, il y a plusieurs possibilités à la disposition des usagers des routes pour se renseigner sur les conditions routières et météorologiques : téléphoner directement au centre d'information routière, consulter le site Internet de l'Administration des routes ou celui de BalticRoads.

• **Balticroads.net – Un système d'information routière transnational**

Le service Baltic Roads (<http://www.balticroads.net/>) est assuré en coopération avec les administrations des routes de la Finlande, de l'Estonie, de la Lettonie et de la Lituanie et a pour but d'informer les usagers des routes sur les conditions météorologiques réelles sur les routes de la région de la Mer Baltique.

Le système automatisé d'information météorologique routière (SMR) est utilisé pour enregistrer de façon continue les conditions routières courantes et les conditions prévisibles. Actuellement, il existe au total 149 stations d'informations météorologiques routières dans les Pays Baltes :

- en Estonie - 58 stations;
- en Finlande - 23 stations;
- en Lettonie - 30 stations;
- en Lituanie - 38 stations.

Les cinq pays ont maintenant réuni leurs ressources afin de développer une interface Internet commune pour partager et transférer de manière plus efficace les données SMR (collectées dans toute la région de la Mer Baltique) au secteur du transport et aux autres usagers des routes.

Le but principal de l'interface Internet est de faciliter l'accès aux entreprises de transport, aux conducteurs professionnels et à tous les usagers de la route à l'information météorologique et routière, de manière à offrir un meilleur service et une sécurité

routière améliorée. La coopération entre les administrations routières nationales améliore l'utilisation des informations météorologiques et routières fournies par les stations existantes pour des opérations d'entretien routier. En plus, la coopération assure une meilleure formation des autorités locales dans la gestion SMR.

Il est envisagé de mettre au point dans le futur un logiciel, qui pourrait sélectionner automatiquement l'information la plus importante à afficher sur les panneaux. On pourrait aussi appliquer le principe d'affichage en direct des paramètres mesurés par des stations météorologiques routières locales; par exemple, la température et les conditions de la chaussée.



Un exemple de requête sur le site Internet

L'interface Internet SMR balte fournit des données météorologiques et routières réelles mises à jour toutes les 30 minutes, comme : la température de la route et de l'air, le type de précipitation, les conditions routières, la vitesse et la direction du vent, ainsi que le point de rosée et le taux d'humidité.

■ Utilisation des capteurs routiers météorologiques et des panneaux à message variable

En Estonie, il existe trois panneaux à message variable, deux étant installés sur l'une de nos principales routes, Tallinn – Tartu, et l'autre sur la route Tallinn-Narva. Sur un segment routier de 7 kilomètres, de nombreux accidents ont eu lieu en hiver à cause des conditions très changeantes de la chaussée, ce qui s'explique par la proximité d'un marais.

Une entreprise finlandaise, Sabik, a produit les trois PMV. L'entrepreneur responsable de l'entretien hivernal est responsable de la commande manuelle des panneaux. Des recommandations concernant la vitesse et des avertissements relatifs à la glissance sont fournis aux automobilistes.

4. Recherche et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Deux sujets différents, liés à la gestion hivernale, font actuellement l'objet de recherches.

Le premier est le facteur de friction des chaussées et les possibilités de mise en œuvre d'un système pour le mesurer afin d'évaluer les conditions routières en hiver avec plus de précision.

Le second est la possibilité d'utiliser du CaCl_2 en tant que matériau plus efficace pour le déglacage des routes en Estonie.

5. Références

Authors: Kuno Männik; Tõnu Asandi; Rain Hallimäe
Administration des routes d'Estonie
463a Pärnu Road, 10916 Tallinn, Estonie
Tél. 372-611-9300 / Fax 372-611-9360
Mèl : estroad@mnt.ee



ÉTATS-UNIS



1 Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

Les États-Unis d'Amérique sont un système fédéral comprenant 50 États, le District de Columbia, et les nombreux gouvernements locaux dans chaque État. L'Administration fédérale des autoroutes (FHWA), relevant du pouvoir exécutif national, ne s'occupe ni de l'exploitation, ni de la construction des routes nationales, mais administre plus de 31 milliards de dollars par an de fonds d'aide aux urgences sur les routes, principalement pour les dépenses les plus importantes. Les dépenses totales pour les routes nationales sont de plus de 197 milliards de dollars par an, fonds qui proviennent surtout des États et des gouvernements locaux. (3)

La superficie totale des États-Unis est de plus de 9,1 millions de km². Plus de 81 % du territoire (soit 7,4 millions de km²) se trouve dans des régions où il neige et qui reçoivent plus de 13 cm de neige en moyenne par an. La population des États-Unis dépasse les 307 millions d'habitants (17). Près de 71 % des États-unisiens, soit plus de 217 millions de personnes, vivent dans des régions où il neige.

Superficie	Total	9 161 979 km ²
	Régions enneigées	7 447 614 km ²
Population	Total	304,06 millions
	Régions enneigées	215,79 millions
Distances	Réseau de routes nationales	262 809 km
	Régions enneigées	195 626 km
	Grandes routes avec soutien fédéral	1 320 998 km
	Régions enneigées	958 957 km
	Grandes routes sans soutien fédéral	4 900 125 km
	Régions enneigées	3 678 426 km
	Total	6 483 932 km
	Régions enneigées	4 833 010 km
Latitude (capitale)		39°N

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier comprend plus de 6,4 million km de routes nationales. Le réseau routier national comprend plus de 262 000 km de voies rapides nationales et de routes principales. Il comprend également 1,3 million de kilomètres d'autres routes subventionnées par le gouvernement fédéral et 4,9 millions de kilomètres de routes non subventionnées. Les véhicules parcourent en moyenne 19 300 km par an. Près de 235 millions de véhicules de tourisme (automobiles et camions légers) utilisent les routes nationales pour se rendre au travail, pour traiter des affaires personnelles ou pour faire des voyages d'agrément. Plus de 3 millions de véhicules utilitaires utilisent les grandes routes, dont à peu près 1,1 million sont des transporteurs de fret de longues distances (10).

La météo hivernale produit un effet important sur le débit de la circulation, sur la sécurité routière et sur la productivité. On estime généralement que 23 % des pertes de temps ponctuelles sur les autoroutes du pays sont attribuables à la neige, la glace et le brouillard. Cela se traduit par des retards d'environ 544 million d'heures-véhicules par année. Les routes couvertes de neige ou les chaussées glacées causent aussi d'importants retards. Chaque année, environ 2200 personnes perdent la vie dans des collisions au cours de chutes de neige ou de giboulée ou en circulant sur des chaussées couvertes de neige, de neige mouillée ou de glace. Environ 192 500 personnes par année subissent des blessures au cours de ces mêmes collisions. L'entretien hivernal des routes nécessite environ 20 % du budget total des services de voirie des États et des instances locales. Ces mêmes services dépensent plus de 2,3 milliards de dollars par année en frais de déblayage de la neige et de la glace (2).

2 Données climatiques

2.1 Aperçu des régions climatiques

Les États-Unis ont une diversité de climats due aux différences importantes de terrain, à la proximité de grandes étendues d'eau et une grande surface territoriale entre la frontière septentrionale et les régions polaires qui permettent à l'air

ÉTATS-UNIS



arctique de migrer vers le sud avec une modération minimale. Les 48 États de la zone continentale des États-Unis (CONUS) sont climatiquement différents de l'État septentrional d'Alaska, et de l'État semi-tropical d'Hawaï dans l'Océan Pacifique.

Les forts enneigements dans la partie continentale, représentés sur la carte des plus importantes chutes de neige quotidiennes, sont situés principalement dans les régions montagneuses ayant une densité de population faible et peu de routes, mais avec beaucoup de cols montagneux difficiles. Il y a de grandes zones métropolitaines dans toutes les régions. Cependant, le Nord-Est et le Midwest ont tous deux des populations importantes et des chutes de neige considérables en raison de la présence de lacs et de cyclones côtiers.



Moyennes annuelles de chute de neige des CONUS



Carte des plus importantes chutes de neige quotidiennes

Comme le montre la carte ci-après, les facteurs géographiques créent de grandes différences dans les moyennes des chutes de neige. La plupart des États subissent des chutes de neige significatives. Les exceptions sont localisées dans la région méridionale des CONUS le long des côtes du Golfe, dans les déserts du sud-ouest, sur la côte pacifique et à Hawaï. La glace sans la neige peut se former aussi sur les routes, surtout dans les régions plus modérées et côtières.



Carte des moyennes annuelles de chute de neige en Alaska

2.2 Statistiques sur les températures et les précipitations

Le tableau 1 présente les statistiques de températures et de précipitations pour les 10 villes américaines indiquées sur la carte des moyennes annuelles de chute de neige (9).

Endroit	Température minimale journalière (°C)				Chute de neige mensuelle (cm)				Chute de neige annuelle (cm)	Nombre de jours avec neige >2.5 cm	Chute de neige max. en 24 heures (cm)	Épaisseur de neige max. (cm)
	Déc	Jan	Fév	Mar	Déc	Jan	Fév	Mar				
New York, NY	-0,2	-3,2	-2,2	1,7	6,6	20,6	19,3	8,1	56,9	6	67,1	55,9
Buffalo, NY	-4,7	-7,9	-7,4	-3,3	64,8	66,3	45,2	9,1	246,4	27	96,3	111,8
Washington, DC	0,0	-2,6	-1,3	2,9	3,8	15,7	13,2	4,1	38,6	4	47,5	55,9
Chicago, IL	-6,4	-9,8	-7,1	-1,9	22,1	28,7	21,1	15,2	96,5	12	47,2	71,1
Minneapolis, MN	-11,7	-15,4	-11,2	-4,7	25,4	34,3	20,8	26,4	142,0	17	53,3	96,5
Saint Louis, MO	-3,4	-6,0	-3,1	2,3	12,4	18,8	12,2	8,4	57,2	6	35,3	50,8
Denver, CO	-8,7	-9,3	-7,2	-3,7	22,6	19,6	16,0	29,5	154,9	18	59,9	158,0
Boise, ID	-4,4	-4,7	-1,8	1,1	16,3	12,4	8,4	3,8	49,5	7	33,0	33,0
Seattle, WA	2,2	2,2	2,9	3,9	6,4	6,1	3,3	1,5	20,6	3	54,4	53,3
Anchorage, AK	-11,4	-12,6	-7,7	-1,8	37,8	22,9	27,9	26,2	176,5	20	55,9	2301,2

Tableau 1: Statistiques de températures et précipitations dans 10 villes américaines

2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

Plusieurs Départements d'État au Transport (les « DOT ») ont mis au point ou adopté des indices hivernaux (15). Le DOT d'Indiana a mis au point un indice hivernal pour chacune des quatre régions climatiques de l'état. Ils ont aussi développé un indice global pour l'État en entier. Les indices de l'Indiana utilisent sept facteurs météorologiques comprenant : jours de gel, pluie verglaçante, poudrierie, importance des chutes de neige, épaisseur de la couche de neige, intensité de la tempête (ou durée), et température moyenne pendant l'intempérie. Le DOT d'Indiana a l'intention d'utiliser ces indices pour analyser la rigueur de l'hiver et comparer les efforts de déneigement et de déglacage dans différentes zones climatiques.

$$W = 0,71839 * \text{gel} + 6,7634 * \text{pluie\_verglaçante} + 2,90112 * \text{congères} + 0,32281 * \text{neige} + 3,72981 * \text{épaisseur\_neige} + 3,23541 * \text{heures} + 2,80668 * \text{température\_moyenne}$$

Le DOT de l'État de Washington utilise un indice de gelée, qui est un indice hivernal sans facteur relatif aux chutes de neige. L'indice de gelée est rattaché à des mesures de performance des stratégies de déneigement et de déglacage. Quand le budget d'entretien des routes d'hiver est dépassé, le DOT utilise

l'indice de gelée pour aider à justifier des demandes de fonds supplémentaires.

Le DOT de l'État du Wisconsin utilise un indice hivernal avecinq facteurs météorologiques, soit : la neige (SE), la pluie verglaçante (FR), la quantité de neige (AMT), la durée de la tempête (DUR), et les incidents (INC) tels que la poudrierie, le déblaiement de la

route, et des interventions locales liées au gel. L'indice hivernal du Wisconsin sert à classer les hivers selon la rigueur à des fins d'évaluation de la performance et des dépenses.

$$W = 0 * \frac{E}{6} + 5.9 * \frac{R}{2} + 8.5 * \frac{AMT}{314} + 9.4 * \frac{DUR}{1125} + 9.2 * \frac{INC}{6}$$

Les DOT des États du Kansas et du Minnesota ont adopté un indice hivernal mis au point dans le cadre du Programme stratégique de recherche routière (SHRP). Les facteurs météorologiques dans l'indice du SHRP comprennent des moyennes de chutes de neige quotidiennes (S), la proportion de jours de gel (N) (c'est-à-dire, les jours avec une température maximale de l'air inférieure ou égale à 0 °C), la gamme de température (R), et un indice de température quotidienne moyenne (TI). L'index de température est égal à 0 si la température minimale de l'air est supérieure à 0 °C, à 1 si la température maximale de l'air est supérieure à 0 °C tandis que la température minimale de l'air est inférieure ou égale à 0 °C, et 2 si la température maximale de l'air est inférieure ou égale à 0 °C.

$$W = a(T)^{0.5} + b \ln\left(\frac{S}{0} + 1\right) + c \frac{(N)^{0.5}}{R + 0} + d$$

3. Gestion hivernale des route

3.1 Normes et réglementation

Du fait que l'entretien routier relève des différents États et gouvernements locaux, il n'y a pas de politique nationale pour l'entretien des routes en hiver aux États-Unis. L'État et les gouvernements locaux peuvent faire fonctionner leur propre équipement d'entretien, engager des entrepreneurs privés, et établir leurs propres objectifs de niveau de service (LOS). Le niveau de service peut être basé sur des objectifs de conditions de la chaussée, des débits de circulation, ou la satisfaction de l'utilisateur. Les efforts d'entretien des routes en hiver varient selon les conditions climatiques, les ressources de l'agence, et les caractéristiques de réseau routier. Les grandes routes reçoivent généralement plus d'attention. Ainsi, les routes du réseau routier national sont traitées plus complètement et plus rapidement que les autres. Les endroits critiques comme les cols montagneux peuvent exiger l'utilisation de chaînes sur les pneus des véhicules, et beaucoup de routes locales désignées comme « routes d'urgence en cas de neige » doivent être libérées des voitures en stationnement en cas de neige.

Aux États-Unis, l'entretien des routes en hiver suppose le déneigement et le déglacage par des techniques mobiles ou des systèmes fixes. Les moyens utilisés pour enlever la neige et la glace incluent le déneigement, l'épandage de substances abrasives (telles que du sable, des cendres ou de la pierre concassée) pour améliorer la traction des véhicules, et l'épandage de produits déglacants pour prévenir la formation de verglas sur la chaussée ou pour faire fondre et éviter que la neige et la glace n'adhèrent à la chaussée. Ces moyens sont souvent utilisés de façon combinée. Dans les régions avec d'abondantes chutes de neige, les responsables de l'entretien peuvent aussi ériger des pare-neige le long de la route pour empêcher la neige d'être déplacée par le vent. (13)

Les études faites par des représentants de l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) ont indiqué que presque 40 États utilisent des stratégies préventives contre le verglas. En plus des opérations mobiles de prévention du verglas et de déglacage, 23 États ont déployé des systèmes fixes de prévention du verglas et de déglacage sur les ponts, les courbes serrées, et les autres emplacements vulnérables au verglas (15). Ces systèmes fixes sont généralement constitués d'un contrôleur, de réservoirs, de pompes, de conduits, et de pulvérisateurs qui dispersent des produits fondants sur un secteur de chaussée prédéterminé. Les aspersions peuvent être activées manuellement ou automatiquement selon les données relevées par une station composée de capteurs environnementaux (ESS).

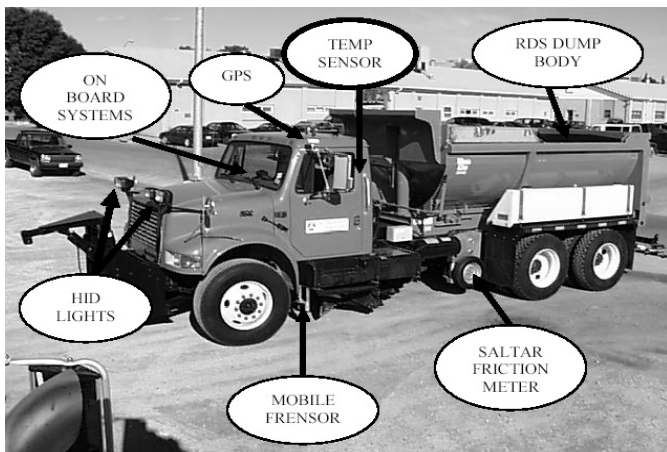


Système fixe d'aspersion (CRYOTECH Deicing Technology)

Plusieurs types de matériaux pour le déneigement et le déglacage sont utilisés aux États-Unis, incluant des produits solides (secs et préhumidifiés), des produits liquides, des abrasifs, ainsi que des mélanges de ces matériaux. Les produits utilisés peuvent être du chlorure de sodium, du chlorure de calcium, du chlorure de magnésium, de l'acétate de magnésium et de calcium, de l'acétate de potassium, de l'acétate de calcium, et de l'acétate de magnésium, le chlorure de sodium étant le plus courant. Les fréquences d'application des matériaux dépendent des conditions au moment de l'application (météo, conditions de la chaussée et la circulation) et des prévisions sur les changements de conditions avant le traitement suivant (15). Les fréquences d'application d'abrasifs varient en gros de 140 à 419 kg par km de voie avec une moyenne approximative de 224 kg/km voie. La fréquence d'application des produits de déglacage solides et liquides varie selon les écarts de température de la chaussée, du potentiel de dilution, et de la manière avec laquelle la glace adhère à la chaussée. Le National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) a développé des consignes générales sur l'utilisation des matériaux de traitement et la fréquence d'application (7).

Les matériaux déglacants sous forme solides sont souvent appliqués sur les routes par des véhicules d'entretien équipé d'épanduses qui, typiquement, épandent de façon régulière des matériaux granuleux sur une largeur s'étendant d'un à douze mètres. Dans beaucoup de cas, l'opération d'épandage s'ajuste automatiquement à la vitesse du véhicule. Les produits liquides sont habituellement épandus par des disques rotatifs ou des buses de pulvérisation installés sur les véhicules. Différents types de chasse-neige hydrauliques sont utilisés soit des chasse-neige avec lame frontale oblique, certains situés des chasse-neige réversibles, certains à géométrie variable, sous la caisse du camion, des ailes latérales, et des lames conçues spécialement pour enlever la neige fondue. (15)

Plusieurs États ont fait la démonstration et l'essai de véhicules d'entretien de pointe pour l'hiver et de nouveaux systèmes de gestion de véhicules d'entretien (15). Des chasse-neige équipés de capteurs environnementaux de système de localisation automatique des véhicules (LAV) et de GPS sont utilisés pour suivre la température de l'air et de la chaussée, relever les conditions de la chaussée, suivre la position des véhicules et gérer les systèmes du véhicule, comme la position de la lame, le taux d'épandage, ainsi que surveiller les activités de traitement de la chaussée. Les ordinateurs centraux fournissent des cartes aux directeurs des centres d'entretien qui peuvent planifier les stratégies de traitement, contrôler les opérations d'entretien, ou conduire des analyses après-coup. Les directeurs des centres peuvent communiquer aussi avec les conducteurs de chasse-neige au moyen d'appareils embarqués intégrant des modules de communication et d'affichage. Treize organismes d'État équipent leurs chasse-neige de technologies LAV et GPS, ainsi que de détecteurs pour suivre la distribution des traitements routiers (18).



Camion concept pour l'entretien des routes

D'autres technologies de pointe incluent des systèmes d'affichage qui reconnaissent les limites de la chaussée quand la visibilité est réduite à cause du brouillard ou de la poudrerie. Ces technologies peuvent aider les conducteurs de chasse-neige à déterminer leur position sur la voie, à être avertis des objets et des obstacles devant et derrière le véhicule, et à augmenter la sécurité en réduisant le nombre d'accidents dus aux chasse-neige. (15)

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Aux États-Unis, l'entretien hivernal est décentralisé, puisque les routes appartiennent aux États et aux gouvernements locaux et sont gérées par eux. Ces organismes financent et exécutent les activités liées au déglacage et au déneigement, ou ils concluent des contrats avec des entreprises privées pour assurer ces

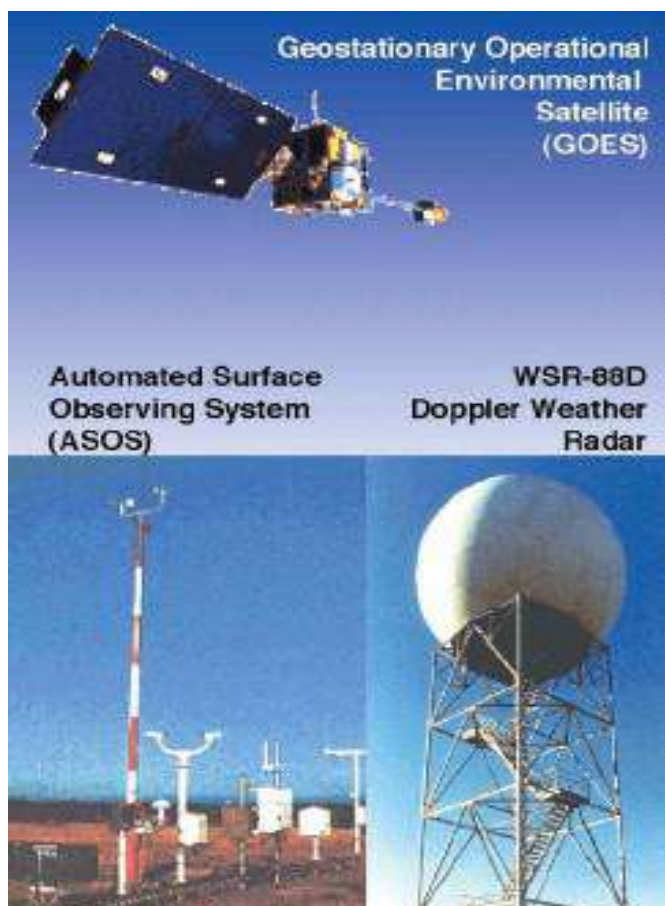
services. Les immobilisations des États et des instances locales dépassent les 57,5 milliards de dollars par année. L'entretien et l'exploitation comptent pour plus de 31,8 milliards de dollars, dont 2,7 milliards de dollars pour l'entretien hivernal par année (3). Un tiers des dépenses d'entretien des routes en hiver est consacré aux matériaux de traitement (10) de la chaussée.

Les écarts régionaux entre des chutes de neige normales et de fortes chutes de neige créent des différences dans la façon dont réagissent les services de voirie face à l'hiver, d'un traitement continu et routinier à des actions occasionnelles et d'urgence pour certains événements peu fréquents. Dans certains États, les services de voirie se coordonnent avec les organismes responsables de la gestion de la circulation, de façon à fermer des routes pendant les interventions, à imposer des limites de vitesse plus faibles en cas de mauvais temps, ou à restreindre la circulation aux véhicules pourvus de chaînes ou de pneus d'hiver (13).

Les 50 États se coordonnent pour la mise en œuvre des progrès et la formation à travers le Snow and Ice Cooperative Program (SICOP) de l'AASHTO. Le SICOP a mis au point un programme de formation sur le système interactif de stations météorologiques (SMR) et les interventions antiverglas. Ce programme informatisé de formation consiste en sept cours comprenant une introduction à l'entretien hivernal, la gestion de l'entretien des routes en hiver, les risques routiers en hiver et les principes pour les surmonter, des bases sur la météorologie, la surveillance des routes et de la météo pour les décisions d'épandages préventifs, l'accès informatique à l'information météorologique routière et les pratiques préventives dans les activités d'entretien en hiver. Le programme national de formation est utilisé par 90 % des États localisés dans la « ceinture de neige », l'American Public Works Association (APWA) et la National Association of County Engineers (NACE). En avril 2003, les deux versions, générique et sur mesure, du programme de formation basé sur l'ordinateur ont été distribuées aux utilisateurs. Des versions sur mesure sont adaptées aux méthodes particulières utilisées dans certains États en matière d'équipement, de politiques, de procédures et de fondants routiers (15).

Le personnel d'entretien utilise l'information météorologique afin d'évaluer la nature et l'importance des menaces environnementales, prendre des décisions sur les moyens de traitement des routes et gérer les ressources, c'est-à-dire personnes, équipement et matériaux (13). Les instances d'État et les administrations locales utilisent des sources variées pour obtenir les observations et les prévisions météorologiques (SMR), parmi lesquelles, le National Weather Service (NWS), des informations météorologiques provenant du secteur privé, les systèmes de stations météorologiques (SMR) et la cartographie thermique. Le NWS est un organisme fédéral relevant de la National Oceanographic and Atmospheric Administration

(NOAA). Il est responsable des prévisions de la météo, de lancer les avertissements de tempête, de diffuser les avertissements d'inondation et de mauvais temps au profit de l'agriculture, du commerce et de la navigation; il doit encore réaliser les observations météorologiques afin d'enregistrer les conditions climatiques des États-Unis. En pratique, le NWS fournit des informations générales sur le temps et les avertissements pour la sécurité du public. Les produits du NWS comprennent les observations provenant de capteurs en surface, comme les Automated Seismological Observation System (ASOS), de radars Doppler, de satellites géostationnaires et polaires. Il fournit aussi des prévisions nationales et les modèles numériques provenant des National Centers for Environmental Prediction (NCEP). Il fournit encore des prévisions régionales et des avertissements des 125 bureaux de prévisions météorologiques et des 13 centres de prévisions pour les rivières.



Technologies d'observation

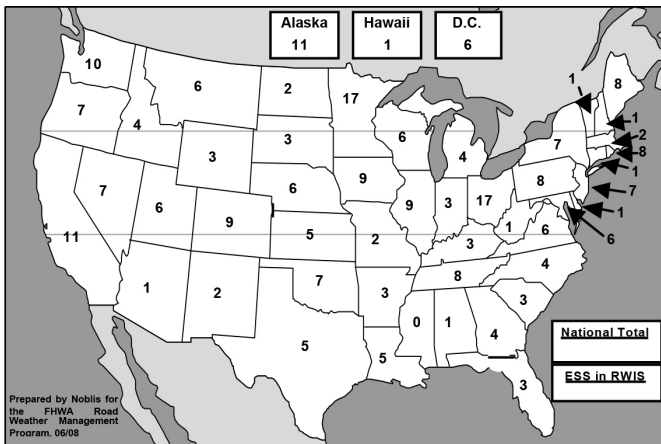
En général, les observations fournies par le NWS sont insuffisantes pour caractériser les détails de l'environnement routier tels que les conditions de la chaussée et la visibilité. Comme ce n'est pas l'objectif du NWS de fournir des prévisions sur mesure pour soutenir la prise de décision opérationnelle, les

informations météorologiques adaptées aux routes sont spécifiquement fournies par des services VAMS privés avec qui des contrats sont conclus pour des services de prévisions en temps réel et des prévisions à plus long terme adaptées aux routes.

La NOAA a abordé la gestion météorologique du transport terrestre en établissant un programme météorologique faisant partie du Commerce and Transportation Goal Team, une composante du processus budgétaire de l'Agence. De plus, la NOAA a ajouté un programme de météorologie routière à son plan stratégique. À cette fin, la NOAA est devenue partenaire de la FHWA dans le programme de gestion de la météorologie routière pour améliorer la sécurité et accroître l'efficacité des mouvements de personnes et de marchandises sur les routes du pays. En 2007, la NOAA et la FHWA ont tenu le Troisième symposium national sur la météo du transport terrestre, afin de fournir un forum aux artisans du transport terrestre, aux chercheurs et aux groupes d'utilisateurs, pour qu'ils puissent travailler ensemble et accroître la collaboration et le partenariat en vue de l'amélioration des produits et des services de météorologie routière au bénéfice des utilisateurs, exploitants et gestionnaires de l'infrastructure de transport terrestre des États-Unis (11).

Le Forum de Politique Météorologique Routière a été le point culminant d'une série de réunions qui se sont tenues en présence des parties intéressées au cours de l'été et de l'automne 2010. Les agences fédérales des États-Unis du transport et de la météorologie y ont activement participé ainsi que les services d'états de transport, le secteur privé, les usagers et le monde universitaire. Le Forum de Politique Météorologique Routière a été à l'origine d'un calendrier de recherches sur la météorologie routière.

La FHWA a été très active en essayant d'intégrer les observations provenant de stations équipées de capteurs environnementaux (ESS) appartenant aux États avec les observations de surface du service de météo nationale (NWS). Les stations ESS sont déployées le long des routes et dans d'autres installations de transport pour fournir aux organismes des observations de la météo au sol et les conditions de la chaussée. La plupart des stations ESS sont déployées comme composantes terrain du système d'information météorologique (SMR) (16). Le système SMR est largement utilisé aux États-Unis depuis la fin des années 1980. À l'heure actuelle, on compte près de 2500 stations au pays. Plus de 2000 d'entre elles appartiennent aux États. Les ordinateurs centraux du système SMR rassemblent des données de nombreuses stations ESS, les traitent pour soutenir diverses applications opérationnelles, et affichent ou diffusent des données sur l'état des routes sous un format qui peut être facilement interprété par un décideur. (2)



Stations ESS appartenant aux États

Le personnel d'entretien peut aussi utiliser la cartographie thermique afin d'obtenir des informations sur les températures des chaussées. La cartographie thermique implique l'utilisation de détecteurs infrarouges (manuels, sur véhicules ou sur satellites) pour créer des profils thermiques de la surface des routes. Les mesures sont prises dans des conditions environnementales variées. Plusieurs États, y compris ceux de Washington, du Nevada et du Minnesota, ont créé des cartes thermiques de segments d'autoroutes. Des données de cartographie thermique ont été utilisées pour optimiser l'implantation des ESS, prédire les températures de la chaussée là où il n'y a pas de stations ESS, et élaborer des stratégies de traitement des routes en hiver. (4)

3.3 Évaluation des mesures du contrôle de la neige et de la glace

Quelques États ont accepté d'utiliser le concept des normes de rendement pour évaluer des activités d'entretien d'hiver (12). Certaines agences mènent des évaluations d'efficacité des traitements après la tempête (comme des mesures d'adhérence sur la chaussée) afin d'identifier les modifications ou les améliorations dans les stratégies de traitement (4). Des évaluations après la fin de la saison peuvent être utilisées pour modifier les parcours et déterminer les changements nécessaires dans le personnel, les procédures de formation, l'équipement ou les besoins matériels. En tant qu'élément du projet d'élaboration de directives pour le matériel et les méthodes de déneigement et de déglacage, le NCHRP a mis au point un indice des conditions de neige et de glace sur les chaussées pour évaluer l'efficacité des stratégies d'entretien d'hiver. L'indice a été utilisé pour évaluer le niveau de service atteint grâce aux traitements, pendant les tempêtes hivernales et après leur fin. (7). Des mesures de performance diverses ont été réalisées à travers les États-Unis, montrant des degrés variés de réussite. Il n'existe pas de mesures largement acceptées applicables aux classes de routes et aux caractéristiques des tempêtes. Le NCHRP projette d'autres recherches pour évaluer

des mesures potentielles de performance et trouver ou mettre au point des outils de mesure appropriés de la performance, pour toutes les classes de routes et toutes les caractéristiques de tempêtes (9).

Quelques-uns des bénéfices des opérations de déneigement et de déglacage ont été quantifiés. Les activités d'entretien d'hiver ont amélioré la sécurité en réduisant la fréquence des accidents et en minimisant les risques pour le personnel d'entretien et les automobilistes. La mobilité de la circulation est améliorée quand la neige accumulée et la glace sont enlevées, et le nombre de fermetures de routes est réduit. Les gestionnaires d'entretien des États-Unis sont d'avis que des stratégies préventives et d'humidification des matériaux réduisent les épandages de sable de 20 à 30 %, réduisent les arrosages de fondants de 10 % et réduisent l'écoulement de chlorure et de sédiments vers les cours d'eau. Les données d'évaluation montrent que les interventions préventives peuvent diminuer les coûts de déneigement et de déglacage de 10 à 50 %, tout en réduisant les taux de collision de 7 à 83 %. Des analyses faites sur des systèmes de prévention du verglas installés sur des ponts dans les États de l'Utah, du Minnesota et du Kentucky, ont révélé des réductions des collisions de 25 à 100 %. Une utilisation plus efficace des fondants et des abrasifs, des coûts d'entretien réduits, une diminution des retards et une meilleure sécurité routière se traduisent par un rapport coût-bénéfice variant entre 2 :1 à 5 :1 pour le système SMR et les stratégies antiverglas (18).

3.4 Sécurité et information routières

En plus d'appuyer les décisions d'entretien des routes, les directeurs de services de voirie utilisent les données des stations ESS pour modifier la temporisation des signaux de circulation, activer les systèmes automatisés d'avertissements aux automobilistes, modifier les vitesses maximales, fermer des routes et diffuser de l'information aux voyageurs (13). Près de la moitié des États (24, en fait) utilisent la technologie des systèmes de transport intelligents pour gérer les détournements de circulation en raison de fermetures de tronçons de route occasionnées par les intempéries. Le même nombre d'États utilise les stations ESS pour déterminer le besoin de mettre en place des restrictions temporaires aux véhicules. Huit États pratiquent des vitesses maximales variables en fonction de la météo (17). Les responsables de la gestion de la circulation fournissent aux voyageurs des informations météorologiques par des panneaux à messages variables, des conseils routiers par le biais de la radio, des sites Internet, et le 511 – numéro national de téléphone d'information pour les voyageurs. Internet est le moyen le plus courant que les organismes responsables du transport utilisent pour diffuser des renseignements sur les conditions routières à la grandeur d'un État. Trente-sept

organismes diffusent de l'information sur la météo au moyen de sites Internet et 35 le font au moyen de la ligne téléphonique 511 (1). Vingt-neuf États diffusent cette information sur des panneaux à messages variables, et 20 le font par des conseils routiers à la radio. Selon un sondage réalisé en 2006 sur les 108 plus grandes agglomérations métropolitaines du pays, on en comptait 49 où l'on utilisait la technologie DMS pour diffuser des avertissements météorologiques (18). Le DOT de l'État de Washington a un site Internet avancé qui inclut des affichages intégrés des conditions de météo et des chaussées.

L'information météorologique routière est plus importante pour les voyageurs que l'information sur les constructions, l'état de la circulation, les durées de trajet, les transports publics ou les accidents. Un sondage d'opinion publique a révélé que les conditions atmosphériques et les conditions de surface représentaient les éléments les plus fréquemment signalés comme étant importants pour un service 511. Quarante pour cent des personnes interrogées ont indiqué que les conditions atmosphériques et les conditions routières sont pour eux les plus cruciaux (10). Une analyse des données montre que de 80 à 94 % des automobilistes qui utilisent les sites Internet de renseignements aux voyageurs croient que les informations sur la météorologie routière améliorent leur sécurité et les prépare, en cas de mauvaises conditions (18).

effets du temps sur la chaussée. La FHWA ne se charge ni des routes ni de ses systèmes d'assistance météorologique mais essaie d'améliorer le fonctionnement en collaboration avec d'autres organismes publics (surtout des services d'état de transport), des laboratoires nationaux, des entreprises privées et des universités à travers des communautés de transport et la météorologie. Depuis 1999, les recherches réalisées par la FHWA sur les conditions météorologiques ont été axées sur le programme de gestion de la météorologie routière (RWMP), au bureau des opérations de transport, en coordination avec le bureau du programme conjoint des systèmes de transport intelligent (ITS), qui se trouve au RITA, l'administration de la recherche et de l'innovation technologique.

Les objectifs du RWMP sont limités mais regroupent plusieurs domaines qui comprennent : une meilleure compréhension des effets de la météorologie sur les systèmes de transport routier ; la démonstration d'un système à l'échelle nationale pour les données d'observation des conditions météorologiques routières ; la recherche de nouvelles sources de données environnementales ; l'amélioration de modèles de trafic et de météorologie routière (comme par exemple la température du revêtement) avec des données météorologiques ; l'amélioration des mécanismes d'information météorologique sur la route destinés aux usagers et le développement d'outils d'aide à la prise de décisions.



Information météorologique et température des chaussées du site Web du DOT de l'État de Washington

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Programme de gestion de la météorologie routière

L'administration fédérale des autoroutes (FHWA) coordonne une série d'activités de recherche et de développement destinées à améliorer la sécurité, la mobilité, la qualité de l'environnement et la sécurité nationale sur les routes. Ces activités comprennent l'identification et l'atténuation des

Pour les deux prochaines années, les principaux projets de recherche du RWMP comprennent une gestion plus poussée des données météorologiques routières et d'applications d'aide à la prise de décisions aux données météorologiques et routières provenant de véhicules ou de dispositifs mobiles (données mobiles) et une gestion du trafic réactive face à la météorologie.

4.2 Observation, recueil de données et gestion de la météorologie routière

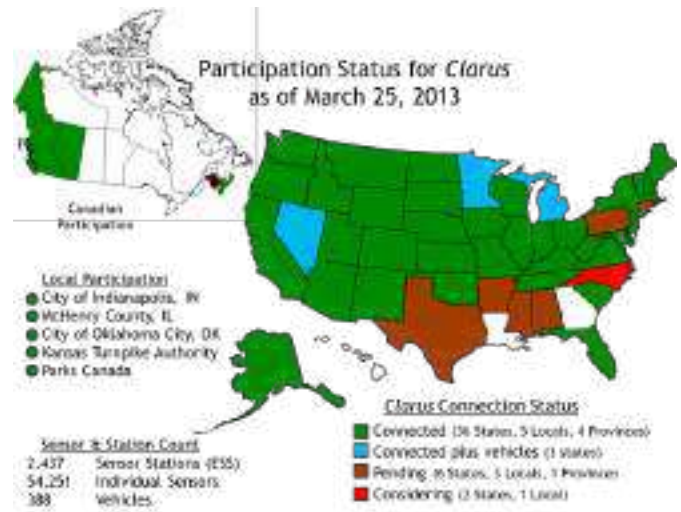
Plus connues sous le nom de stations de capteurs environnementaux (ESS), la méthode standard d'observation des conditions atmosphériques routières utilise des capteurs fixes et/ou intégrés à la surface de la route qui font état

des variations météorologiques atmosphériques les plus communes, de la température de la surface et de la sous-couche du revêtement de la route, l'humidité de la route et la concentration chimique présente dans le revêtement. Les stations appartiennent aux agences de transport nationales, provinciales et locales et sont gérées par celles-ci. L'Amérique du nord compte près de 2.500 ESS qui constituent un des plus importants réseaux routiers d'observation météorologique.

Depuis 2006, un système expérimental sponsorisé par le DOT des USA appelé Clarus (<http://www.Clarus-system.com/>) a recueilli les données météorologiques provenant de la ESS de toute l'Amérique du nord, les a formatées, a vérifié leur qualité et les a exposées (carte d'état Clarus). Cette « fenêtre unique » fait que le temps observé sur la route soit partagé plus efficacement par les membres de la communauté météorologique comme par celle du transport. L'initiative Clarus a fait partie du programme de gestion de météorologie routière et s'est révélée fructueuse. En 2004, le programme a divisé l'initiative en 4 objectifs (voir <http://www.its.dot.gov/Clarus/>) qui ont tous été atteints. Ainsi, la fin du système Clarus a été officiellement déclarée le 15 juin 2013. Cependant, la capacité opérationnelle du système Clarus est actuellement appliquée à la NWS.

Le FHWA et le NWS ont signé un mémorandum d'accord (MOU) en novembre 2010 pour établir un cadre de coopération et de coordination de projets comme la transition de Clarus à des opérations. Au cours de l'année fiscale 2011, NWS et FHWA ont effectué un comparatif du système et des conditions de Clarus par rapport au système d'acquisition de données d'intégration météorologique (MADIS). Au cours de l'année fiscale 2013, ces organismes ont collaboré pour développer et appliquer un plan de transition. Pour les deux agences, une partie importante de la recherche actuelle concerne la collecte de données météorologiques et routières provenant de véhicules.

Le besoin continu d'observer la météorologie routière pour pouvoir lancer la recherche RWMP, fait que le programme s'appuie sur un nouveau projet appelé « environnement de données météorologiques » (WxDE). L'objectif principal du WxDE est de proposer une plateforme de données et d'interopérabilité qui apporte une aide à la recherche d'un véhicule connecté. Plus particulièrement, le WxDE renforcera l'ajout intelligent, la normalisation, le stockage, le traitement et la diffusion de données météorologiques routières recueillies par une variété de sources fixes et mobiles.



État d'utilisation du système Clarus par les organismes d'État et les organismes locaux et provinciaux

4.3 USDOT Recherche avec des véhicules connectés – Observations météorologiques de véhicules

La recherche avec des véhicules connectés est une initiative multimodale qui a pour objectif de permettre la communication sans fil, interopérable et sûre entre les véhicules, l'infrastructure de transport et les dispositifs de communication personnelle. Cette recherche vise à exploiter les capacités de la technologie sans fil pour recueillir beaucoup plus de données du système et, à terme, à rendre le transport terrestre plus sûr, plus intelligent et plus écologique. Au-delà de la dépendance de capteurs fixes ou passifs, cette technologie mobile émergente est capable de fournir davantage d'informations et en temps réel sur le déplacement et la météorologie, pour le secteur public comme pour le privé.

Etant donné que les véhicules n'ont pas été conçus comme des stations météo, les lectures directes des capteurs météo provenant de l'équipement d'origine du véhicule se limitent surtout à la température et la pression, mais lorsqu'elles sont associées à d'autres données du véhicule, celles-ci pourraient être utiles. Certaines des variables météorologiques présumées des données météorologiques et provenant du véhicule sont le ratio précipitations, visibilité et état de la surface de la route. Le RWMP travaille actuellement sur un traducteur de données du véhicule afin de traiter les données météorologiques provenant de voitures et de camions dans le but de mieux décrire les conditions de conduite sur des distances standards (par exemple un mile) ou des tronçons de route définis par l'utilisateur.

En collaboration avec le centre national de recherche atmosphérique (NCAR) et les états du Nevada, Michigan et Minnesota, la FHWA a mis en place au cours de l'année fiscale 2013 un large projet servant à démontrer comment les données existantes dans la flotte de véhicules de l'état peuvent être recueillies, traitées, transmises et utilisées pour créer des avertissements adressés aux automobilistes et améliorer les systèmes d'aide à prise de décisions d'entretien. Le projet aidera à déterminer les conditions, les normes et les procédures pour recueillir et traiter les variables météorologiques, les conditions de circulation et l'état du véhicule, provenant de sources mobiles. Les données météorologiques mobiles et celles concernant les conditions de circulation seront intégrées au système Clarus. L'objectif est que les responsables décideurs, publics comme privés, puissent compter sur des outils d'aide à la prise de décisions avec l'appui de données de millions de véhicules à travers l'initiative du véhicule connecté.

4.4 Aide météorologique pour les responsables du trafic.

Contrairement au système national d'aviation qui a été un grand consommateur d'informations météorologiques pendant des dizaines d'années, les centres de gestion du trafic terrestre ont mis du temps à intégrer les informations météorologiques à leurs opérations. Depuis 2006, le WRTM a axé une série de projets de recherche sur la gestion du trafic sensible au temps en abordant spécifiquement quatre domaines : recueil et intégration des données, facteurs humains, stratégies WRTM et modèles et analyses de trafic.

La recherche initiale a été complétée dans de nombreux domaines, tel que le comportement du conducteur en cas de conditions météorologiques adverses ; la vitesse du trafic et les indications concernant le dosage pour plusieurs conditions de précipitation et de visibilité ; l'état WRTM de la révision pratique des stratégies de direction ; le test et l'évaluation de ces stratégies et des messages de guidage pour les recommandations météorologiques routières et les informations de contrôle.

Ce n'est que durant ces dernières années que les modèles de trafic ont incorporé les données météorologiques ou les effets du temps. Le RWMP a complété la recherche sur l'intégration des conditions météorologiques dans divers modèles de trafic, en incluant les prévisions de trafic et les systèmes d'attribution dynamiques. Au cours de l'année fiscale 2013, le déploiement s'est limité à quelques villes des États-Unis. La recherche concerne également l'usage de données météorologiques mobiles pour la gestion du trafic.

La FHWA continuera à participer à différents projets OFCM, y compris le groupe de travail WIST et le comité de systèmes intégrés d'observation (CIOS), entre autres. La FHWA participe également aux efforts de la NOAS afin d'étudier le développement d'un système mesonets national et est à la tête de l'action menée par le service en ce qui concerne le bénéfice social du transport de l'évaluation nationale d'observations de la terre. Lorsque différents projets de recherche sur les applications et la gestion des données touchaient à leur fin, le RWMP a commencé à effectuer des recherches sur d'autres domaines problématiques et à actualiser le calendrier de recherche du programme. A titre d'exemple, des recherches sur l'effet de la météorologie sur le transport routier ont débuté, plus particulièrement concernant le problème des frais de retard. Le RWMP espère construire en se fondant sur les réussites passées et s'associer à des organisations partageant la même passion pour la réduction des effets de la météorologie sur les systèmes de transport terrestre de la nation.

5. Références

1. AASHTO, 511 Deployment Coalition, <http://www.deploy511.org/>.
2. fwaha, Site Web du Road Weather Management Program, Office of Operations, <http://www.ops.fwaha.dot.gov/weather/>.
3. fwaha, Highway Statistics Publications, Office of Highway Policy Information, <http://www.fwaha.dot.gov/policy/ohpi/hss/hsspubs.cfm>.
4. fwaha, Manual of Practice for an Effective Anti-Icing Program: A Guide for Highway Winter Maintenance Personnel, n° de la publication : fwaha-RD-95-202, juin 1996, <http://www.fwaha.dot.gov/reports/mopeap/eapcov.htm>.
5. Goodwin, L., Weather-Related Crashes on U.S. Highways in 2001, préparé pour la FHWA Road Weather Management Program par Mitretek Systems, décembre 2003.
6. National Center for Atmospheric Research (NCAR), Site Web du Maintenance Decision Support System (MDSS), Recherches sur des applications et des programmes, www.rap.ucar.edu/projects/rdwx_mdss/.
7. NCHRP, Guidelines for Snow and Ice Control Materials and Methods, Description for Project 6-13, Transportation Research Board, octobre 2004, <http://www4.trb.org/trb/crp.nsf/0/02c3a2b01547add785256748005619f5?OpenDocument>

8. NCHRP, Performance Measures for Snow and Ice Control Operations, Énoncé du projet 6-17, Transportation Research Board, septembre 2004, <http://www4.trb.org/trb/crp.nsf/e7bcd526f5af4a2c8525672f006245fa/e852202779bb7dd685256f100053441f?OpenDocument>.

9. NOAA, Local Climatological Data, National Climatic Data Center, <http://www.ncdc.noaa.gov>.

10. OFCM, Weather Information for Surface Transportation: National Needs Assessment, Rapport, FCM-R18-2002, décembre 2002, http://www.ofcm.gov/wist_report/wist-report.htm.

11. OFCM, 3rd National Surface Transportation Weather Symposium Summary Report, août 2007, <http://www.ofcm.gov/wist/3NSTWSP-Summary-Report-Final.pdf>.

12. Pletan, R. and Stapp, D., Best Practices of Outsourcing Winter Maintenance Services, www.sicop.net/Best_Practices.pdf.

13. Pisano, P., et al, Surface Transportation Safety and Operations: The Impacts of Weather within the Context of Climate Change, presented at the Potential Impacts of Climate Change on Transportation Workshop, octobre 2002, <http://climate.volpe.dot.gov/workshop1002/pisano.pdf>.

14. SICOP, Automatic Vehicle Location (AVL) Applications to Winter Road Maintenance Operations, décembre 2002, <http://www.sicop.net/avl%20matrix.pdf>.

15. Transportation Research Board, Sixth International Symposium on Snow and Ice Control Technology, Transportation Research Circular E-C063, juin 2004, <http://trb.org/publications/circulars/ec063.pdf>.

16. Transportation Research Board, Surface Transportation Weather and Snow Removal and Ice Control Technology, Transportation Research Circular Number E-C126, juin 2008, <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec126.pdf>.

17. U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau Web Site, www.census.gov.

18. U.S. Department of Transportation, Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned: 2008 Update, Intelligent Transportation Systems Joint Program Office, septembre 2008, http://www.itsdocs.fwha.dot.gov/JPODOCS/REPTS_te/14412.HTM.



FINLANDE



1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays



Figure 1 - Situation de la Finlande

La Finlande, située dans le nord de l'Europe, a une superficie de 338 419 km². Elle a pour voisins la Suède, la Norvège et la Russie. La Finlande est également délimitée par la mer Baltique. Elle compte 5,4 millions d'habitants, soit 16,03 habitants/km², dont la plupart (67 %) habitent dans des villes ou des agglomérations. Environ un million de Finlandais habitent dans la métropole d'Helsinki.

1.2 Réseau routier et circulation

En raison de la grande superficie et de la population clairsemée de la Finlande, les routes y jouent un rôle important. La Finlande se trouve en bordure de l'Europe centrale. La plupart des exportations vers cette zone de marché importante, se font par la mer. Du point de vue de la compétitivité de l'industrie et du commerce, une bonne logistique et en particulier un

bon fonctionnement du système routier interne sont d'une importance primordiale. Une proportion de 67 % des transports de marchandises se fait par la route.

Le réseau routier comprend 78 140 km de routes publiques, dont 51 000 km sont revêtus d'asphalte. Les autoroutes comptent pour 779 km. De plus, les rues et les voies incluses dans le plan d'aménagement couvrent 26 000 km et les routes privées environ 350 000 km.

Les véhicules de promenade parcourent sur le réseau routier public 31,1 millions de km par an, les autocars et les camions 2,8 milliards de km. La circulation se fait à 67 % sur le réseau public. La circulation routière pendant les six mois d'hiver représente environ 45 % du total annuel. Dans beaucoup de secteurs industriels et commerciaux, la part des transports effectués en hiver est supérieure à celle des transports effectués en été. La société, l'industrie et le commerce comptent sur la fiabilité de la circulation routière et des transports tout au long de l'année.

Superficie	Zones exposées à la neige	338 432 km ²
Population	Zones exposées à la neige	5,4 millions
Longueur du réseau	Routes publiques	78 140 km
	Rues et voies incluses dans le plan d'aménagement	26 000 km
	Routes privées	350 000 km
Latitude (capitale)		60° 19'N

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des régions climatiques

La Finlande est située entre 60° et 70° de latitude Nord dans la zone côtière de l'Eurasie. La température moyenne est cependant en Finlande de plusieurs degrés supérieure à celle d'autres régions de latitude correspondante, par exemple en Sibérie et dans le sud du Groenland. La mer Baltique, les lacs et les rivières et également le Gulf Stream sont des facteurs d'élévation de la température en Finlande.

Les conditions climatiques varient d'une partie du pays à l'autre. Dans les zones côtières, où le climat est proche du climat maritime, le temps est en général assez doux, il varie rapidement ainsi que les conditions de conduite et les routes deviennent facilement glissantes. Dans les parties orientales et septentrionales du pays, le climat est semblable au climat continental et est nettement plus froid que sur la côte.

2.2 Statistiques météorologiques : températures et précipitations

Dans le sud de la Finlande, la température hivernale moyenne est d'environ -2 °C et dans le nord d'environ -8 °C (figure 2). Les précipitations liquides annuelles dans le sud de la Finlande varient de 600 à 700 mm. Dans le nord, les précipitations liquides sont en général inférieures à 600 mm.

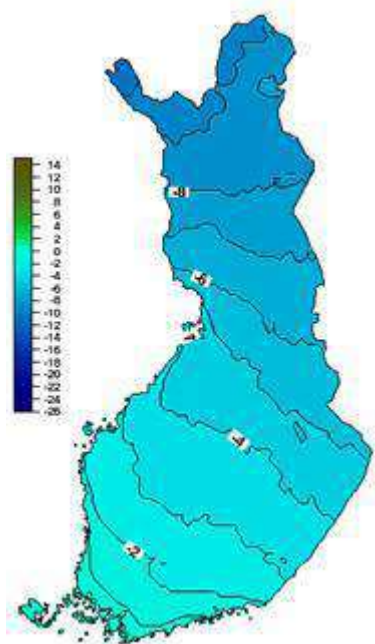


Figure 2 - Température hivernale moyenne (°C) 1971-2000

La neige qui se maintient arrive généralement vers octobre ou novembre dans le nord et en décembre dans le sud du pays. La quantité de neige moyenne à long terme exprimée en millimètres d'eau varie de 120 à 220 mm dans les différentes parties du pays (figure 3). Les chutes de neige s'échelonnent durant tout l'hiver. Il tombe en général moins de 10 mm à la fois. Il y a un climat côtier dans les régions sud et ouest de la Finlande et plus continental à l'est et au nord. La mer Baltique et spécialement le Gulf Stream donnent un climat plus chaud. Les conditions météo peuvent changer rapidement en période hivernale.

La prévention de la formation de glace est une préoccupation importante dans la zone côtière, alors que c'est l'enlèvement de la neige, dans les parties est et nord de la Finlande.

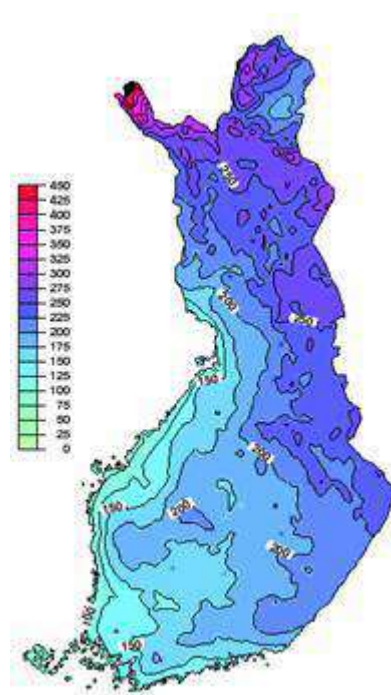


Figure 3 - Chutes de neige annuelles moyennes (mm) 1971-2000

2.3 Indices hivernaux

Aucun indice basé uniquement sur les conditions météorologiques pour décrire la rigueur de l'hiver n'existe actuellement en Finlande. L'administration des routes de la Finlande (Finnra) achète les services d'entretien routier et voit à niveler la rigueur de l'hiver sur l'établissement des prix, entre le gestionnaire de réseau et les entrepreneurs.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

La Finnra est l'organisme public chargé de l'entretien du réseau national des routes publiques. L'entretien des rues des villes et des municipalités est du ressort de celles-ci. L'entretien du réseau routier privé est du ressort des propriétaires fonciers qui habitent le long des voies de ce réseau.

La politique d'entretien hivernal est établie sur les lois de la circulation relatives aux pneus d'hiver et, principalement, des pneus cloutés, de même que sur la possibilité d'utiliser du sel pour combattre la glissance. Les pneus d'hiver sont obligatoires du 1^{er} décembre à la fin de février et l'on permet l'utilisation des pneus cloutés, du 1^{er} novembre au 31 mars.

Classement des routes

Le réseau routier est réparti en cinq catégories d'entretien principales (Is, I, Ib, II, III). De plus, dans les agglomérations, la

catégorie d'agglomération Tib, correspondant à Ib, peut être utilisée. Les voies piétonnières et les pistes cyclables sont réparties en deux catégories (K1, K2).

Le niveau de service et les normes de qualité de chaque catégorie sont différents. Le trafic routier, son volume et le climat de la région déterminent le niveau de service. Toutefois, les conditions locales, le caractère et la composition de la circulation, la limitation de vitesse et la garantie d'une qualité égale à celle du réseau urbain sont aussi pris en considération.

La plupart des routes principales appartiennent aux catégories d'entretien Is, I et Ib. Les routes des catégories Is et I sont maintenues entièrement dégagées de neige et de glace pendant presque toute la durée de l'hiver. Le salage y est la méthode de déglacage principale. Les routes de la catégorie Ib utilisent moins de sel et leurs conditions sont ainsi plus hivernales que celles des routes des catégories Is et I, mais le niveau d'entretien est tout de même élevé. Les catégories d'entretien II et III sont utilisées pour les routes à faible trafic. Le sel n'est pratiquement pas employé pour leur entretien. Le sable y est par contre utilisé comme antidérapant.

Normes de qualité

Le coefficient de friction est considéré en Finlande comme le facteur le plus important pour évaluer le niveau de déglacage, car une certaine quantité de neige et de glace est également admise sur les routes principales. Dans beaucoup d'endroits, la densité de la circulation est trop faible pour que les routes restent dégagées de glace par le salage. Le coefficient de friction est mesuré au moyen d'un système déterminant l'adhérence (traditionnellement une mesure de distance de freinage comme El-trip ou avec les nouveaux accelerometers).

Tableau 1 Corrélation entre le coefficient de friction et les conditions de circulation. Le coefficient de friction a été mesuré au moyen du C-Trip

Coefficient de friction	0,00-0,14	0,15-0,19	0,20-0,24
Description de la surface de la route	Mauvaises conditions de circulation Glace mouillée très glissante	verglas glissante	neige tassée compacte Conditions hivernales satisfaisantes
	0,25-0,29	0,30-0,44	0,45-1,00
	neige et glace tassées fermes Bonnes conditions hivernales	dégagée et mouillée	dégagée et mouillée
		non glissante	non glissante

Les principales exigences de qualité et les délais d'intervention pour l'entretien des routes en hiver sont décrits dans les tableaux suivants.

Tableau 2 Normes de qualité pour le déglacage

Catégorie d'entretien hivernal	Is	I	Ib
Normal	0,30	0,28	0,25
Exigences de friction	Surface de la route inf. à -6 °C 0,25	Surface de la route inf. à -4 °C 0,25	Sablage ponctuel 0,25 sablage continu 0,22
Délai d'intervention	2 h	2 h	sel 3 h sable 4 h

Catégorie d'entretien hivernal	II	III	K1	K2
Normal	Surface striée et zones dangereuses sablées	Surface striée et zones dangereuses sablées	Selon les besoins de la circulation	
Exigences de friction	Sablage continu de la neige compacte et glacée	Sablage continu de la neige compacte et glacée		
Délai d'intervention	6 h Sablage continu	8 h Sablage continu	2 h	

Tableau 3 - Exigences de qualité pour le déneigement

Catégorie d'entretien en hiver	Is	I	Ib
Épaisseur max. de neige durant la chute	4 cm	4 cm	4 cm (8 cm, nuit)
Délai de déblaiement après chute de neige	2,5 h (neige fondante 2 h)	3 h (neige fondante 2,5 h)	3 h
Si la chute de neige s'arrête après 22 h	Dégagée pendant la durée du cycle		

II	III	K1	K2
8 cm	10 cm	3 cm	4 cm
4 h	6 h	3 h	4 h
		Dégagée avant 6 h	Dégagée avant 7 h

L'épaisseur maximale de la neige fondante est la moitié de l'épaisseur maximale de la neige.

Tableau 4 - Exigences de qualité pour la régularité de la chaussée

Catégorie d'entretien en hiver	Is	I	Ib	II	III	K1	K2
La plus grande irrégularité admise	-	1 cm	1,5 cm (Tib 3 cm)	2 cm	2 cm	2 cm	si dérangeante

Entretien sur mesure

Si besoin est, le délai d'intervention ou la qualité de l'entretien en hiver peuvent être modifiés sur certaines sections de routes, sans changer la catégorie d'entretien de la route en question. Cet entretien ciblé est destiné à améliorer le service rendu aux usagers des routes, en considération de leurs besoins particuliers.

Exigences concernant les matériaux et les équipements

L'entretien des routes en hiver est commandé à des entrepreneurs selon le principe de la responsabilité pour la qualité. L'entrepreneur sera ainsi responsable du choix des méthodes et des dispositifs utilisés. En ce qui concerne les équipements, le maître d'œuvre exige seulement que ceux-ci soient sûrs, faciles à remarquer par les usagers des routes et appropriés à leur usage.

Les fondants utilisés doivent avoir reçu l'approbation du propriétaire. On ne permet que le sel humidifié ou la saumure pour corriger la glissance. Le chlorure de calcium n'est pas recommandé, mais on permet de l'utiliser en petites quantités pour humidifier le sel ou fondre la glace noire. On utilise aussi du formiate de potassium dans les zones où il faut protéger l'aquifère, parce que ce produit est réputé se dégrader avant d'atteindre la nappe phréatique et qu'il n'est pas plus corrosif que le chlorure de sodium. La taille des particules d'abrasifs doit se situer entre 6 et 8 mm.

Système de bonus lié à la satisfaction de l'utilisateur

L'agence finlandaise de transport a activement essayé de trouver des moyens d'améliorer le service aux usagers.

Le but a été de trouver une façon d'améliorer le service sans augmenter significativement les coûts. Une des façons a été d'encourager les contractants à améliorer le service à l'utilisateur, la Finra a développé un bonus payé aux contractants lié à la satisfaction des usagers.

Au printemps 2004, un projet séparé de recherches et de développement a été fait pour développer le bonus de satisfaction des usagers, dans le même temps qu'était piloté la méthode de bonification qui a débuté au printemps 2004 avec cinq contractants. La bonification, qui est basée sur la satisfaction de client, a été employée depuis 2004 sous différentes formes. La bonification sur la satisfaction de client est disponible annuellement. L'ampleur de la bonification dépend de 6 facteurs différents d'évaluation, parmi lesquels 4 sont liés à la satisfaction du client, un concerne la viabilité hivernale et un l'entretien estival sur la base d'une évaluation effectuée par le client. L'évaluation effectuée par le client est basée sur le rapport fait par le contractant en relation avec les mesures prises. La bonification de satisfaction de client est payée annuellement et l'ampleur de la bonification varie entre 0 et 2 pour cent des coûts annuels du contrat. Le système de bonification ne s'est pas avéré aussi bon que prévu. La satisfaction du client

est plus liée aux conditions atmosphériques rencontrées qu'à la satisfaction vis à vis de la performance de l'entrepreneur. Le système de bonification est, cependant, une manière efficace de faire comprendre aux entrepreneurs que les usagers sont également leurs clients.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal des routes

Organisation

En 2001, l'Administration nationale des routes finlandaises a été scindée en 2 organismes : l'Administration des routes finlandaises (Finnra) – le maître d'œuvre – et l'Entreprise de voirie finlandaise qui est chargée, parmi d'autres entrepreneurs, de l'entretien et de la construction des routes et qui fournit également des services d'ingénierie. En 2010, l'Administration des routes finlandaises (Finnra) a été fusionnée avec l'Administration des chemins de fer et une nouvelle entité sera créée sous le nom d'Administration du transport.

Les centres régionaux pour le développement économique, le transport et l'environnement (ELY-centres) contrôlent les tâches régionales d'exécution et de développement de l'administration d'état.

L'agence finlandaise de transport indique la politique, les standards de qualité et les directives nationales pour les procédures. Les ELY-centres régionaux sont des clients faisant des offres concurrentiels en pratique et payent les contractants. La Finnra achète des services d'entretien, estival comme hivernal, sous la forme de contrats régionaux conclus avec des entreprises privées. Les entreprises sont choisies au terme d'un processus compétitif basé sur la qualité et les prix.

La Finlande est divisée en neuf districts routiers qui ont la responsabilité de gérer l'entretien du réseau routier de leur district, sous la direction de l'administration routière centrale. On compte 81 contrats régionaux. Chaque contrat régional comprend l'entretien d'un réseau routier de 500 à 2000 km et s'étend sur une période de 5 à 7 ans. Certains contrats comportent une option qui permet la prolongation du contrat de deux ans, par entente entre les parties. Le prix pour les années de prolongation sera le même que celui de la dernière année du contrat.

La détermination des niveaux de service est du ressort de la FINNRA. Les opinions et les souhaits des usagers des routes sont également, dans la mesure du possible, pris en considération dans la définition des niveaux de service. Les opinions des usagers des routes sur la réussite de l'entretien des routes durant l'hiver précédent sont examinées chaque printemps dans une étude concernant les usagers des routes. L'administration routière reçoit également des commentaires directs des usagers des routes.

Gestion opérationnelle

L'entrepreneur assume l'entière responsabilité de l'entretien du réseau routier inclus dans son contrat. Il est donc chargé de diriger le travail, d'effectuer les opérations d'entretien, d'assurer la qualité et de faire les acquisitions nécessaires.

L'entrepreneur planifie les opérations à effectuer sur le réseau routier et, en observant les conditions météorologiques et l'état du réseau routier, s'assure que les opérations d'entretien sont exécutées à temps pour satisfaire aux exigences de qualité. L'entrepreneur prend également en charge l'acquisition du matériel et des matériaux, de même que l'embauche du personnel nécessaire pour effectuer les opérations. Il peut utiliser les services de sous-traitants. L'entrepreneur doit présenter au maître d'œuvre, avant la signature du contrat, son plan des opérations et d'assurance de la qualité.

Les opérations les plus importantes pour maintenir le réseau routier dans l'état prescrit en hiver sont le déblaiement de la neige, le déglacage et le maintien de la régularité de la chaussée. L'entrepreneur doit de plus assurer la propreté des panneaux de signalisation et procéder à la diminution de la hauteur des congères. L'entrepreneur doit aussi se tenir en contact avec les entrepreneurs des zones avoisinantes pour éviter les différences de qualité aux limites des zones de contrats différents.

Collecte d'informations sur le réseau routier

Diverses informations sur l'état actuel et futur des conditions météorologiques sont nécessaires pour assurer un bon calendrier des opérations d'entretien hivernal. Le client l'administration routière finlandaise possède à cet effet des systèmes de stations météorologiques routières et de caméras météorologiques. Elle commande également différents rapports météorologiques ainsi que des images fournies par satellite et par radar à des fournisseurs externes. Le fournisseur de données météorologiques est choisi par appel d'offres. Les données météorologiques produites et commandées par l'administration routière finlandaise sont à la disposition des entrepreneurs régionaux. S'ils le désirent, les entrepreneurs peuvent compléter l'information météorologique fournie par l'administration routière en commandant des services supplémentaires à leurs propres frais.

Le réseau de stations météorologiques routières de l'administration routière finlandaise comprend plus de 375 stations. Celles-ci collectent des informations sur les facteurs influant les conditions météo et les conditions de conduite comme la température de l'air et celle de la surface de la route, la force du vent et le taux d'humidité de la surface de la route. L'information sur les conditions de chaussée est obtenue à l'aide de petits capteurs placés à la surface de la chaussée. De plus, la Finnra utilise des capteurs optiques qui peuvent mesurer le coefficient de friction (0 à 1) à distance. Ces capteurs sont intégrés dans 150 stations météorologiques ordinaires. En hiver, les données météorologiques routières sont mises à jour au moins trois fois par heure. Elles le sont plus souvent lorsque la température descend près du point de congélation, car les conditions sont alors les plus difficiles pour les automobilistes

comme pour l'entrepreneur chargé de l'entretien des routes. Durant les mois d'été, les informations sont mises à jour approximativement une fois par heure. L'emplacement des stations météorologiques routières sur le réseau routier est indiqué dans la figure 4.



Figure 4 - Emplacement des stations météorologiques routières

Le réseau de caméras météorologiques de l'administration routière finlandaise comprend environ 375 caméras. Le réseau est réparti régulièrement et couvre toutes les routes publiques de Finlande. En automne et en hiver, toutes les caméras sont en fonction. Les photos de ces caméras météorologiques sont mises à jour à des intervalles de 15 à 90 minutes, plus souvent par mauvais temps et moins souvent par beau temps. L'emplacement de ces caméras sur le réseau routier est indiqué sur la figure 5.



Figure 5 - Emplacement des caméras météorologiques

3.3 Évaluation des opérations d'entretien hivernal

Coûts

En raison de la longueur du réseau et du trafic plutôt modeste, l'entretien à longueur d'année assurant la viabilité du réseau, se traduit par un rapport coût-efficacité plutôt faible. Toutefois, les coûts ont été maintenus à un niveau stable, en raison du processus d'appels d'offres concurrentiel. Les coûts de l'entretien hivernal du réseau routier entretenu par la Finnra (78 200 km) est d'environ 93 millions d'euros, soit environ 1000 euros au kilomètre.

L'administration routière finlandaise considère comme un défi plus exigeant l'entretien hivernal des routes appartenant aux niveaux de service plus bas, (souvent la catégorie III), car les usagers sont souvent insatisfaits de l'entretien offert. Le nombre de routes où l'entretien est réduit est considérablement supérieur à celui des routes principales, mais on n'y relève qu'une petite partie de la circulation. La circulation quotidienne moyenne sur ces routes est souvent de quelques centaines de véhicules seulement, alors qu'on peut compter des milliers, voire des dizaines de milliers de véhicules par jour sur les routes principales. C'est pourquoi il est plus efficace d'investir dans l'entretien des routes principales, par exemple si l'on considère la sécurité routière. En raison du grand nombre de routes où l'entretien est réduit, même une petite augmentation du niveau de la qualité se traduirait par une augmentation considérable des coûts. Le kilométrage des routes, le trafic et le coût de l'entretien hivernal dans les différentes catégories d'entretien sont indiqués dans la figure 6.

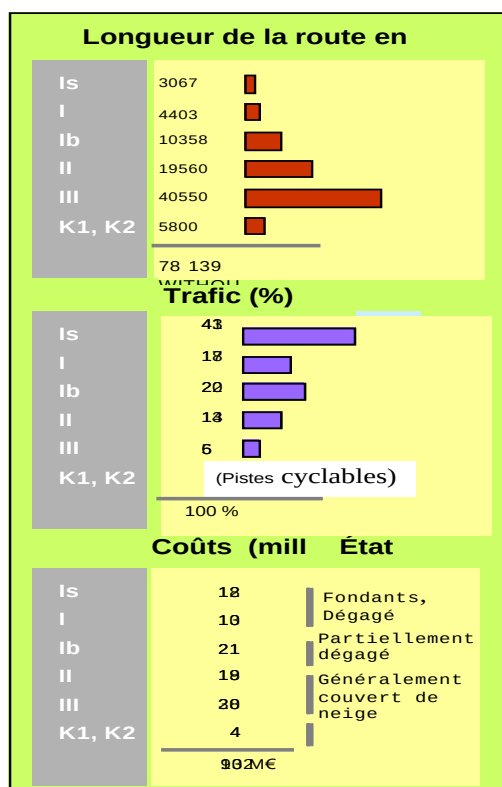


Figure 6 Longueur des routes, trafic et coûts de l'entretien hivernal pour différentes classes de routes

Consommation de sel

Le principal impact négatif de l'entretien hivernal sur l'environnement est l'utilisation de sel de déglacage qui nuit à la qualité de l'eau souterraine. Le sel est utilisé en particulier dans les régions côtières du sud et de l'ouest de la Finlande où les conditions atmosphériques varient souvent rapidement et où le trafic est dense. Dans certaines régions du nord de la Finlande, le faible trafic et les conditions atmosphériques plus froides et plus stables rendent le salage inutile.

On cherche à réduire les effets nocifs de l'utilisation du sel de plusieurs manières. Selon la politique d'entretien hivernal de la Finnra, on utilise très peu de sel dans les régions où il pourrait s'infiltrer dans les eaux souterraines ou on utilise du formiate de potassium.

En raison d'un taux de perte élevé, il est interdit d'utiliser le sel sec comme déglacant. Le sel est répandu soit en solution, soit à l'état humide. Les routes appartenant aux catégories Is et I sont tenues déglacées tout l'hiver. La formation de glace étant empêchée à l'avance, une moins grande quantité de sel est nécessaire que pour déglacer une couche de glace déjà formée.

Pour limiter l'utilisation du sel, l'administration routière finlandaise détermine chaque année, pour chaque contrat régional, une quantité de sel admise en se basant sur les quantités de sel utilisées les années précédentes. De plus, des règles particulières sont édictées pour l'utilisation de sel dans les régions où il pourrait s'infiltrer dans les eaux souterraines. Si l'entrepreneur dépasse la quantité de sel prévue dans le contrat, il encourt une amende. Si l'entrepreneur en revanche emploie moins de sel que la quantité prévue dans le contrat, il reçoit une prime. La quantité de sel admise est toutefois augmentée durant les hivers beaucoup moins froids que la moyenne. L'entrepreneur est tenu de stocker le sel dans des entrepôts protégés et reliés à l'égout pour éviter la nuisance éventuelle causée à la nappe phréatique et à l'environnement.

Suivi et évaluation du travail

L'entrepreneur est tenu d'assurer et de prouver que la qualité de son travail est conforme à son plan de qualité. Les rapports doivent couvrir les mesures prises, de même que les dérogations. Les rapports sur les mesures prises sont établis dans le cadre d'un suivi dit transversal où l'entrepreneur signale toutes les mesures qu'il a prises aux points de contrôle prévus à l'avance et leurs dates. L'entrepreneur est tenu de rédiger un rapport séparé sur les dérogations chaque fois que les exigences de qualité ne sont pas remplies sur une section du réseau routier. Le maître d'œuvre exige que l'entrepreneur tienne un journal de chantier dans lequel sont inscrites toutes les opérations effectuées, les mesures d'assurance de la qualité et les observations.

Le maître d'œuvre suit l'efficacité des mesures d'assurance de qualité effectuée par l'entrepreneur et procède à des contrôles

occasionnels effectués au hasard qui permettent d'assurer que le travail est effectué conformément au contrat. Si le maître d'œuvre remarque que les exigences de qualité n'ont pas été respectées, l'entrepreneur reçoit un avertissement ou une amende.

L'entrepreneur est payé mensuellement pour le travail qu'il effectue.

3.4 Sécurité et informations routières

Les informations sur la circulation et les conditions routières améliorent la sécurité et la fluidité de la circulation et réduisent les dommages et les nuisances pour les usagers des routes et l'environnement. L'administration routière finlandaise dispose d'un centre d'informations routières qui transmet aux usagers des routes des informations à jour sur la circulation et les conditions météo ainsi que sur les perturbations de la circulation, comme les accidents.

Le centre d'information routière annonce des conditions de la circulation principalement par l'intermédiaire des médias, à savoir la radio, la télévision et Internet. Les images prises par quelque 460 caméras météorologiques et de 100 caméras trafic de l'administration routière finlandaise et les informations collectées sur 400 sites météo routiers par ses stations météorologiques peuvent être consultées dans le site Internet de l'administration routière. Les usagers peuvent aussi rapporter tout incident dont ils sont témoins grâce au numéro de téléphone mis à leur disposition par le centre d'informations sur la circulation. Les automobilistes sont aussi conseillés à l'aide de panneaux à messages variables pour le choix de l'itinéraire le plus court possible tout en ayant le niveau de service le plus élevé possible pendant toute la durée du trajet.

Des limitations variables de la vitesse sont établies sur plus de 400 kilomètres de routes nationales importantes à deux voies et d'autoroutes. Les conditions de la chaussée et les conditions atmosphériques sont suivies en temps réel sur ces sections de route et ils influent sur les limitations de vitesse. Des limitations variables de la vitesse sont également établies à des endroits où le risque d'accident est particulièrement grand ainsi que lorsque les automobilistes doivent être informés de la tenue de travaux d'entretien des réseaux pouvant perturber la circulation ou d'autres circonstances relatives à la circulation. La vitesse est en général limitée dans ces endroits pour une courte durée. Le système peut être complété par des panneaux d'information et des panneaux variables indiquant un danger, par exemple en cas de mauvais temps ou de perturbation de la circulation. Des panneaux à messages variables de limite de vitesse ont été également installés à quelques emplacements spéciaux où le risque d'accidents est haut, afin d'abaisser la limite de vitesse pendant une période courte.

Le centre d'informations routières utilise les stations météorologiques et les caméras météorologiques ainsi que le système automatique de calcul du trafic pour collecter les informations nécessaires pour informer sur la circulation et la diriger. Ce système comprend 450 dispositifs de calcul du trafic munis de capteurs encastrés dans la route et de systèmes de transfert, d'enregistrement et d'impression des données. Il permet de connaître les volumes de circulation, les vitesses moyennes et les durées de parcours sur des sections de route particulières.

Ces informations sont utilisées non seulement pour suivre la circulation et pour en fournir des informations, mais également pour planifier l'entretien des routes. Les données détaillées sur les volumes de la circulation à différents moments permettent, par exemple, d'effectuer l'entretien quotidien des routes d'une manière plus adéquate et plus économique. Le système fournit, pour les besoins des études sur la sécurité routière, des informations sur la répartition de la circulation selon les circonstances ainsi que sur l'effet de différents facteurs sur les vitesses de conduite et les intervalles entre les véhicules. En combinant les données sur la circulation avec les données obtenues à l'aide du système d'informations météorologiques, on peut étudier la variation du risque d'accident selon les conditions atmosphériques et la densité de la circulation ou l'impact des limitations de vitesse hivernale sur les vitesses de conduite.

Le centre d'information routière reçoit des informations à jour sur l'état du réseau routier de la police, des centres d'appel d'urgence, des services de dépannage, des entrepreneurs régionaux, etc., ainsi que des usagers des routes appelant le numéro du centre d'information routière.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

Developing friction meters

En Finlande, les autorités routières, les consultants en matière de contrôle de qualité et les entrepreneurs privés de viabilité hivernale mesurent le coefficient de frottement de la route.

L'agence finlandaise de transport indique les instruments et les méthodes à employer pour les mesures publiques d'adhérence des routes. En Finlande, pendant les 25 dernières années, l'adhérence a été mesurée grâce à l'utilisation d'un système électrique embarqué qui détermine la décélération durant un freinage et en déduit l'adhérence.

Ces systèmes traditionnels de mesure de l'adhérence ont un inconvénient important : ils nécessitent une expertise professionnelle et sont plus difficiles à installer du fait de la complication de systèmes électriques des nouveaux véhicules.

C'est pour cela que les nouveaux systèmes de mesure de l'adhérence utilisant des accéléromètres sont intéressants. Il suffit de fixer ces nouveaux appareils sur le tableau de bord. Si l'installation est suffisamment rigide la deceleration mesurée par le capteur est la même que celle du véhicule durant le freinage et la valeur d'adhérence déduite est proportionnelle à la deceleration. L'objet de cette étude finnoise sur l'adhérence a été de vérifier si le nouveau système était suffisamment fiable et précis, pour être utilisé pour le contrôle de la viabilité hivernale en Finlande. En outre, l'objectif était de déterminer les performances en terme de qualité de ces systèmes.

La comparaison entre les systèmes de mesure d'adhérence prenait en compte des matériels utilisés pour le contrôle de la viabilité hivernale mais aussi d'autres matériels. Au vu des résultats concernant leur qualité les systèmes de mesure de l'adhérence utilisant des accelerometres ont été acceptés.

5. References

Statistics Finland: http://www.stat.fi/index_en

Finnish Transport Agency: <http://www.fta.fi>

ELY-centres: <http://www.ely-keskus.fi/en>

Travel and traffic information:

<http://www.liikennevirasto.fi/alk/english/>



FRANCE

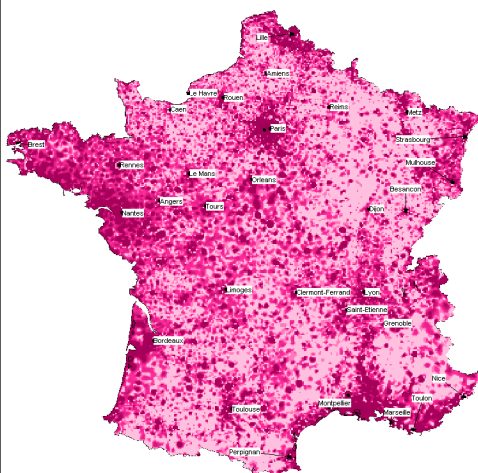


1 Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays

Superficie	551 000 km ²
Population	65,8 millions
Densité	117 par km ²
Capitale	Paris
Latitude (capitale)	48,8 N

Répartition de la population et villes de plus de 100 000 ha



La France est un pays de taille moyenne sur la façade atlantique, dont la population de 65,8 millions d'habitants est répartie de façon plutôt inégale.

La géographie est très diversifiée tout comme le climat ce qui fait de la France une destination touristique privilégiée, outre cette activité d'un poids économique très important, les secteurs industriels et agricoles restent très actifs. L'organisation administrative et l'histoire du pays font que la France a un réseau routier dense.

1.2 Réseau routier et trafic

L'ensemble du réseau routier français représente environ 1 million de kilomètres. L'État exploite 2 % du réseau soit 21 000 km de routes nationales et d'autoroutes concédées.

Les services de l'État sont répartis en 11 DIR (directions interdépartementales des routes) qui gèrent 9 000 kilomètres de routes nationales et 2800 kilomètres d'autoroutes. Les sociétés d'autoroutes concédées gèrent 8400 kilomètres de réseau. Les conseils généraux gèrent 380 000 kilomètres de routes départementales.

Les communes gèrent 600 000 kilomètres de voies communales. Le nombre de véhicules privés est environ de 31 500 000 et 6 500 000 véhicules utilitaires.

Les réseaux gérés
par les directions interdépartementales des routes



Réseau des DIR



Réseau autoroutier concédé

2 Climat

2.1 Vue d'ensemble des zones climatiques, principaux événements hivernaux à maîtriser

La France comprend 5 zones principales :

Climat méditerranéen

Les températures sont douces en hiver (7 à 9 °C en moyenne en janvier), mais elles chutent parfois brutalement en raison de l'effet du vent. Il y a entre 20 et 30 jours de gel par an en plaine et souvent moins en bord de mer. Les chutes de neige sont rares et la population n'y est pas habituée, il pleut entre : 700 et 800 millimètres par an durant 70 à 80 jours.

Climat océanique dans l'ouest de la France

La pluie est fréquente, mais peu intense (entre 150 et 180 jours par an), l'humidité est importante et les températures douces.

Climat océanique dégradé

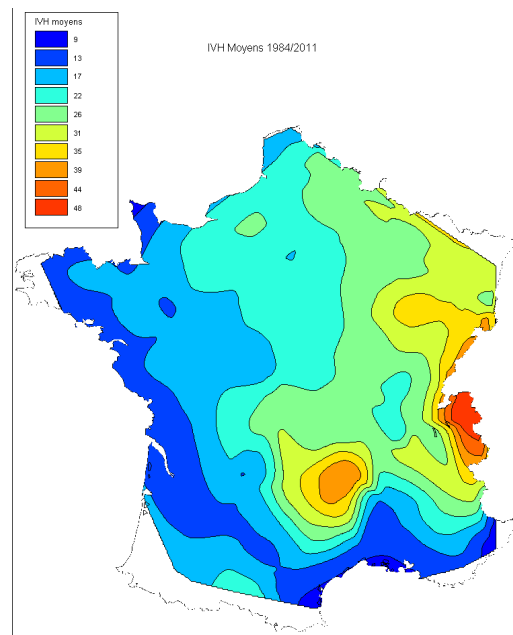
Il y a moins de précipitations, les hivers sont plus froids et il y a plus de jours de gel.

Climat continental : Du nord à l'est. Sec et rude en hiver avec des chutes de neige.

Climat de montagne : (Vosges, Jura, Alpes, Pyrénées). En raison de l'altitude : les températures sont plus basses et les précipitations plus nombreuses (neige).

2.2 Indice hivernal utilisé dans le pays.

Un index hivernal a été développé à partir des données météorologiques. Il est calculé pour un hiver entier et permet de le caractériser.



Les gestionnaires s'appuient également sur les occurrences neige.

3 Gestion des routes en hiver

3.1 Normes et réglementation

En France il n'y a aucune obligation légale de faire de la viabilité hivernale (VH). Les gestionnaires ont toutefois des devoirs de police relatifs à la sûreté, à la sécurité des usagers et à la garantie un entretien normal de la voie et une utilisation conforme à sa destination. Des documents réalisés et diffusés par le MEDDE (ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie) définissent des règles générales. Les autres maîtrises d'ouvrage (sociétés d'autoroute, conseils généraux) s'inspirent des règles définies sur les routes nationales pour leurs niveaux de service ou possèdent un cahier des charges particulier. Il existe des documents d'organisation de la VH (Dossier d'organisation de la viabilité hivernale et Plan d'exploitation de la viabilité hivernale) (SETRA 1994, SETRA 2009 guide méthodologique approche globale).

Ces documents (circulaire, DOVH département, PEVH local), permettent de définir les niveaux de service en fonction de la rigueur de l'hiver et du type de réseau. Le dossier d'organisation de la viabilité hivernale est une forme de contrat entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre. Il permet d'informer les différents partenaires sur les objectifs, les limites et les mesures prises. Il détaille l'organisation et les actions à mener dans chaque situation. L'objectif est aussi d'assurer une cohérence entre les

Climatologie de la France



Climat	T°C	Précipitations		
		Quantité annuelle (mm)	Nbre de jours	Jours de gel
Méditerranéen	7 à 9 °C	700 à 800	70 à 80	20 à 30
Océanique	5 à 7 °C	700 à 900	150 à 180	15 à 45
Océanique dégradé	2 à 5 °C	600 à 700	140 à 160	40 à 60
Continental	-1 à 1 °C	700 à 900	150 à 170	70 à 90
Montagne	-1 à -4 °C	1000 à 1500	170 à 180	70 à 90

gestionnaires. Les situations météorologiques limites sont définies. Le DOVH fixe les mesures concernant l'information routière.

Les Plans Intempéries Zonaux (PIZ) ou plans neige sont élaborés pour faire face aux situations météorologiques (chutes de neige, pluies verglaçantes,...) susceptibles de dégrader très sévèrement les conditions de circulation sur le réseau routier. Ils ont pour objectif d'assurer l'écoulement du trafic, même dans des conditions dégradées, (mesures de gestion de trafic) et de contribuer à la sécurité des personnes. L'autorité coordonnatrice est le préfet de zone qui s'appuie sur un PC zonal dont le CRICR (Centre Régional d'Information et de Coordination Routière).

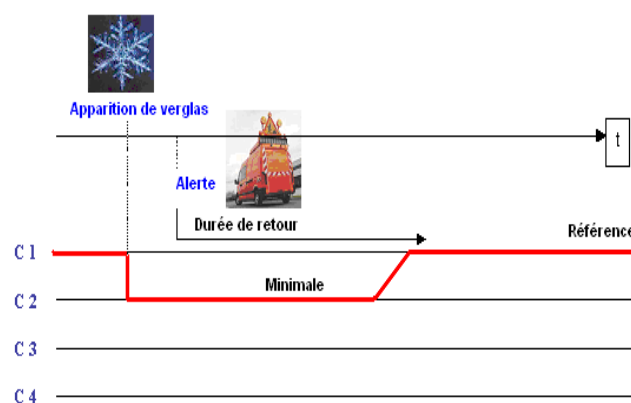
La condition de conduite hivernale Ci que l'utilisateur peut rencontrer du seul fait de l'état de la chaussée par rapport à la présence de neige ou de verglas constitue la base d'un langage commun. Les Ci sont utilisées pour bâtir les niveaux de service et l'information routière hivernale.

États de chaussée (données indicatives, à préciser et adapter)			Condition de conduite hivernale	Code couleur
Verglas	Neige sans pente ni rampe	Neige avec pente ou rampe > à 3 %		
EC1	EC1	EC1	C1	Vert
EC2	EC2a	EC2a	C2	Orange
	EC2b			
EC3	EC3	EC2b	C3	Rouge
		EC3		
EC4	EC4	EC4	C4	Noir

Lien entre état de la chaussée et condition de conduite hivernale.

Condition de conduite hivernale	Illustration	Intensité / code couleur	Perception du danger	Probabilité d'un brouillard
C1		Normal (vert)	Sans danger	Sans danger
C2		Attention (orange)	Présence de verglas ou précipitation verglaçante	Présence possible de verglas ou précipitation verglaçante à 2%
C3		Danger (rouge)	Présence de neige ou de verglas	Faible
C4		Imprévisible (noir)	Extrême	Brouillard effectif

Le principe des niveaux du service est le suivant. En hiver, une route a une condition de référence compatible avec son trafic et son implantation géographique. Pendant un événement météo, la condition de circulation deviendra inférieure à la condition de référence. À la fin du phénomène météo, le service doit restituer la condition de référence en un temps donné. Cette durée de retour à la condition de référence est un indicateur de qualité. Pour le verglas, il commence à partir de l'alerte, pour la neige à partir de la fin de la chute.



Évolution des conditions de conduite en situation de verglas.

Quatre durées de retour ont été définies :

- durée courte : 1 à 2 heures
- durée moyenne : 3 à 5 heures
- longue durée : plus de 6 heures
- durée non définie

L'objectif de qualité défini s'appelle niveau de service Ni. Ce choix est défini par les différents maîtres d'ouvrage.

	Verglas	
États de chaussée (EC)	Terminologie de la norme 99-320	Terminologie opérationnelle
EC1	État sec, État humide transitoire, État humide État mouillé État ruisselant	Absence
EC2a	État blanc gelé, État givré, État verglacé, État glacé	Formations localisées en faible épaisseur (par congélation d'humidité existante ou condensation) ou plaques de glace
EC2b	en formations localisées ou en faible épaisseur	
EC3	État givré, État verglacé généralisé par congélation de gouttelettes surfondues ou congélation d'eau préexistante	Formations généralisées par congélation d'humidité existante
EC4	État verglacé généralisé à la suite de précipitation sur revêtement à T°C négative ou précipitation surfondue	Formations généralisées suite à des pluies verglaçantes

État de la chaussée exemple du verglas

Niveaux			Ni	Nii	
				Modalité 1	Modalité 2
Périodes de validité					
Condition de référence					
Situations de verglas	sans précipitation	Condition minimale			
		Durée de retour			
	avec précipitation	Condition minimale			
		Durée de retour			
Situations de neige		Condition minimale			
		Durée de retour			

Cadre type pour la définition des niveaux de service

Une condition de conduite hivernale n'est que l'une des composantes possibles d'une condition de circulation.



3.2 Organisation et interventions

Normes concernant le personnel.

La directive européenne n°2003-88 du 4 novembre 2003 concernant certains aspects de l'aménagement du temps de travail, transcrite en droit national, structure l'organisation du travail, (public, privé). La législation propose plusieurs modes dérogatoires d'organisation du travail pour répondre à des situations spécifiques. L'exécution du service hivernal (travail de nuit, le week-end...) entre dans ce contexte. Le choix et la mise en œuvre d'une modalité dérogatoire d'organisation du travail impose un dialogue social entre représentants du personnel et l'employeur, ainsi qu'un suivi des conditions d'hygiène et sécurité. Les conséquences en terme d'effectifs et de coût financier (astreinte, indemnités, heures supplémentaires...) sont liées à l'organisation adoptée, le législateur a dévolu cette décision au niveau local. Il existe une forte hétérogénéité du respect des principes (petites communes et entreprises).

Normes sur les équipements

Des normes sur les équipements et le matériel de viabilité hivernale ont été rédigées.

NF P 98-180, utilisation du chlorure de sodium comme fondant routier, spécifications

XP P 98-181, Cette norme expérimentale vise à encadrer tous les produits fondants susceptibles d'être utilisés sur le domaine routier, qu'ils soient minéraux ou organiques, sous-produits voire co-produit industriel sous forme liquide ou solide.

NF P 98-791, matériel de viabilité hivernale, Dispositif hydraulique adapté sur les véhicules porteurs de saeuses et lames de déneigement, caractéristiques et spécifications

NF P 98-792, matériel de viabilité hivernale, position des commandes en cabine, caractéristiques et spécifications

NF P 98-793, matériel de viabilité hivernale, terminologie

NF P98-795, « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Signalisation, balisage et éclairage des unités d'intervention du service hivernal - Caractéristiques et spécifications. »

NF P98-797, « Matériels et produits pour l'entretien routier - Épandeur de fondants routiers - Méthode d'essais à poste fixe de la mesure du débit »

NF EN 15432, « Matériel de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Matériels montés à l'avant - Interchangeabilité »

NF EN 13021+A1 et IN1 : Machines pour le service hivernal, prescription de sécurité

NF EN 15597-1 « Équipement de viabilité hivernale - Épandeurs- Exigences relatives au dosage »

NF EN 15583-1 « Matériel de viabilité hivernale - Lame de déneigement - description du produit et exigence »

NF P 95-303, Équipement paravalanche, claie râtelier, spécifications et conception

NF P 95-304, Équipement paravalanche, filet paravalanche, spécifications et conception

NF P 95-305 Équipement paravalanche, filet paravalanche,, barrière à neige, spécifications et conception

NF P 95-306, Équipement paravalanche, ancrages passifs ponctuels en sol meuble méthode d'essais à l'arrachement spécifications et conception

NF P 95-310, Équipement paravalanche, déclenchements artificiels principes techniques

NF P 95-311 Équipement paravalanche, déclenchement artificiel câble transporteur d'explosif (catex)

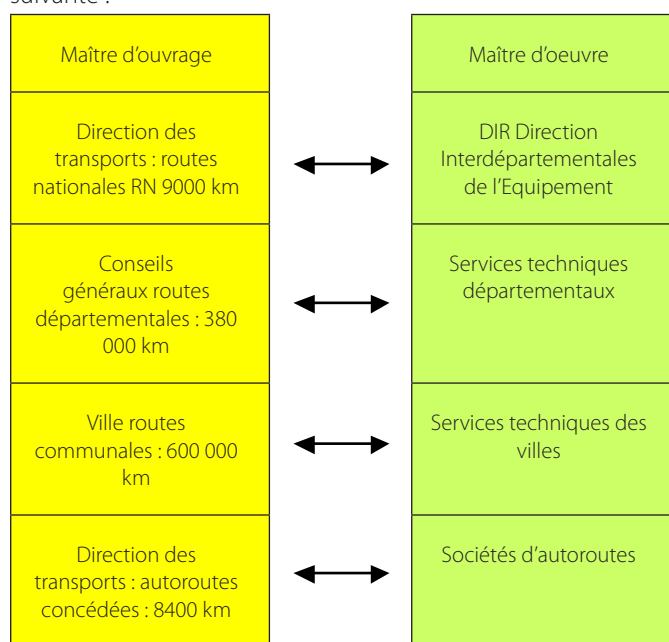
NF P 95-313, protection contre des avalanches, activation au gaz

NF P 95-314, protection contre des avalanches, activation électrique

Préparation la viabilité hivernale et organisation

Généralités

L'organisation en France pour l'entretien des routes est la suivante :



Quel que soit la maîtrise d'ouvrage les organisations mises en place pour la viabilité hivernale sont bâties sur un même schéma qui se traduit la plupart du temps par la production d'un DOVH.

L'intervention des personnels du secteur public reste relativement importante pour les DIR les villes et les conseil généraux.

Les DIR se conforment aux prescriptions de l'état pour leur organisation avec les autoroutes elles ont généralement le niveau de service le plus élevé.

Le DOVH informe les différents partenaires sur les objectifs, les limites et les dispositions prises. Il explique toutes les consignes pour les différentes situations hivernales. Il doit permettre d'assurer la cohérence entre les réseaux de diverses maîtrises d'ouvrage. Il est utilisé pour structurer l'information aux usagers. La viabilité hivernale en milieu urbain prend de plus en plus d'importance les organisations s'améliorent notablement et la prise en compte de l'intermodalité dans les stratégies se développe de plus en plus

Il y a une description des phénomènes météorologiques en particulier les situations météorologiques limites au-delà desquelles on considère ne plus pouvoir assurer normalement le service.

Paramètres	Critères et valeurs associées
1 - Intensité de chute de neige	Moyenne horaire de chute de neige non fondante, calculée sur une période de 3 h, au moins égale à N cm/h
2 - Durée de chute de neige	Chutes de neige non fondante continues ou intermittentes à intervalles inférieures à 6 h, pendant une durée totale de plus de N heures
3 - Chute de neige et basse température (pendant ou immédiatement après, car risque de congélation et d'adhérence au sol)	Température inférieure à -8°C pendant la chute ou immédiatement après
4 - Pluie verglaçante	Pluie provoquant une formation de verglas
5 - Vent et congères	Accumulation de neige sur une épaisseur dépassant les capacités des moyens en place, sur au moins une voie de chaussée et un linéaire cumulé significatif (par ex. au moins 100 m pour 10 km de route)

Caractérisation de la situation météorologique limite

Pour chaque phénomène hivernal, des règles et les procédures sont définies en faisant état des acteurs concernés et des moyens à mettre en œuvre.

Dans le Plan d'exploitation de la viabilité hivernale (PEVH), qui est la déclinaison locale du DOVH pour les centres opérationnels, l'ensemble des procédures est décrit précisément. On trouve généralement les informations suivantes :

- Différentes cartes
 - route avec les niveaux de service;
 - circuits de patrouille et point de contrôle
 - localisation des SADSH;
 - centres d'intervention et dépôts de matériaux;
 - carte avec les conditions routières.
- Des guides pour :
 - diffusion et exploitation des bulletins météorologiques;
 - aider à la prise d'une décision;
 - organisation en situation exceptionnelle.
- D'autres documents
 - aide mémoire pour les patrouilleurs;
 - aide mémoire sur les équipements et le matériel;
 - aide mémoire où les actions sont décrites (à des fins de décision et d'intervention);
 - nom et coordonnées des responsables;
 - instructions pour les actions pré et post hivernales.

Avant chaque hiver, le DOVH doit être relu et modifié si nécessaire. Les PEVH sont mis à jour dans les services.

Un compte rendu doit être réalisé après l'hiver, c'est un point qui doit être développé de même que la définition et la généralisation d'indicateurs pour apprécier la qualité du service.

Informations utilisées

L'information météorologique

Différents prestataires proposent des bulletins météorologiques adaptés aux routes. Chaque administration locale doit acheter ses prévisions météorologiques, il n'y a ni contrat national ni centralisation des informations. L'information météorologique minimale est également fournie au CRICR (organisme chargé de l'information routière qui comprend les forces de l'ordre (police, gendarmerie) et l'équipement). Pour des considérations de sécurité routière, le CRICR peut retransmettre l'information aux services départementaux.

SADSH

Il y a environ 800 Système d'Aide à la Décision en Service Hivernal (SASDH) la plupart sur les autoroutes ou routes importantes.

Il n'y a aucune centralisation d'information de ces stations à l'échelle nationale. L'information est parfois centralisée sur une zone et ou une région (pour une même société d'autoroute).



Système d'aide à la décision pour la viabilité hivernale.

L'information peut être centralisée au palier départemental qui rediffuse aux services locaux ou alors l'information reste seulement au niveau local (on a alors uniquement l'information d'une station).

Choix de la localisation d'un SADSH:

Les SADSH sont en général implantés aux endroits les plus représentatifs, à la suite de la réalisation d'un profil thermohydrigue ou à la connaissance des agents qui permettent la localisation.



Véhicule pour le relevé thermohydrigue

Méthodes

Programme de préparation

L'hiver normal est défini en règle générale à partir du 15 novembre au 15 mars voire du 1^{er} novembre au 31 mars pour les zones à rigueur hivernale élevée. Beaucoup de SADSH ne sont activés que pendant cette période.

Différents états d'activation

Ceux-ci dépendent de la situation, on distingue la situation courante et la situation non courante.

Contexte	Types d'actions		Commentaires
Situation courante	Exécution du service hivernal selon les niveaux de service fixés	Avec moyens propres seuls	Moyens (personnel et matériels) dont l'exploitant routier dispose de façon permanente. Leur mobilisation effective est décidée en fonction de la situation météorologique présente et prévisible.
		Avec moyens propres et moyens complémentaires	Moyens que l'exploitant routier peut utiliser en plus de ses moyens propres, de façon systématique ou en fonction de l'importance des intempéries, selon des procédures préétablies et dans le cadre de marchés ou conventions.
	Mesures particulières de gestion de la circulation		Les dispositions propres à ces mesures sont définies dans les PGT et (ou) dans les plans intempéries. Ces mesures peuvent être prises en situation courante par anticipation et (ou) en situation non courante
Situation non courante	Exécution du service hivernal avec mobilisation de renforts ⁽³⁾		Moyens que l'on cherchera à mobiliser en plus des moyens propres et des moyens complémentaires, en cas de dépassement de la situation météorologique limite, selon des dispositions portées au Dossier d'organisation de la viabilité hivernale (listes de moyens, d'entreprises mobilisables...), avec pour objectif un respect des niveaux de service, mais sans garantie du fait de la mobilisation souvent incertaine de renforts.
	Abaissement temporaire des niveaux de service sur une partie du réseau routier ⁽³⁾		Il s'agit, si la situation météorologique limite est dépassée, de concentrer les moyens d'intervention (cf. les trois types définis ci-dessus) sur une fraction du réseau (linéaire, nombre de voies...) désignée par le maître d'ouvrage. Les modalités de mise en oeuvre de ce type de mesure doivent être définies dans le DOVH et (ou) dans les plans intempéries.

Équipement

Véhicules d'intervention

En France c'est environ 9000 unités de service hivernal qui peuvent être mises en œuvre tous services confondus.

Il y a souvent des différences importantes en matière d'équipement en fonction des régions et des types de réseaux..



Unité d'intervention

Barrières à neige

Les barrières à neige sont utilisées de manière préventive, une norme donne des éléments concernant le choix et l'implantation (AFNOR 1992). La végétalisation est aussi utilisée. La décision d'installer une barrière à neige est prise et financée au palier local.

Matériaux

La consommation de sel est variable entre 0,4 et 2 millions de t par an; (moyenne 1 million de tonnes). Pour un traitement précuratif, on utilise : 15 g/m² en moyenne. Pour un traitement curatif : entre 25 et 30 g/m² en moyenne.

Divers documents pédagogiques concernant l'utilisation optimale du sel ont été publiés au niveau national. Ils contiennent des éléments et conseils d'ordre général, mais aucune recette universelle. La quantité de sel dépend de la nature du phénomène météorologique. Par exemple, la quantité de sel à épandre différera en fonction de la nature, de la quantité de verglas, etc.

Personnel, formation

Entre 30 000 et 35 000 agents peuvent être mobilisés dans l'ensemble des services faisant de la viabilité hivernale.

Les travaux particuliers

Des métiers particuliers sont définis pour des tâches particulières.

- Responsable d'intervention : il est responsable des équipes d'intervention, et suivant l'organisation en place, peut décider des interventions et informe le CRICR;
- Le décideur d'intervention ou le veilleur météo : il centralise toutes les informations : météorologique, SADS, patrouilles, conducteurs d'engins. Suivant l'organisation en

place il décide des interventions et informe les responsables d'intervention;

- Patrouilleur : il vérifie les états de surface des chaussées et les conditions de conduite, relève les paramètres météorologiques et observe les éventuelles formations de verglas;
- L'équipe d'intervention ou le conducteur d'unité d'intervention : il réalise les interventions avec les unités (épandeur/lames).

Pour les routes principales, ce système fonctionne tout à fait bien. Pour les petites structures, il peut y avoir un cumul de fonctions en raison du faible nombre de personnel : Ex. : Le patrouilleur peut décider de l'intervention.

Formation et éducation

Pour des routes principales, la formation est organisée en interne. En règle générale, les sociétés d'autoroute disposent d'un centre de formation et assurent les formations spécialisées pour la VH.

Pour les routes nationales, la formation est organisée dans les CVRH (Centre de valorisation des ressources humaines) et assurée par le réseau scientifique et technique en viabilité hivernale (environ 10 personnes). Il existe d'autres structures publiques et privées assurant des formations. Il y a une formation particulière pour les nouveaux venus et des initiations dans des formations plus générales.

Les ingénieurs ne reçoivent aucune formation particulière à la VH.

Problèmes opérationnels

Les services de viabilité hivernale interviennent en moyenne 14 jours par an, de 0 à 150 jours en fonction des années et des zones. Il y a deux fois plus d'intervention de nuit que de jour.

Prévision météorologique

Les prévisions adaptées aux applications routières sont disponibles : température de l'air, température de chaussée, vent (force et direction), couverture nuageuse, événements météorologiques : précipitations (nature et intensité), orage, brouillard, avec différentes présentations. Outre le prestataire historique qui fait partie des services de l'État, il existe des prestataires privés qui proposent des offres de même nature. L'exemple qui suit se réfère aux prestations de Météo France.



Bulletin VH : Commentaires expertisés de prévisions des phénomènes susceptibles d'affecter les routes d'un département ou même d'un tronçon routier, dans les 24 heures. Fréquence de mise à jour : 2 fois par jour.

Cartes météo: Sur un département les prévisions météo sont données sur plusieurs communes représentatives.

Une prévision horaire ou tri horaire de différents paramètres est donnée pour chaque commune toutes les quinze minutes. Cela permet de visualiser des prévisions météorologiques sur un fond cartographique à l'aide de valeurs pointées ou de pictogrammes. Actuellement, l'atmocarte donne des prévisions toutes les heures ou 3 heures entre h +3 heures et 72 heures.

Diagramme météo : Tableau fournissant pour un point donné, une prévision à 72 heures de différents paramètres météorologiques, donnée toutes les heures ou toutes les 3 heures.

Flash météo: Bulletin d'alerte sur la prévision d'occurrence de phénomènes météo dits dangereux (ex. : chutes de neige, température de l'air au-dessous de -10 °C...).

Les exploitants peuvent en général appeler le bureau météorologique pour obtenir plus d'information.

Un produit de prévision de température de surface est disponible : prévisions horaires de la température de surface de la chaussée jusqu'à 72 heures d'échéance sur l'ensemble de la France pour les 36 000 communes.

Il y a la possibilité d'améliorer les sorties brutes en faisant des adaptations statistiques sur des points particuliers pour lesquels on disposerait d'au moins 2 ans de données observées de température de chaussée.

Patrouilles

Sur les autoroutes et les routes nationales (et habituellement quand le niveau de service est élevé), il y a une patrouille de contrôle toutes les 3 ou 6 heures qui fait de la veille qualifiée (accidents, nettoyage de la route et VH). L'idée est d'éviter au maximum l'apparition du verglas et d'éliminer rapidement tous les événements perturbateurs et d'avoir quelqu'un rapidement sur place s'il y a un problème (accident, embouteillage...).

Sur les réseaux avec un niveau de service moins élevé, il n'y a pas d'intervention entre 21 h et 6 h et souvent pas de patrouille. Mais en fonction des prévisions météo, il peut y avoir une patrouille autour de 3 ou 4 heures le matin. Dans certains cas, les patrouilles sont systématiques s'il y a un risque de verglas même sur les routes moins importantes.



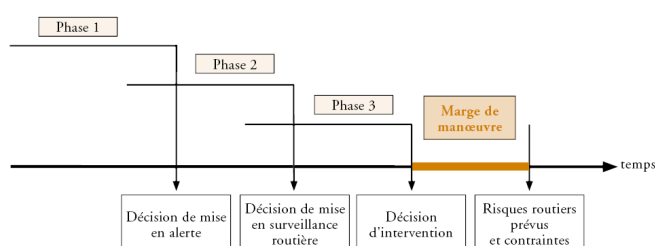
Processus de décision

On peut mettre en évidence trois types d'activités préalables à l'intervention elle-même :

- La prise en compte des prévisions météorologiques;
- Le recueil d'informations sur les réseaux routiers ;
- Le choix du type d'intervention.

Ces activités correspondent à trois niveaux de décision, échelonnés dans le temps avec des échéances de plus en plus courtes :

- La décision de mise en alerte;
- La décision de mise en surveillance des routes;
- La décision d'intervention.

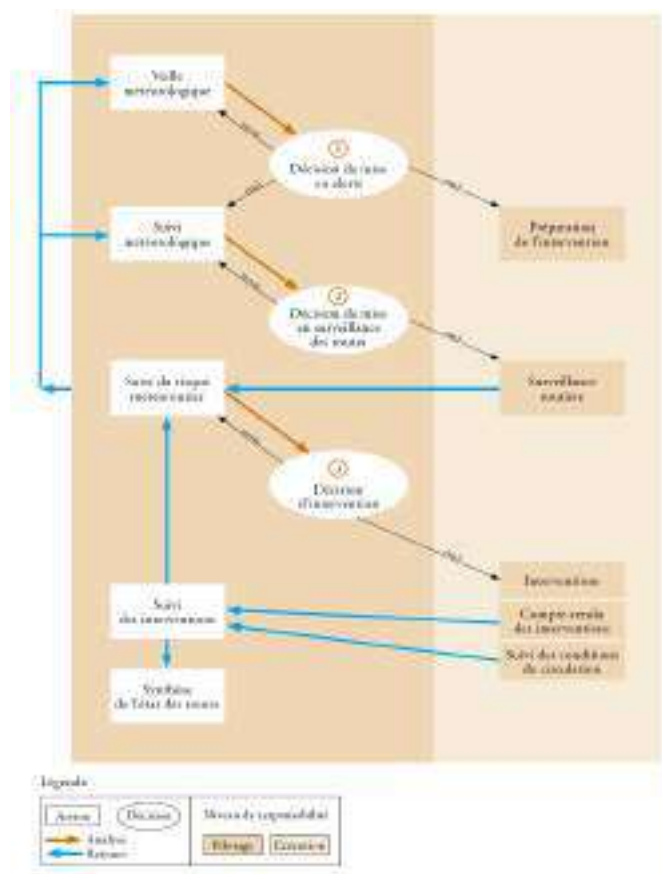


Trois phases peuvent être distinguées :

- La veille météorologique qualifiée et la décision de mise en alerte;
- Le suivi météorologique rapproché et la décision de surveillance des routes;
- L'analyse fine des risques routiers et la décision d'intervention.

Les informations météorologiques, les informations issues des SADS, les observations des patrouilles sont utilisées pour prendre les décisions d'intervention.

Les niveaux d'équipement et d'organisation sont très variables suivant le gestionnaire du réseau. Parfois, le patrouilleur peut prendre lui-même la décision d'intervenir s'il est seul au centre d'exploitation. Des patrouilles peuvent être réalisées directement avec les unités d'intervention qui traitent si nécessaire.



Méthodes, équipement et matériaux

Il n'y a aucune politique générale pour l'enlèvement de la neige et les pratiques peuvent beaucoup différer; pour les chaussées à plusieurs voies, certains commencent par la droite et d'autres par la gauche. Il y a toujours également le problème des sorties.

Les routes avec un niveau de service élevé doivent revenir au noir en condition normale très rapidement. Pour limiter l'adhérence à la chaussée de la neige humide, un traitement préventif peut être utile (15-20 g/m²). Ensuite des raclages fréquents sont nécessaires particulièrement si le trafic est important. Le salage après chaque raclage (15-20g/m²) est recommandé. S'il y a moins de trafic, le raclage sans salage peut être suffisant.

Le salage ne doit pas être employé pour faire fondre la neige (parce que la quantité serait trop importante) mais doit transformer la neige pour éviter le compactage et faciliter le raclage. Le traitement dépend de la qualité de la neige.

Une neige sèche et froide sur une route sèche et froide adhère peu et n'est pas compactée par la circulation. Le salage de cette neige la transformerait en neige humide qui serait compactée par la circulation.

Lorsque la neige contient une petite quantité d'eau, et que la température de l'air est froide (< -3°C) ou l'humidité faible (< 75%), il vaut mieux employer le sel humidifié.

En montagne, les chutes de neige sont plus importantes, la température de l'air plus sec est plus froide. C'est pourquoi le salage est moins efficace, une augmentation de quantité de sel n'est pas recommandée. Un raclage plus fréquent lié à un traitement au sel humidifié peut être utile. Mais jusqu'à maintenant, ces données sont des savoirs d'experts et ne sont pas souvent employées par les services opérationnels.

Routes blanches

Certaines villes commencent à adopter des stratégies de quartiers blancs, c'est à dire raclage pour les événements neigeux et aucun traitement chimique. Les routes à faibles niveaux de service peuvent ne faire l'objet d'aucune intervention en hiver, voire être fermées. Les abrasifs sont peu utilisés, hormis dans certaines villes et dans les stations de sports d'hiver (qui toutefois utilisent de plus en plus de fondants routiers).

Règles spéciales pour les camions

En France, presque tous les camions sont des semi-remorques et quand une route pentue (plus de 4 % par exemple) est glissante, ils ne peuvent pas passer. Sur les routes à forte circulation, les poids lourds (PL) produisent souvent des problèmes (accidents, embouteillages). La diffusion de l'information s'est largement améliorée avec l'utilisation des panneaux à messages variables (PMV), de la radio (BP). Les camions sont parfois invités à s'arrêter et attendre dans le cadre des mesures prises lors des plans intempéries. Sur les réseaux moins importants, il n'y a pas de signalisation dynamique. Sur certaines routes, «des convois blancs» sont organisés. Environ 10 camions suivent un véhicule d'intervention encadré par un véhicule de police, les véhicules légers (VL) peuvent circuler sur les autres voies. Mais ce système fonctionne difficilement quand le trafic de camion est très important et rend nécessaire une bonne coordination entre les services qui assurent la VH et la police.

La circulation

L'Article R414-17 du Code de la route précise les points suivants: Lorsque, sur la chaussée, une voie de circulation au moins est couverte de neige ou de verglas sur tout ou partie de sa surface :

1° Le dépassement ou le changement de file est interdit à tout conducteur d'un véhicule dont le poids total autorisé en charge excède 3,5 tonnes ou à tout conducteur d'un ensemble de véhicules dont la longueur excède 7 mètres;

2° Le dépassement des engins de service hivernal en action sur la chaussée est interdit à tout véhicule.

Il existe d'autre part des plans intempéries permettant de gérer les situations de crise. Chaque plan définit :

- L'autorité coordonnatrice responsable, ainsi que le PC (poste de commandement) sur lequel elle pourra s'appuyer pour mener son action;
- L'organisation décisionnelle et de coordination des autorités impliquées;

- L'organisation opérationnelle des services pour mettre en œuvre les décisions prises;
- L'organisation de la communication vers les usagers;
- Les différentes mesures coordonnées d'exploitation pouvant être appliquées selon le contexte rencontré.

Leur objectif est d'assurer le maximum de sécurité pour les usagers, particulièrement lors de fortes intempéries, par :

- Une information des usagers;
- Une gestion du trafic routier permettant d'assurer un écoulement optimal de la circulation même dans des conditions de viabilité dégradées;
- Une assistance et des secours aux usagers bloqués.

Méthodes, équipement et matériel

Dégivrage chimique

Des épandeurs démontables équipés pour le sel humidifié sont utilisés la plupart du temps. Le sel humidifié se compose de saumure et de sel en grain. La saumure (eau saturée avec du sel) est généralement fabriquée au centre d'intervention avec de l'eau et du NaCl. Les saumures de calcium et de magnésium d'utilisation très rare sont généralement livrées.

Dans 99 % du cas, on utilise du NaCl solide ou en saumure. Pour des situations exceptionnelles (températures très froides, pluie verglaçante) certains emploient du NaCl solide et de la saumure de CaCl_2 .

La proportion de saumure et de sel solide peut être réglée sur les épandeurs, elle est habituellement entre 15 % et 30 % de saumure. En France, presque tous les épandages permettent l'utilisation du sel humidifié. Les dosages dépendent du phénomène à traiter. Avec du sel humidifié, il est possible d'atteindre des dosages de 5 g/m² pour un traitement préventif. De plus en plus, on cherche à stocker le sel sous abri afin de limiter les pertes, l'impact sur l'environnement et la baisse de qualité.

Aspersion automatique de saumure :

Cette technique est apparue en France depuis une dizaine d'années, mais est relativement peu utilisée du fait de son coût. Elle est utilisée sur autoroutes du fait du trafic lourd important et sur de petites sections de 100 à 300 m.

Raclage :

L'utilisation de lames biraclage se généralise sur l'ensemble du réseau routier.

Sablage et balayage du sable

Il y a peu de sablage et de balayage mécanique en France.

Enrobés drainants

Les enrobés drainants sont généralement traités différemment. Un document pédagogique explicite les difficultés particulières rencontrées sur ces revêtements et propose des méthodes de surveillance et de traitement.

Les dosages moyens sont plus importants (entre 50 et 100 %) et il peut y avoir jusqu'à deux fois plus d'interventions. En cas de neige, les sociétés d'autoroute prévoient un raclage toutes les 20 minutes.

Les bétons bitumeux minces sont également parfois problématiques. La seule solution connue est prévoir plus d'interventions et des dosages plus importants.

Ponts

Il n'existe pas de réglementation préconisant des dispositions particulières pour assurer l'exploitation hivernale des ponts. Il y a cependant un ensemble de mesures contenues dans divers documents ou normes, destinées principalement aux concepteurs d'ouvrages.

Le recours aux fondants non corrosifs pour traiter systématiquement tous les ponts ne se justifie plus aujourd'hui. Les ouvrages de construction récente, ou plus ancienne, mais qui ont bénéficié d'un entretien récent et d'une mise à niveau, profitent de dispositions constructives ou de techniques de protection modernes. Pour ceux-ci, il n'est pas nécessaire de recourir à des fondants spéciaux non corrosifs.

Le recours aux fondants spéciaux non corrosifs sera donc réservé aux ponts métalliques n'ayant fait l'objet d'aucun entretien particulier au cours des deux dernières décennies ou présentant des corrosions locales.

Avalanches

Il y a une organisation particulière pour la prévision des avalanches. Des barrières paravalanches peuvent être installées. Les stations météorologiques d'altitude (appelées NIVOSE) enregistrent l'information météorologique et les caractéristiques du manteau de neige. Dans les stations de ski, des personnels qualifiés font chaque semaine des sondages dans la neige pour étudier l'évolution des différentes couches. Un modèle appelé SAFRAN-CROCUS-MEPRA qui tient compte des prévisions météorologiques et des paramètres physiques des différentes couches du manteau neigeux calcule le risque d'avalanche pour un point donné. L'information est alors diffusée par différents moyens aux usagers (Télé, radio...). Lorsque c'est possible les avalanches peuvent être déclenchées en cas de danger.

3.3 Évaluation des résultats

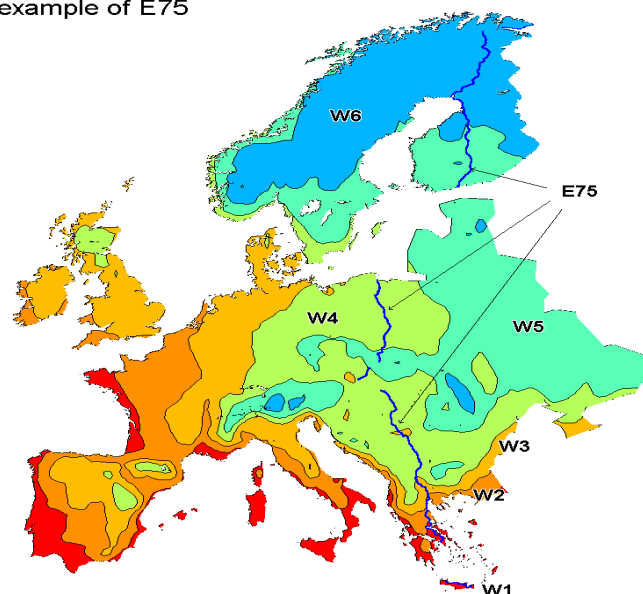
Mesure de l'efficacité

La Direction des routes a fait il y a quelques années, une évaluation avec les paramètres suivants : consommation de sel, coût par kilomètre, nombre d'heures-homme pour la viabilité hivernale. Des enquêtes de satisfaction des usagers ont été faites.

Des inspections sont parfois menées pour appréhender la façon dont les directives sont appliquées dans les services.

Des analyses maintenant assez anciennes ont été faites quant à l'application des circulaires et la qualité des DOVH. La DIT (nouvelle appellation de la direction des routes) mène une réflexion pour la mise en place d'indicateurs et en particulier d'indicateurs de satisfaction des usagers.

Determination of the linear by climatic zones example of E75



3.4 Sécurité routière et information

L'information des usagers

Avant l'hiver, l'information est diffusée par les gestionnaires routiers sous diverses formes dans les médias (radio, journaux) ou des lieux publics, mairies, etc. Les cartes des niveaux service sont diffusées.

En ce qui concerne l'information sur les événements météorologiques, il y a des conventions entre les gestionnaires routiers et les radios locales. Les services routiers disposent également de sites Internet avec affichage en temps réel des conditions de conduites. Les nouvelles technologies permettent des remontées d'informations rapides et fiables (épandeurs équipés de GPS, utilisation des téléphones portables, etc...).

Sur le réseau autoroutier, il existe une station de radio particulière qui diffuse de l'information routière (107.7). Il existe également une signalisation dynamique. Les usagers et transporteurs sont également informés via le CRICR (organisme chargé de l'information et de la coordination routière) 24 heures sur 24 pour avoir des informations sur l'état de la circulation : site internet « Bison Futé », numéro de téléphone verts gratuit et un service audiotext (répondeur)..

Condition de conduite	Figure	Intitulé / code couleur	Recommandations pour la communication et l'information des usagers		
			Perception du danger	Prévalence d'un message	Conseils à diffuser aux usagers
11		Slippery (rouge)	Sans objet	Sans objet	Appeler l'attention : « Une route en gel peut être dangereuse »
12		Difficile (orange)	Perte possible de visibilité, pas possible de dépasser	Perte possible de visibilité, pas possible de dépasser à 70%	Reduire votre vitesse et adapter votre conduite aux conditions de circulation. Prenez tous les précautions.
13		Difficile (orange)	Avertissement de danger : l'absence de visibilité	Perte	Montez des équipements hivernaux adaptés aux conditions, soyez attentifs aux déplacements.
14		Imprévisible (rouge)	Evénement	Imprévisible	Se renseigner.

Conditions de conduite et information à l'usager

4 Recherche en cours et études pour améliorer viabilité hivernale

4.1 Nouvelle technologie et recherche

Les travaux de recherche menés dans ce domaine de la viabilité hivernale associent étroitement les spécialistes des approches méthodologiques et organisationnelles, certains des travaux s'attachant à définir de façon plus précise les états de chaussée (ECi) utilisés pour la définition des niveaux de service. Les recherches actuelles en cours sont :

- Amélioration d'outils numériques de prévision de la température de surface (cartes de susceptibilité d'occurrence de verglas, approche statistique basée sur la régression linéaire multiple),
- Thermolog, un logiciel de détermination de susceptibilité à l'occurrence de verglas des itinéraires routiers, qui s'appuie sur la signature thermohydrrique d'un itinéraire et qui aide les gestionnaires à implanter panneaux et stations météo-routières,
- Outils de détermination de la visibilité météorologique par utilisation d'une caméra routière et de caméra infrarouge, pour accéder à une distance de visibilité, en mètres,



Prototype de mesure de salinité résiduelle sur surface mouillée

- Amélioration des systèmes de vision embarqués pour l'aide à la conduite avec des méthodes de restauration d'images en présence de pluie, et d'estimation de la visibilité par traitement d'images
- Prototype de mesure de la salinité résiduelle sur surface, et un logiciel d'appréciation des quantités épandues
- Logiciel de traitement de photos permet d'apprécier la quantité de sel épandu par un engin de service hivernal. Il contribue à quantifier l'homogénéité longitudinale et transversale d'un épandage
- Dispositif de détermination des caractéristiques thermophysiques des matériaux de l'infrastructure routière (thermiques radiatives)
- Adaptations du logiciel de prévision de la température et de l'état de surface de la chaussée adapté aux itinéraires, avec module dédié aux fondants routiers, en lien avec Météo France
- Développement des essais pour vérifier les épandeuses (dispositifs ODEMIE) ;



Dispositif ODEMIE

- Analyse optique de la répartition des fondants sur une surface routière;



Image de la répartition de NaCl en grain

- Expériences en ce qui concerne le guidage des unités de service hivernal (SH) (GSM/SIG);
- Développement des protocoles des essais pour évaluer « la valeur d'usage » des fondants.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

La méthodologie pour définir les niveaux du service a été remise à jour en 2009 et une nouvelle circulaire d'application pour le réseau routier national va voir le jour prochainement.

Les plans neige et les plans de gestion de la circulation sont opérationnels.

4.3 Coopération transnationale pour améliorer des niveaux de service entre les pays voisins

Une coopération forte existe au palier européen et les travaux du COST 353, ont permis de jeter les premières bases d'une réflexion sur des niveaux de service européens. Des travaux de normalisation sont menés au niveau européen.

Une coopération existe avec le ministère des transports du Québec sur les fondants routiers et l'environnement. Un rapport commun est en cours de réalisation il permettra d'orienter les réflexions futures sur ce domaine.

5 Références

Un site internet pour rassembler les connaissances dans le domaine de la viabilité hivernale est opérationnel et accessible à tous.

<http://www.viabilite-hivernale.developpement-durable.gouv.fr/>

Glossaire

DOVH : « Dossier d'organisation de la viabilité hivernale », document sur l'organisation de la VH.

PEVH : « Plan d'exploitation de la viabilité hivernale de », déclinaison locale du DOVH.

DIR : « Direction interdépartementale des routes », service opérationnel délégation interdépartemental qui dépend du MEDDE CRICR : « Centre régional d'information sur la circulation routière ». Organisation commandée par le ministère, la police et l'armée qui centralise l'information routière et informe les utilisateurs.

MEDDE (ministère de l'Écologie , du Développement durable et de l'Énergie)



ISLANDE



1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

Superficie	103 000 km ² .
Latitude	64° 08' N
Population	320 000
Densité	3,1 par km ²

L'Islande est située au milieu de l'océan Atlantique Nord, à environ 290 km à l'est du Groenland et 970 km à l'ouest de la Norvège. Constituée principalement par un plateau, l'altitude moyenne de l'Islande est de 500 m, avec un point culminant à 2110 m. Un quart du pays seulement se trouve en dessous de 200 m d'altitude. C'est une île montagneuse, dont le pourtour présente des plaines littorales, des vallées et des fjords façonnés par les érosions marine et glaciaire.

L'économie dépend principalement des exportation de produits issus de la production intensive d'énergie (24%), de l'industrie de la pêche (27%) et du tourisme (20%). Le réseau routier joue un rôle important dans le transport local des produits de la mer pour le traitement et l'exportation et pour le tourisme croissant.

1.2 Réseau routier et circulation

L'administration des routes islandaise, ICERA est responsable du réseau routier tout en considérant que les municipalités s'occupent des routes dans des secteurs peuplés. Le réseau routier ICERA compte 12 898 km, dont 5252 km de routes revêtues. Elles se répartissent ainsi :

Type de route	Longueur
Total réseau ICERA road	12,898 km
Routes primaires	4,425 km
Route d'accès local	3,091 km
Routes primaires de montagne	505 km
Routes de montagne	1,921 km

Les routes primaires relient des secteurs de 100 habitants ou plus, les routes secondaires relient ensemble les routes primaires ou relient les routes primaires aux routes de montagne, les plus petits villages et les principales destinations de touristes, les voies d'accès locales relient des fermes ou des lieux fréquentés par le public en dehors des secteurs peuplés aux routes secondaires et primaires, et finalement les routes primaires de montagne et les routes de montagne, à travers des montagnes et des landes, avec un service limité et souvent fermé en hiver. La majeure partie du trafic se situe dans une circonférence de 40 kilomètres autour du secteur de la Capitale dans le sud-ouest, où approximativement la moitié de la population vit. Cette carte montre la distribution du trafic sur la voirie :



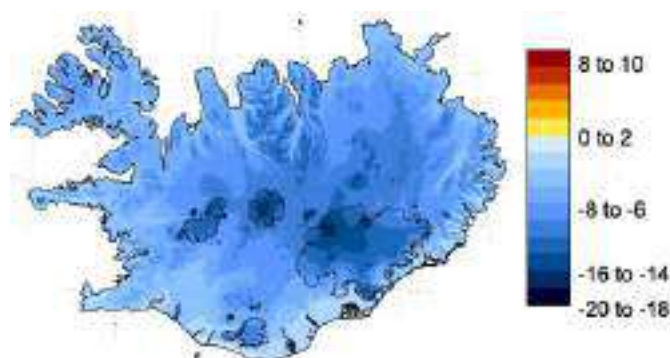
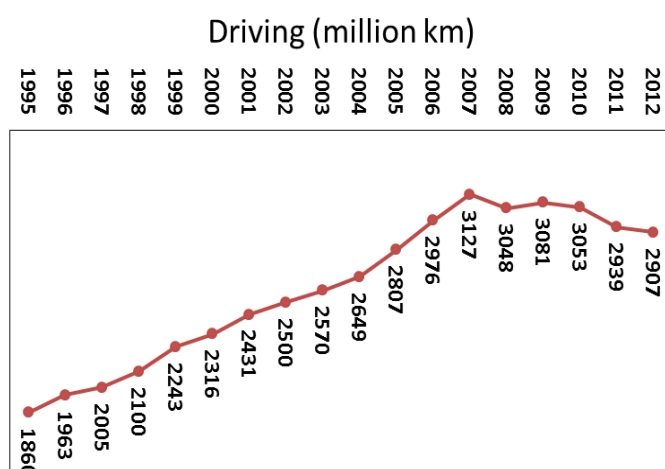
Nombre de véhicules au 31 décembre 2012 :

242 500 véhicules au total;

210 000 voitures de tourisme;

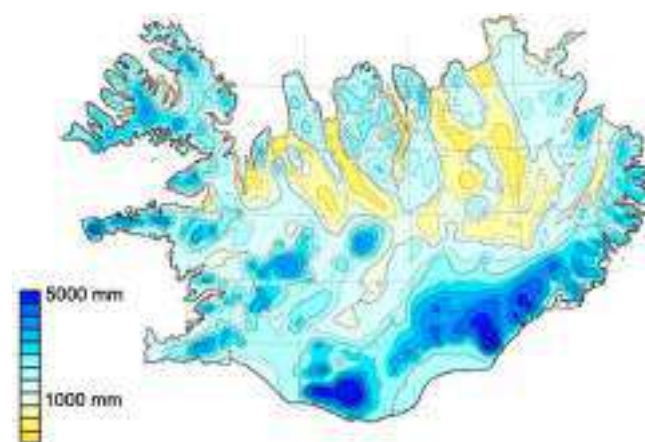
32 500 véhicules commerciaux.

La circulation des poids lourds a considérablement augmenté depuis que le transport par cabotage autour de l'île a été abandonné à la fin de l'année 2004. Cependant, la croissance de trafic a cessé après la récession économique. Le diagramme suivant montre le trafic total estimé sur la voirie islandaise.



moyenne des températures mini en janvier

En moyenne, le Nord est plus sec que le Sud, règle à laquelle des microclimats peuvent faire exception. En général les précipitations ne sont pas importantes. À Reykjavík, elles se produisent 221 jours par an, dont cependant 148 jours de précipitations égales ou supérieures à 1 mm. Les chiffres correspondants pour Akureyri sont 171 et 103.



moyenne des précipitations annuelles

On enregistre 82 jours par an de neige ou de neige fondue à Reykjavík, contre 96 à Akureyri. La pluie verglaçante se produit environ une fois par an à chaque endroit. La poudrerie pose un problème de circulation, surtout en dehors des principales agglomérations.

Les conditions mentionnées ci-dessus ne sont valides que pour les basses terres. Les difficultés hivernales s'aggravent très nettement avec l'altitude. Dans les alentours de Reykjavík, la fréquence des jours d'enneigement total passe ainsi de 55 à Reykjavík (altitude : 52 m) à 91 à Stardalur (quelques km plus à l'est, altitude : 185 m). Les précipitations annuelles moyennes pour la période 1961-1990 s'élèvent à 800 mm pour Reykjavík, 490 mm pour Akureyri, et pour Eyrarbakki, sur la côte sud, elles sont de 1370 mm.

2. Données climatiques

2.1 Les zones climatiques et les principales intempéries hivernales

Le climat de l'Islande est océanique, l'île ne connaît donc pas les températures extrêmes des climats continentaux. Les hivers sont doux, mais les étés sont frais. Il existe une différence climatique considérable entre, respectivement, les plaines du littoral, le plateau de l'intérieur et les régions montagneuses les plus élevées. Il y a aussi une différence notable entre le nord et le sud. La température décroît et les précipitations s'accroissent avec l'altitude. Le nord du pays est un peu plus froid et subit plus de précipitations que le sud. Les vents forts sont fréquents, surtout en hiver. Les services routiers doivent faire face au verglas, aux chutes de neige et à la formation de congères qui, en raison de la végétation clairsemée et de l'absence de forêts, est omniprésente sur le réseau routier. Quelques voies rurales peu empruntées sont exposées aux avalanches. La portance réduites et les dommages sur les routes pendant des périodes de dégel en l'hiver est un souci croissant sur les routes anciennes.

2.2 Statistiques sur les températures, le gel et les précipitations

L'expérience montre que du milieu à la fin de l'hiver, en général, la neige recouvre le sol dans les régions où la température moyenne du mois le plus froid est inférieure à -4°C . À la station de Reykjaflöð, dans le nord est, à l'intérieur du pays, la neige recouvre complètement le sol 135 jours par an. À Reykjavík, dans le sud ouest, la moyenne est de 55. La température minimale passe sous le point de congélation pendant 123 jours par an en moyenne à Reykjavík, et 161 jours à Akureyri, dans le nord. Ces chiffres sont typiques pour les basses terres.

2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

Un indice hivernal a été développé par ICERA pour répartir le budget entre les différentes régions. L'index reflète des valeurs critiques et tendances en température, humidité, et vent.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Le déneigement, le déglacage, les informations routières et la gestion de l'entretien routier constituent la responsabilité de l'ICERA, un organisme du gouvernement régi par les règles déterminées par le ministre des Communications. Le déneigement et le maintien de l'adhérence sont surtout confiés à des entrepreneurs privés. L'ICERA est financée par le gouvernement et les taxes payées par les usagers.

Les quatre niveaux de service prennent en compte le rôle des routes et le trafic.

Les normes de qualité pour les services hivernaux regroupent les facteurs suivants :

- Objectifs du service
 - Niveau/catégorie du service
 - Choix du moment des opérations
 - Épaisseur de la neige et critères de régularité de la couche de roulement
 - Conditions/coefficient de frottement
 - Visibilité aux croisements et dégagement des amas de neige
- Besides the service class categorisation, roads in the lower service classes are subject to different number of service days pr. week.

La classe de service 1 implique une stratégie "de route dégagée" et compte sur l'utilisation continue de fondant, seul le NaCl est employé. Le sel pré-humidifié est la méthode la plus utilisée. Le résumé des niveaux de service pour les routes dans les catégories de service 1 et 2 est précisé comme suit ;



Service categories

- Category 1
- Category 2
- Category 3
- Category 4

Summary of Winter Quality Standards		Service category (categories 3 & 4 omitted)	
		1	2
Service hours	In town	24 hour service 7 days a week	06:00-22:30
	60 km from town		08:15-22:00
	120 km from town		10:30-21:30
Critical snow depth for service start		2 cm	4 cm
After snowfall, snow removal is completed within		2 hour	3 hour
After road closure, snow removal is completed within		-	3 hours
Max. service cycle duration		2 hours	2 hours
Max. length of service route		50 km	50 km
Maximum snowdepth		5 cm	12 cm
Maximum track depth		1 cm	2 cm
Min. Friction coefficient	General	0,25	0,15
	Hazardous spots e.g. curves and slopes	0,25	0,25
Whenever road temperature is too low for effective salting (-10°C or lower), then sanding should occur within		2 hours	3 hours
Visual obstructions due to snow-banks at road junctions should be cleared within		24 hours	48 hours
Clearance of snow-banks on the road shoulder within		24 hours	48 hours

Service les classes 2, 3 et 4 permettent une certaine quantité de neige et de glace accumulées avec des critères minimum de frottement. Du sel est employé dans ces classes inférieures lors de conditions raisonnables seulement par exemple en automne et au printemps .

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

■ Organisation de l'entretien hivernal

L'ICERA dispose de deux centres de contrôle et de surveillance afin de partager l'ensemble de l'organisation de viabilité hivernale et d'enregistrer la météo et les conductions routières 24 h /24 et 7j/7 du 15 octobre au 30 avril.

Il y a répartis dans le pays 18 centres d'entretien permettant de coordonner les tâches opérationnelles et l'évaluation sur place de l'état des routes, effectuées par des entrepreneurs. Dans les plus grandes villes l'ICERA s'occupe des routes principales selon les normes d'ICERA basées sur des contrats avec les autorités municipales locales.

Le parc de véhicules est principalement constitué de camions et de chasse-neige, de chargeuses et de niveleuses. Les turbines à neige jouent un grand rôle dans le service hivernal des routes de montagne et des routes primaires exposées. Les tâches des niveleuses, comme le raclage de la neige durcie et de la glace, incombent de plus en plus à des camions équipés de lames de déneigement sous le châssis. Les niveleuses restent toutefois essentielles pour repousser les amas de neige sur les accotements dans les zones exposées.

Selon le niveau de service, la distance assignée à chaque véhicule varie entre 50 et 120 km. Il y a généralement 1 ou 2 travailleurs par camion.



Selon les règles internes de l'ICERA, les différentes responsabilités sont résumées dans le tableau ci-contre.

Unité	Tâches/Responsabilité
Gestion ICERA Service Department	Service general Planification et organisation centrales Service des normes et des règles Assigner la catégorie de service aux routes Opération de RWIS et d'autres systèmes d'information Formation et éducation
Centre de Contrôle et de Surveillance 2 centres répartis dans le pays	Surveiller MTO et route Planification et coordination Enregistrement et traitement de l'information Service d'évaluation
Centre de Service Regional 18 centres répartis dans le pays	Inventaire Gestion des opérations quotidiennes Contrôle: - État des routes in-situ - Qualité du service - Budget
Contractants	Tâches opérationnelles - raclage - épandage, sablage

La fermeture des routes est décidée par l'ICERA, en fonction de son évaluation des conditions météorologiques et gérée par les forces policières. Les risques d'avalanche, les crues, etc. peuvent entraîner la fermeture de routes.



La localisation des véhicules et l'enregistrement automatique d'activité est employé pour le règlement des services fait et pour le contrôle de qualité. L'équipement d'AVL, se composant d'un dispositif de télécommunications (GM/M) et des sondes, est installé dans les engins de service pour rassembler automatiquement des informations sur l'endroit, les activités, la vitesse, la distance et les temps.

À la réception des données les informations sont envoyées dans un SIG routier, avec information sur l'utilisation du sel, du sable, la longueur de la route dégagée, etc...

Informations météo routière

L'ICERA a des contrats avec les Services météorologiques d'Islande. Dans le système d'information actuellement utilisé par l'ICERA, les données sont collectées dans une base de données centrale. Les prévisions portent jusqu'à six jours. Il y a approximativement 100 stations météo routières dans le pays. Pour 19 d'entre elles, un schéma météo prévisionnel est proposé à échéance de 6 jours.



Les opérateurs des deux centres de commande surveillent des prévisions météorologiques et les observations ainsi que les informations des 100 caméras routières.

3.3 Évaluation des opérations de déneigement et déglacage

Coût et utilité des opérations d'entretien hivernal

Le coût moyen annuel total de l'entretien hivernal en 2011-2012 on the road network (excepté les routes de montagne) est :

Réseau routier concerné par le service hivernal	10,472 km
Coût total de la viabilité hivernale 2011-2012	1,200 EUR/km/an
Réseau routier traité avec du sel, Σ (2-voies kilomètres)	1854 km
Quantité de sel utilisée	27,600 t/an 14,9 t/km/an 2,3 kg/m ² /an

L'index d'hiver mentionné au chapitre précédent s'avère refléter raisonnablement le coût annuel réel de chaque hiver.

Méthodes pour diminuer l'utilisation du sel tout en maintenant les niveaux de service

Par l'observations des quantité de l'eau, des températures de surface, des quantités de sel résiduelle et en considérant les

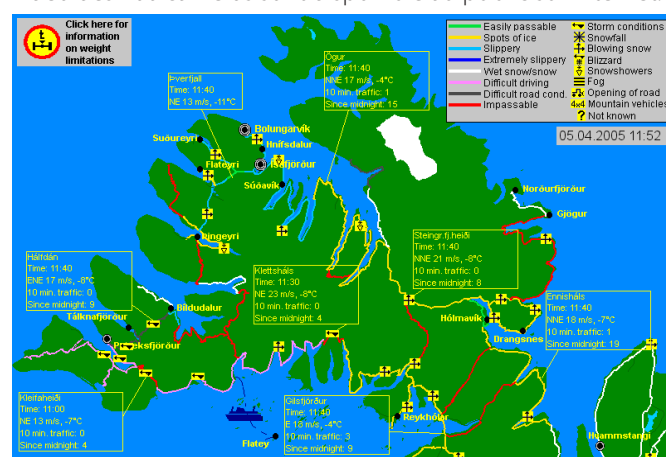
prévisions météo le dosage pour les interventions future est défini. L'utilisation des sondes automatiques et de mesures manuelles à ces fins a lieu dans une phase de développement

3.4 Sécurité et information routières

Information fournie aux usagers

L'information est diffusée par le biais de divers médias; voir ci-après. Elle traite de conditions de la chaussée (glissance), conditions météo (vitesse et direction du vent, température et rafales), de la température de la chaussée, de l'humidité et du point de rosée, du volume de la circulation (10 dernières minutes, ou depuis minuit), du temps estimé pour la réouverture de routes fermées, des travaux d'entretien, des limitations de charge par essieu, des horaires des traversiers, etc..Les image

vidéo des 100 caméras sont disponible au public sur internet.



Utilisation de capteurs météorologiques et de signalisation routière variable

La plupart des stations de météo routière de l'ICERA sont munies de capteurs de température de la chaussée et certaines sont également munies de capteurs du taux d'humidité de la chaussée destinés à informer la direction responsable. On poursuit actuellement des expériences avec des capteurs de visibilité sur une route de montagne.

Des indicateurs de la profondeur du gel servent à déterminer les limitations de poids des véhicules. Des panneaux à message variable indiquent la vitesse et la direction du vent, la température et, dans les endroits très découverts, la force des rafales. Une route fermée est également indiquée par signalisation routière variable.

Utilisation des technologies de l'information pour une gestion efficace et pour permettre aux usagers d'éviter les dangers, grâce à la diffusion de l'information

L'information et les mises en garde parviennent par la radio, l'Internet, le télétexte, les services téléphoniques et la signalisation à message variable.

4. Recherche et études en cours pour améliorer l'entretien hivernal

4.1 New technology

ICERA développe différents modèles et instruments pour augmenter la disponibilité des informations météo routières. Parmi les systèmes qui ont été développés et sont en cours de validation il y a ;

Prévision de rafale de vent, des sites sélectionnés. Le modèle utilise des statistiques historiques sur le rapport entre la rafale de vent mesurée sur des stations météorologiques et la prévision des conditions atmosphériques. Le modèle indique la probabilité de rafale de vent au-dessus d'un certain seuil en un lieu donné pour les 28 heures suivantes.

Prévision de profondeur de gel, pour des conditions gel-dégel dans les assises de chaussée. Le modèle utilise les données du système de surveillance de profondeur de gel précédemment développé pour ICERA, comme état initial et projette l'évolution à partir des données météo à 5 jours pour indiquer à quel moment il faut faire des restrictions de charge par essieu.

La température de couche de surface et la prévision de verglas est en cours de développement. Le modèle donne un pronostic précis pour les températures de surface dans les conditions les plus critiques pour l'apparition soudaine de verglas sur la chaussée. Ce pronostic est important par exemple quand les températures de route chutent au-dessous du point de congélation dû fait du rayonnement lié à un ciel dégagé également lorsque les températures de l'air sont toujours au dessus du point de congélation.

Une sonde de détection de sel résiduel et de verglas a été développée. Les capteurs indiquent la température de couche de surface, la congélation du liquide présent sur la surface et donne l'évaluation sur le sel résiduel qui reste sur la surface.

Adapter le dosage en sel aux besoins Une nouvelle procédure pour définir le dosage pour de sel est en test au centre de commande et de surveillance pour le secteur de la capitale. Le but est d'employer l'information disponible sur les états de chaussée, y compris le modèle sel résiduel, météo et trafic pour définir le dosage en sel. Le but est d'employer moins de sel sans compromettre la qualité du de service.

Modeler Le Sel Résiduel (MORS-projet). ICERA participe au projet de NordFoU MORS. Le but est de développer un modèle qui est capable de prévoir le développement résiduel du sel sur une route, prenant en compte les paramètres du trafic, de la route et météo.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

La structure proposée au chapitre 3.2 décrit une nouvelle approche d'organisation adoptée par ICERA en 2012. La nouvelle structure facilite une gestion plus centralisée afin d'harmoniser les pratiques dans les régions et permet une utilisation plus flexible de la main d'oeuvre sans frontières administratives. La surveillance et la prise de décision centralisées a des avantages économiques et est censée pour être plus fiables.

Formation. Depuis l'automne 2012, il a été décidé que tout le personnel occupé dans la gestion et les opérations d'hiver bénéficiera de sessions de formation.

5. References

Information sur le trafic et la météo en anglais sur le site Internet d'ICERA :

<http://www.vegagerdin.is/english/>
Statistics Iceland: <http://www.statice.is/>
The Road Traffic Directorate:
<http://www.us.is/umferdarstofa/english>





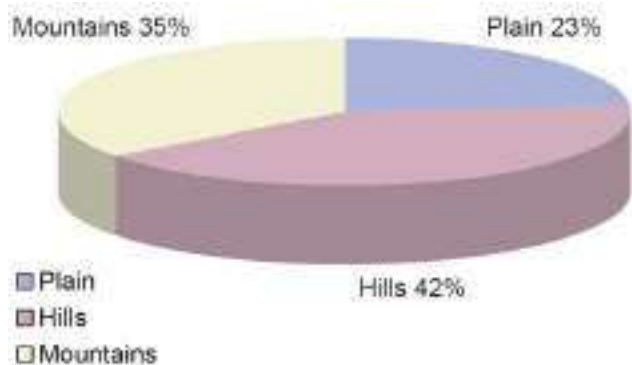
ITALIE



1. Données démographiques et routières

Superficie	301 302 km ²	
Population	60 millions	
Réseau routier	Routes nationales et autoroutes	31 000 km
	Routes départementales	141 000 km
	Routes communales	300 000 km
Latitude (capitale)	41° 53' N	

Statistiques du pays et des routes



Montagnes, Plaines et Collines



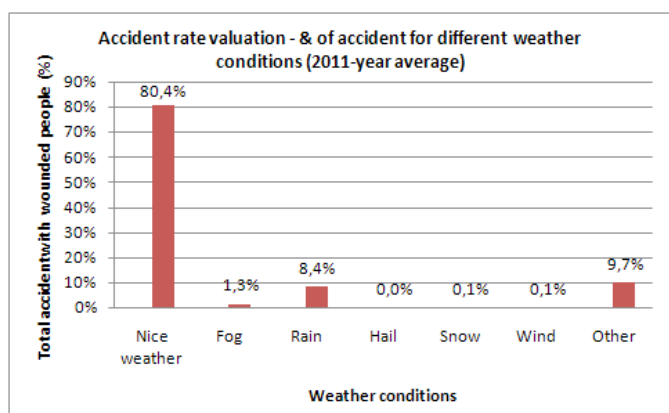
Orographie

	Plaines	Collines	Montagnes	Total
Superficie (km ²)	69 902	125 342	106 058	301 302
%	23,2	41,6	35,2	100,0

2. Données climatiques

Statistiques de température et de précipitations

		Alt. (m)	Température mensuelle moyenne (moyenne sur 5 ans) (°C)				Température journalière minimale (moyenne sur 5 ans) (°C)				Chutes de neige (moy. sur 4 ans) jours	Précipita-tions (moyenne sur 5 ans) mm.
			Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.		
Lombardie (Nord)	Milan	107	3,6	3,4	4,7	9,3	-4,0	-4,9	-3,2	0,3	3	720
	Mont Bisbino	1319	2,4	1,3	1,2	3,6	-2,7	-5,3	-7,7	-3,8	21	1363
Latium (Centre)	Rome	18	9,1	7,4	7,9	9,5	-1,5	-2,1	-2,2	-0,1	1	490
	Mont Terminillo	1874	-0,1	-0,1	-2,1	0,5	-7,7	-8,3	-10,9	-9,4	7	1045
Calabre (Sud)	Reggio Calabre	11	13,1	13,4	11,9	13,4	5,9	6,4	5,7	6,9	1	341
	Mont Scuro	1710	0,5	-0,2	-1,3	1,1	-7,3	-6,9	-7,9	-7,4	4	841
Sardaigne (Îles)	Cagliari	4	11,0	10,3	9,8	11,9	3,8	1,5	2,3	3,6	1	378
	Fonni	1022	6,8	6,5	5,8	6,5	0,8	-2,5	0,5	-0,4	5	808



Accident rate valuation - % of accident for different weather conditions (2011-year average)	
Nice weather	80%
Fog	1,3%
Rain	8,4%
Hail	0,0%
Snow	0,1%
Wind	0,1
Other	9,7

Moyenne des accidents routiers en raison des intempéries

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Règles et dispositions

Le ministère des Transports et des Infrastructures établit les normes minimales et les règles concernant le déblayage de la neige et du verglas sur les routes nationales et les autoroutes.

OBJECTIFS

L'objectif principal de l'entretien hivernal est d'assurer la circulation aux usagers et/ou rouvrir rapidement la circulation après avoir fermé certaines routes. Pour ce faire, des interventions urgentes sont nécessaires dans tout le réseau routier et autoroutes gérées par le service et soumises à des chutes de neige et au verglas.

Description

L'entretien des routes en hiver comprend les activités suivantes :

- Déneigement : comprend l'enlèvement de la neige, de la boue et de la glace de la chaussée et des accotements équipés de New Jersey ou de systèmes de protection latérale, des ponts, des viaducs et des tunnels (portiques d'entrée et de sortie);

- Traitement de déverglage : consiste à épandre à l'avance des sels fondants ou des mélanges antigivrants (sels et agrégats) sur les chaussées afin de prévenir la formation du verglas sur les chaussées, les ponts et viaducs, de même que les portails d'entrée et de sortie des tunnels;
- Assistance en situation d'urgence : passe par le déneigement et le traitement de déverglage effectués par des équipes ad hoc effectuant des interventions urgentes (sur appel);
- Abattage des arbres dangereux et dégagement des déchets;
- Élimination des arbres endommagés par les averses de neige en coupant les branches affectées pour ensuite les réduire en morceaux.

Fourniture du service

Les bureaux départementaux préparent une planification constante de ce type d'activités selon les caractéristiques météorologiques et altimétriques des zones sous leur responsabilité.

Le personnel et les moyens engagés pour faire face à une urgence ou à des situations non prévisibles sont assurés et disponibles sauf en cas de mauvaises conditions météo (chutes de neige ou verglas). Le but reste toujours de maintenir un haut standard de service tout en réduisant les risques sur la route et les réseaux autoroutiers.

Toutes ces activités sont réalisées par des équipes entraînées et dotées d'équipements mécaniques, de turbines à neige, de lames et de saieuses.

Les activités prévues se déroulent normalement pendant six mois (novembre-avril) toute la journée sans interruption, les jours ouvrables et fériés.

Toutes ces activités sont réalisées de façon à créer le moins de congestion possible au niveau de la circulation et ce en utilisant des signaux et des barrières ad hoc.

Délais de service

Lesdites activités sont en général mises en œuvre comme suit :

- Déneigement et traitement de déverglage selon la fréquence des chutes de neige et la formation de verglas pour une période de 4 à 6 mois, sur la base des caractéristiques orographiques du réseau;
- Déclenchement de l'urgence : sur appel (personnel de contrôle ANAS, police, etc.) dû à des situations d'urgence, en général dans les 60 minutes suivant l'appel, toute la journée, les jours ouvrables et fériés.

INDICATEURS DE PERFORMANCES ET AUTRES INDICATEURS IMPORTANTS EN RAPPORT AVEC LE SERVICE DES ROUTES ET AUTOROUTES.

Indicateurs de performances du réseau routier national :

Indice de déneigement

Indicateur de déneigement (I_{SN}): ratio rendement/déneigement (SN_{cons}), mesure du nombre de routes fermées à la circulation pendant plus de 12 heures, hors cas exceptionnels, et valeur maximale prévue.

$$I_{SN} = 2 - \frac{SN_{cons}}{SN_{ref}}$$

Où :

- $SN_{cons} = (SN_{cons1} + SN_{cons2} + \dots + SN_{consn})$
(Fermeture totale de la circulation pendant 12 heures)
- SN_{ref} = Valeur maximale permise du nombre de routes fermées à la circulation pendant 12 heures, sans aucune exception.

Des fermetures de routes sont exceptionnellement programmées (ex. : cols de montagne) notamment lors de chutes de neiges (plus que la moyenne des 5 dernières années)

Indice synthétique

Le même indice est utilisé pour l'élimination de la neige et le fauchage (I_{se}), les panneaux de signalisation horizontaux (I_{so}), les travaux de machines technologiques (I_{il}), les travaux de pavage d'urgence sur routes (I_{pav}) ainsi que pour les informations trafic (I_{im}).

Pour chaque indicateur spécifique, on associe un facteur de pondération décimal prenant en compte le format différent des mesures de référence associées à chacun d'eux.

Indicator	Incidence
Mowing Grass I_{se}	20%
Clear Snow I_{sn}	10%
Markings I_{so}	20%
Reconditioning operations Technological Systems I_{il}	10%
Reconditioning operations flooring emergency I_{pav}	20%
Informability I_{im}	20%

L'indice synthétique est calculé comme suite et la formule est :

$$I = (0,2 * I_{SE} + 0,1 * I_{SN} + 0,2 * I_{SO} + 0,1 * I_{IL} + 0,2 * I_{PAV} + 0,2 * I_{IM})$$

Une valeur basse de l'unité peut entrainer une pénalisation dans les conditions suivantes :

Penalty	Value indicator	Scope of the penal annual value of resources acquired pursuant to art. 19, paragraph 9-bis of Law 102/2009 and subsequent amendments and the intended operating activities
Nothing	$0,95 = I < 1$	0
Minimum	$0,9 = I < 0,95$	0,01% up to a maximum of € 100,000
Middle	$0,8 < I < 0,9$	0,02% up to a maximum of € 50,000
Maximum	$I < 0,8$	0,03% up to a maximum of € 200,000

Routes faisant l'objet d'une inspection

Les indicateurs servant à mesurer le rendement de l'ANAS dans la réalisation des activités à faisant l'objet d'une inspection sont calculés à partir d'un échantillon de routes gérées par l'organisation.

Le choix des routes doit se faire en fonction de l'utilisation des paramètres appropriés qui permettent d'identifier un échantillon significatif.

Il peut être effectué en tenant compte des paramètres suivants :

- Type de route (route, intersection, route) ;
- Les volumes du trafic ;
- L'importance stratégique de la route ;
- La distribution géographique sur toute l'étendue du pays.

3.2 Information et prévisions météorologiques

L'information et les prévisions météorologiques sont fournies par la force aérienne italienne (Aeronautica Militare Italiana), qui est chargée de collecter et de traiter les données et les produits météorologiques (analyses, prévisions, conseils, etc.) sur tout le territoire national.

3.3 Sécurité et information routière

L'information météorologique et routière destinée aux usagers et émise par radio est traitée et diffusée par le centre d'information (CIIS) à travers les réseaux nationaux suivants:

RTL (102.5 MF) mise à jour toutes les 30 mn entre 06.30 y 21.00.
RADIO RAI: mise à jour toutes les 30 mn maximum.
ISORADIO: (103 MHz): toutes les 30 mn. Englobe tout le réseau autoroutier.

Le centre d'information CIIS a été créé en 1990 à l'initiative du ministère des Infrastructures et du Transport (l'ancien ministère des Travaux Publics) et du ministère de l'Intérieur, comme un moyen de contrôler la sécurité routière régulé par la loi n.556 du 30.12.1998 et les réglementations ultérieures. Ce service fonctionne en coopération avec ACI, ANAS SpA, Autostrade par l'Italia SpA, Arma dei Carabinieri, Polizia Stradale, RAI et la police municipale de Rome.

3.4 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

En ce qui concerne les conditions climatiques hivernales, l'Italie affiche des traits caractéristiques très différents sur tout son territoire. Les régions du nord du territoire italien côtoient des pays où les saisons d'hiver durent plus que les leurs, tandis que le sud se distingue par une longue saison chaude et ensoleillée. Les montagnes sont réparties dans toutes les régions d'Italie, d'où un territoire et un climat variés partout. Seuls 23 % du territoire italien est constitué de plaines. Les Alpes traversent l'ensemble des régions du nord, le Mont Blanc, 4810 m, étant la montagne la plus haute. La chaîne montagneuse des Apennins traverse le pays du nord au sud. Beaucoup de montagnes dépassent 2000 m, le Gran Sasso atteignant 2914 m. Dans les deux îles principales de l'Italie, on trouve également des montagnes hautes telles que l'Etna (3340 m) en Sicile et le Gennargentu (1834 m) en Sardaigne.

Ces traits offrent une grande variété de climats et de microclimats. Par conséquent, il faut accorder une attention particulière à la probabilité que des chutes de neige se produisent même en des endroits qui peuvent sembler improbables, soit dans les régions situées en latitude sud et à côté de la mer. La neige est différente dans les régions du nord où elle est sèche et légère par rapport à la neige mouillée et lourde des régions du sud. L'ANAS (l'Agence italienne chargée de la construction et de l'entretien des routes nationales), les organisations d'entretien des autoroutes, les autorités municipales et départementales, effectuent l'entretien hivernal des routes avec leurs propres équipements et grâce au soutien d'entreprises privées afin de garantir la sécurité des usagers de la route en hiver.



3.5 Informations et prévisions météorologiques

Les informations et prévisions météo sont assurées par l'Aviation militaire italienne qui veille à collecter et traiter les données et les produits météo (analyses, prévisions, suggestions, etc.) sur l'ensemble du pays.

Les collectes sont effectuées par satellite et par un réseau précis de stations météo sur le territoire national.

3.6 Informations et sécurité routière



Les informations météo et routières destinées aux usagers sont traitées et diffusées par le centre d'information CIIS, par l'intermédiaire des stations radio suivantes :

- RTL (102,5 FM) mise à jour toutes les 30 minutes entre 6 h 30 et 21 h;
- RADIO RAI : mise à jour toutes les 30 minutes au maximum;
- ISORADIO: (103 MHz): mise à jour toutes les 30 minutes; couvre le réseau autoroutier.

Le Centre d'information CIIS a été mis sur pied en 1990 à l'initiative du ministère des Infrastructures et des Transports (alors ministère des Travaux publics) et du ministère de l'Intérieur, en tant que moyen d'information pour la sécurité routière réglementée par la loi 556 du 30 décembre 1998 et la réglementation ultérieure.

Ce service est réalisé en coopération avec ACI, ANAS S.p.A., Autostrade per l'Italia S.p.A., Arma dei Carabinieri, Polizia stradale, RAI et Polizia Municipale à Rome.

4. Références

- ISTAT – Statistiche Meteorologiche
- www.istat.it
- ANAS – Carta dei Servizi Stradali e Autostradali
- www.radio.rai.it
- www.autostrade.it
- www.meteoam.it
- www.aci.it
- www.stradeanas.it
- www.stradeanas.it



JAPON



1. Données démographiques et routières

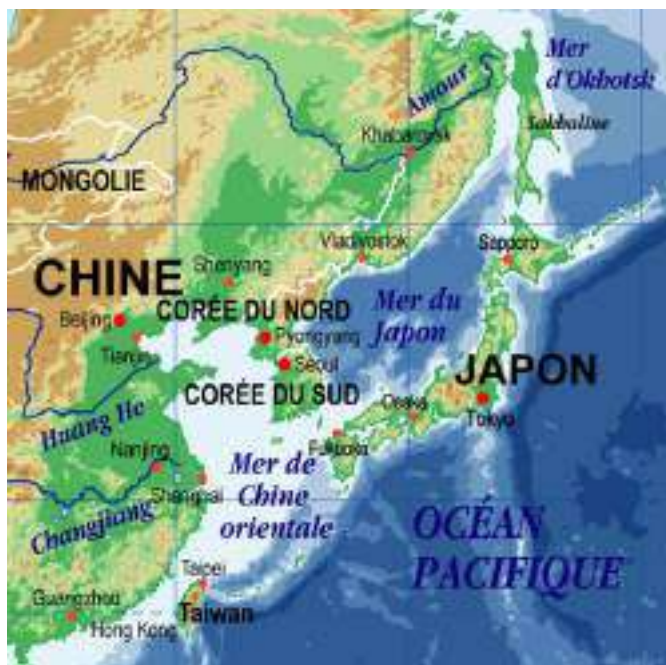


Figure 1. Le Japon

Il neige beaucoup plus dans certaines régions urbaines du Japon que dans toute autre région urbaine dans le monde. Dans les régions froides et neigeuses du pays, il est fréquent que la neige paralyse la circulation. Là où le froid est extrême, les routes sont endommagées par le gel.

Afin de préserver la fluidité et la sécurité de la circulation dans les secteurs les plus exposés, la « Loi sur les mesures spéciales permettant le maintien de la circulation routière dans les régions froides et neigeuses » a été adoptée en avril 1956. Au Japon, près de 60 % des terres émergées, quelque 40 % des municipalités et environ 20 % de la population se situent dans des régions froides et neigeuses.

Figure 1. Superficie, population et réseau routier

Superficie	377 737 km ²	
Population	128.057 millions d'habitants	
Longueur du réseau routier	Routes nationales	54 004 km
	Routes préfectorales	129.343 km
	Routes municipales	1.020.286 km
Latitude	Tokyo (capitale) 35 °N	

2. Données climatiques

2.2 Aperçu des zones climatiques

Le Japon est situé plus au sud que la plupart des autres pays froids et neigeux. Malgré tout, il neige sur la majeure partie du pays, excepté sur le sud de l'île de Kyushu. Les régions considérées froides et neigeuses par la Loi sont représentées comme telles sur la carte (Figure 2). Le climat y est beaucoup plus froid qu'ailleurs au Japon. Les températures descendent bien en dessous du point de congélation et les chutes de neige sont extrêmes en hiver. Comme le montre la carte, l'abondance des chutes de neige sur le littoral nord de la mer du Japon (région d'Hokuriku) est l'une des caractéristiques de l'hiver dans le pays.

Elle s'explique par le fait que l'air froid venu de Sibérie absorbe de grandes quantités d'humidité au-dessus de la mer du Japon avant de rencontrer les hautes montagnes qui constituent l'épine dorsale nord-est/sud-ouest au nord-est de l'île d'Honshu. En se refroidissant avec l'altitude, l'air humide forme des nuages de neige.

Il neige davantage sur les villes japonaises que sur les villes canadiennes et suédoises. Sapporo, la capitale de l'île d'Hokkaido, et les environs comptent plus de deux millions d'habitants malgré des chutes de neige annuelles de presque 6 m. C'est la seule ville au monde où vit une population aussi importante dans des conditions neigeuses aussi extrêmes.



Figure 2. Répartition des zones climatiques

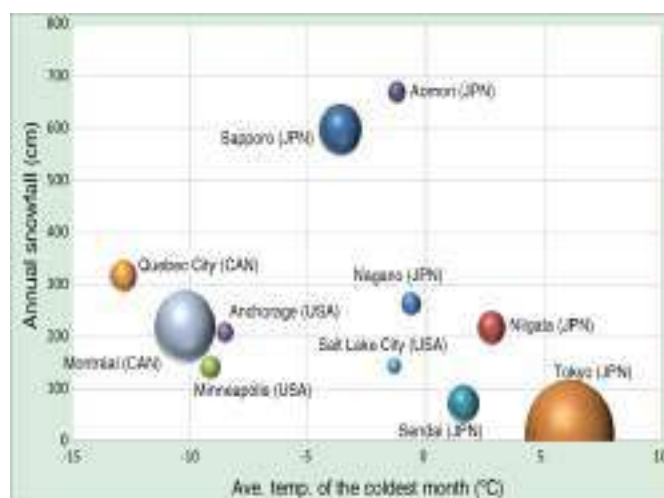


Figure 3. Température de l'air au cours du mois le plus froid et chutes de neige annuelles

2.2 Statistiques sur les températures, le gel et les précipitations

Tableau 2 – Température et précipitation (moyennes sur 30 ans 1981-2010)

	Température journalière minimum [°C]				Chutes de neige [cm]			Précipitation [mm]				
	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Chutes de neige max. par jour [cm]	Épaisseur max. du manteau neigeux [cm]	Chutes de neige cumulées [cm]	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Total
Sapporo	-4,4	-7,0	-6,6	-2,9	37	100	597	111,7	113,6	94,0	77,8	1106,5
Aomori	-1,4	-3,9	-3,7	-1,3	34	111	669	150,8	144,9	111,0	69,9	1300,1
Sendai	0,9	-1,7	-1,5	0,9	15	17	71	36,6	37,0	38,4	68,2	1254,1
Niigata	2,7	0,2	-0,1	2,3	24	36	217	217,4	186,0	122,4	112,6	1821,0
Tokyo	5,1	2,5	2,9	5,8	5	6	11	51,0	52,3	56,1	117,5	1528,8
Fukui	-1,6	-4,1	-3,8	-0,8	22	31	263	45,5	51,1	49,8	59,4	932,7

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Historique et contexte des programmes de déneigement et de déglacage

La « *Loi sur les mesures spéciales permettant le maintien de la circulation routière dans les régions froides et neigeuses* » est entrée en vigueur en 1956. L'objectif visé à travers la mise en place des programmes de déneigement et de déglacage était de préserver une circulation nécessaire pour soutenir la vie quotidienne dans ces régions en hiver. En effet, les chutes de neige peuvent entraîner des fermetures de routes et des accidents, notamment en raison de dérapages sur les routes verglacées. Aussi, dans ces mêmes régions un phénomène de soulèvement dû au gel peut endommager la route. La Loi a été instaurée pour limiter la charge financière croissante supportée par les gouvernements locaux et proposer des mesures de protection contre la neige à l'heure où le parc de véhicules en circulation augmentait rapidement.

Un nouveau problème est apparu après l'interdiction des pneus cloutés : la nécessité de mesures de protection contre les routes extrêmement glissantes qui provoquent un plus grand nombre de dérapages de véhicules et de chutes de piétons.

Comme indiqué dans le figure 4, le budget national destiné aux programmes routiers, y compris celui du déneigement et du déglacage a baissé. Il était de 5,8 mille milliards de yen à partir de 2010. Par conséquent, les administrateurs routiers ont dû faire beaucoup d'effort pour maintenir le niveau de service routier en hiver malgré les restrictions budgétaires.



Figure 4 – Coût des programmes nationaux de déneigement et de déglacage

Policies for winter road control in Japan



Routes concernées par la Loi : Routes situées dans la région désignée par la Loi qui répondent aux critères de volume de circulation définis par le ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport et où il est particulièrement important de sécuriser la circulation pour soutenir les activités industrielles et la vie quotidienne.

Figure 5. Grandes lignes de la « *Loi sur les mesures spéciales permettant le maintien de la circulation routière dans les régions froides et neigeuses* »

3.2 Niveau de service (NDS)

La mobilisation des équipes et des engins de déneigement et de déglacage ainsi que le niveau de service (NDS) de viabilité hivernale sont déterminés sur la base de critères définis pour chaque catégorie de route d'après l'abondance des chutes de neige, la température de l'air et le volume de circulation dans chaque région froide et neigeuse. Les interventions de viabilité hivernale, telles que le déblaiement de la neige fraîche, l'épandage de fondants routiers et l'évacuation de la neige, s'appuient sur ce type de critère et sur le NDS. Le Bureau régional d'Hokuriku du ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport établit des critères de mobilisation pour chaque type d'intervention (Tableau 3). Le NDS (Tableau 4) est défini par la ville de Sapporo selon le type de route.

Tableau 3 - Critères de déclenchement des opérations de déneigement et de déverglaçage. Exemple sur les routes nationales dans la région d'Hokuriku

Intervention		Critères de mobilisation
Déneigement	Patrouille	1. Observation des prévisions de neige et de gel et envoi de patrouilles en conséquence. 2. Envoi de patrouilles supplémentaires le cas échéant. 1) Anticipation des problèmes de circulation liés à la neige et/ou au verglas. 2) Notification des problèmes de circulation par la police, la surveillance des conditions de la chaussée, les autres usagers de la route ou les riverains.
	Déblaiement	Un manteau neigeux de 5 à 10 cm recouvre la route et de nouvelles chutes de neige sont annoncées.
	Nivellement de surface	1. Si elle n'est pas nivelée, la grande quantité de neige sur la route risque de poser des problèmes de circulation. 2. Cette intervention a pour but d'empêcher que la couche de neige tassée s'épaississe et de supprimer les défauts d'uni de la chaussée.
	Raclage de la neige tassée et de la glace	Compte tenu des variations de température et de la charge des véhicules circulants, la neige tassée est devenue suffisamment irrégulière pour perturber le trafic.
Déblaiement avec un chasse-neige rotatif		1. L'abondance des chutes de neige oblige à déblayer pour sécuriser la largeur utile de la route. 2. Les congères sont si importantes au niveau des accotements qu'ils risquent de perturber le trafic lorsque la neige sera transportée par le vent.
Évacuation		Les congères en bordure de route sont désormais si importantes qu'elles gênent les véhicules qui se croisent en sens inverse et de nouvelles chutes de neige sont annoncées. Ou la neige évacuée des toits des maisons le long de la route risque de grossir les congères.
Trottoirs		Selon les consignes données par le responsable.
Salage		Du verglas est annoncé ou a été constaté sur les routes.
Utilisation des systèmes de fonte de neige		1. Il a neigé. 2. Des routes verglacées ont été signalées (le chauffage des routes doit être utilisé).
Autres opérations		Selon les consignes données par le responsable.

Tableau 4. Critères de viabilité hivernale par catégorie de route dans la ville de Sapporo (NDS : niveau de service)

Type de route	Fonctions de la route	Structure typique de la route	Épaisseur de la couche de neige comprimée	Critères pour assurer la largeur de la route
Artère principale	Lien entre villes et principales destinations dans la ville	6-voies	Jusqu'à 3 cm (sans ornières)	4 voies ou plus (près de 13 m) ; largeur suffisante pour que les véhicules puissent tourner à gauche / à droite sans interférer avec aucun autre véhicule
Artère	Recueil de trafic entre les principales destinations de la ville / installations importants qui forment des structures de zones résidentielles	4-voies	Jusqu'à 5 cm (sans ornières)	3 voies ou plus (près de 9 m) ; largeur suffisante pour que les véhicules puissent tourner à droite sans interférer avec aucun autre véhicule
Secondaire	Recueil de trafic dans les zones résidentielles et en direction des artères et accès aux installations importantes dans la zone résidentielle	2-voies	Jusqu'à 25 cm (sans interférences dans la conduite)	1 voie et demie ou plus (environ 4 m), largeur suffisante pour que les petites voitures puissent passer l'une à côté de l'autre)
Tertiaire/ de campagne	Accès à / depuis les maisons	8 m ≤ largeur de route < 10 m	Jusqu'à 30 cm	1 voie et espace pour les piétons (environ 3,2 m), largeur suffisante pour qu'un véhicule de secours puisse passer

Trottoirs

Type de route	Critère	LOS	Critère pour garantir la largeur de la route
Trottoir	2 m < largeur utile	Entretien la surface pour que le trottoir ne soit pas encombré	Longueur de la feuille (1,3 – 1,5 m); Largeur suffisante pour que les piétons puissent traverser

3.3 Mesures de déneigement et de déglçage

Déneigement

Déneigement des routes

Les chaussées sont déneigées 24 heures sur 24 pour préserver la meilleure circulation possible sur les routes nationales et les principales routes préfectorales et soutenir les activités de la vie quotidienne et les échanges interrégionaux.



Figure 6. Déneigement sur voies multiples

Déneigement des trottoirs

Le déneigement des trottoirs est encouragé à proximité des écoles, des gares, des structures d'assistance sociale et en centre-ville pour préserver la sécurité et la fiabilité des espaces de marche en hiver.



Figure 7. Déneigement de trottoir



Figure 8. Épandage de fondants routiers

Application de fondants routiers

Depuis l'interdiction des pneus cloutés, les surfaces très glissantes sont très présentes. Les fondants routiers sont appliqués de façon efficace afin de réduire la congestion du trafic et les accidents pour cause de non-adhérence.

Mesures de protection contre la neige

Divers dispositifs sont mis en place pour contrer les avalanches et les tempêtes de neige.

Plantations pare-neige

Elles capturent les particules de neige transportées par le vent et les maintiennent en congères dans le bois ou sur leur côté au vent pour éviter que la neige ne se déplace sur les routes sous le vent.

Barrières pare-neige

En empêchant que la neige ne se déplace et forme des accumulations sur la route les barrières pare-neige contribuent à diminuer la hauteur des congères en marge de la route avec la neige enlevée de la chaussée, et améliorent la visibilité sur la route.

Pare-avalanche

Les pare-avalanche sont construits sur les talus de bords de routes qui représentent un danger en cas d'avalanche.

Galleries pare-neige

Construites par-dessus les routes, ces galeries peuvent être recouvertes par les avalanches sans que la sécurité des routes ne soit en danger.

Balise électroluminescente sur la route de l'aéroport d'Asahikawa (Hokkaido)

Cette balise écologique fonctionnant à l'énergie solaire est facilement reconnaissable et améliore l'efficacité du déneigement.



Barrières pare-neige



Pare-neige



Pare-avalanche



Galerie pare-neige

Figure 9. Dispositifs de protection contre la neige



Figure 10. Balise électroluminescente : figure et installation sur site

Systèmes de fonte de neige

Chauffage des routes

Les systèmes de chauffage des routes font fondre la neige ou empêchent l'apparition de verglas non pas en arrosant la route avec de l'eau, mais en chauffant le revêtement au moyen de caloducs ou de fils électriques.



Sans chauffage

Avec chauffage

Figure 11. Résultat de l'utilisation d'un système de chauffage de la route

Gicleurs de fonte

Les eaux souterraines sont amenées par pompage dans des canalisations puis jusqu'à des buses d'arrosage pour faire fondre la neige. Les canalisations et les buses sont enfouies dans la route.



Figure 12. Résultat de l'utilisation de gicleurs de fonte

Exutoires à neige

La ville de Sapporo a encouragé la construction d'exutoires pour éliminer la neige avec la participation des riverains. Les exutoires à neige sont construits au bord de la route. Déversée dans des canalisations d'eau, la neige de la rue est emportée par l'écoulement en pente naturelle. Un dalot souterrain est utilisé. La source est généralement de l'eau fluviale. Néanmoins, Sapporo utilise également les eaux d'égout traitées à 10°C provenant des stations d'épuration.

Par rapport aux eaux fluviales, cette technique présente l'avantage de requérir une capacité de débit moindre, car la température plus élevée des eaux d'égout fait fondre la neige et en réduit le volume.

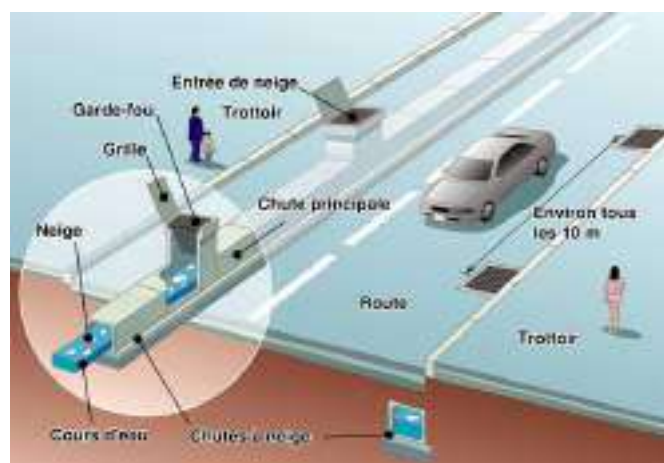


Figure 13. Figure d'un exutoire à neige



Utilisation des exutoires à neige par les riverains

Préservation de la largeur utile de la route en été et en hiver

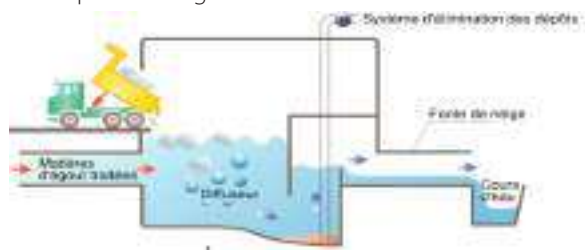
Figure 14. Résultat de l'utilisation d'un exutoire à neige

Réservoirs pour faire fondre la neige

La ville de Sapporo a encouragé activement la construction de réservoirs dans les secteurs urbanisés, car ces installations, qui occupent des espaces relativement petits, permettent de faire fondre une grande quantité de neige.

La neige ramassée sur les routes est transportée par des camions-bennes qui la vidant directement dans les réservoirs d'eau chauffée. L'énergie utilisée pour fondre la neige provient de sources qui étaient considérées perdues jusqu'ici, en l'occurrence les eaux usées retraitées et la chaleur produite

par l'incinération des ordures. Les réservoirs utilisés en hiver servent aussi à d'autres saisons, comme réserves d'eau contre les incendies et comme réservoirs d'équilibre pour retenir les eaux de pluie et d'égout.



Source de chaleur du réservoir : eaux d'égout traitées chaudes, chaleur résiduelle produite par les usines d'incinération, etc.

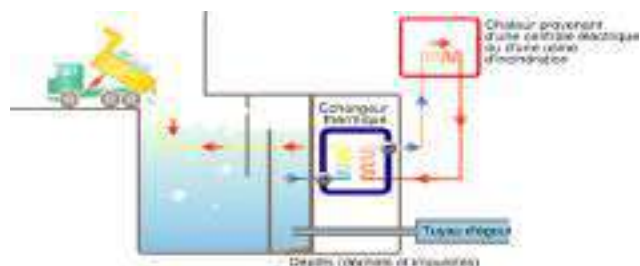


Figure 15. Réservoir à neige : figures et photo

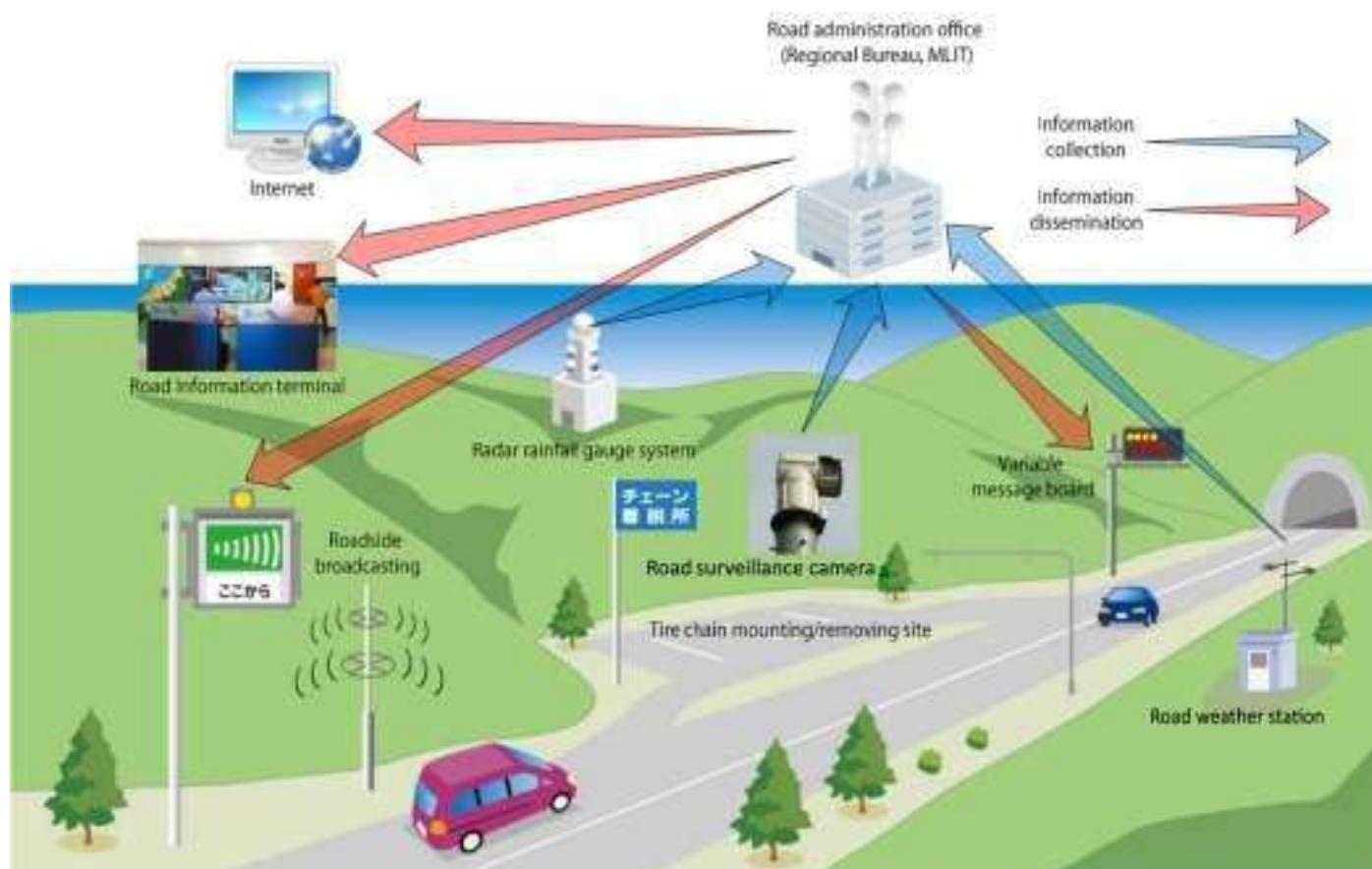
3.4 Sécurité et information routières

Système d'information météo routière

Le système pilote est installé sur la route nationale 17, qui est gérée par le Bureau des Routes nationales de Nagaoka, ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement du Transport et du Tourisme (figure 16).

La Route nationale 17 est un axe principal qui relie la zone métropolitaine de Tokyo et la plus grande ville de la région d'Hokuriku, Niigata, au nord-ouest de Honshu. Cette route

traverse des secteurs où les conditions météorologiques et topographiques sont rudes. Les 25 km de cette route entre Mikuni et la région de Kandatsu, à la limite des préfectures de Niigata et Gumma, traversent l'une des régions les plus neigeuses du Japon. La topographie de cette partie de la route est complexe : on y trouve plusieurs courbes serrées avec des rayons de 50 m ou moins et un tronçon de 14,4 km avec des pentes raides avec des gradients de 4 % ou plus. Le ministère a mis en place des mesures avancées de déneigement et de déglacage sur une partie de cet axe qui a été déclarée région pilote.



Thermomètre et appareil de mesure du manteau neigeux



Télémètre météo



Caméra de surveillance



Capteur de glace



Gestion à partir d'images en temps réel



Écrans d'informations routières



Panneau à messages variables

Figure 16. Système d'informations météorologiques

■ Systèmes d'information de viabilité hivernale

Les systèmes d'information de viabilité hivernale peuvent être classés en deux catégories : ceux qui aident les administrateurs routiers dans leurs activités de service hivernal, notamment pour organiser le déblaiement de la neige et gérer la glissance, et ceux qui renseignent les usagers de la route sur les conditions météorologiques et sur l'état de la chaussée.

Entrent dans la première catégorie un système de surveillance qui donne également des prévisions météorologiques et sur l'état de la surface de roulement, un système de détection et de prévision des avalanches et des dégâts provoqués par la neige et des systèmes destinés aux centres de contrôle de la circulation qui traitent les informations en détail. Entrent dans la seconde catégorie 1) des systèmes dotés de dispositifs de diffusion d'informations routières, par exemple des panneaux à messages variables, ceux avec un

émetteur au sol et ceux avec des moyens d'information et de communication embarqués; 2) des structures d'information routière, telles que les aires de repos « Michi-no-eki » et les guichets d'information routière; et 3) des systèmes d'information par Internet qui peuvent être consultés depuis un téléphone mobile ou un ordinateur.

Le Bureau des Routes du ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement du Transport et du Tourisme a mis au point un système disponible sur son site afin de fournir des informations à travers tout le pays sur les fermetures de routes et les restrictions de circulation, les conditions météo et l'état des routes à travers une interface unifiée.

En outre, chaque bureau de développement régional a créé un site portail adapté aux circonstances locales qui donne des informations routières régionales et renvoie vers des sites Internet d'informations routières locales et les sites d'informations de météorologie routière du ministère (figure 17).

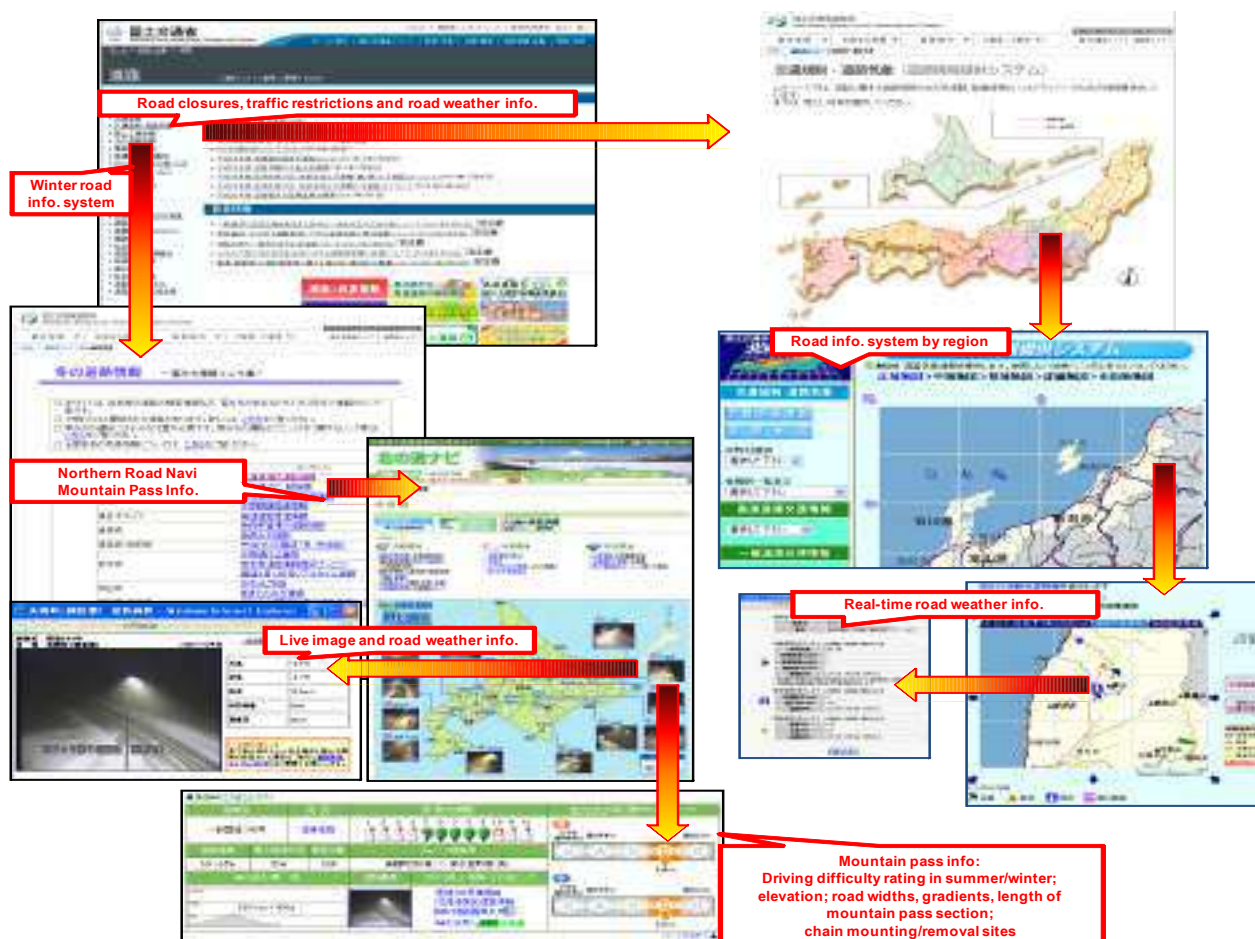


Figure 17 – Site Internet du système d'informations routières hivernales

Le système complet d'informations routières sur le site Internet de l'Administration des routes, ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Infrastructure et du transport. En haut à gauche : le menu déroulant gauche donne des informations nationales sur les fermetures de routes et les restrictions à la circulation (flèche supérieure), de même que des liens vers une liste de sites sur le temps et les conditions de la chaussée dans les régions (flèche inférieure). Du haut à droite jusqu'au centre à droite : un clic sur la carte donne accès à des informations de chacun des bureaux régionaux, comme le bureau régional de développement Hokuriku. De ce point, jusqu'en bas à droite : un clic donne accès à la météo routière pour une région donnée. En bas à droite, jusqu'en centre inférieur : un clic donne accès à la météo routière en temps réel. Du haut à gauche jusqu'au centre à gauche : un clic donne accès aux conditions routières hivernales pour une région donnée (ex. : site internet du système Navi de la route du nord). Du centre jusqu'au centre à gauche : un clic sur l'image d'un col de montagne ouvre une image en direct et donne l'information météo routière. Du centre jusqu'au centre inférieur : un clic sur le nom du col de montagne donne des informations détaillées sur les conditions routières.

L'Institut de Recherche en Ingénierie Civile pour les Régions Froides (CERI) a développé un Système d'assistance à l'entretien hivernal afin de lutter contre les routes glissantes, verglacées. Ce système fournit aux administrateurs et aux responsables des prévisions météorologiques et routières (figure 18).



Figure 18 – Système d'aide à la viabilité hivernale

(Gauche : home ; droite : carte zoomée). Home indique toute la région d'Hokkaido. Lorsque l'on sélectionne une zone et un élément de prévision (temps ou formation de glace sur la route), le système fait apparaître une carte avec l'information sélectionnée à n'importe quelle échelle.

4. Recherches permanentes et études visant à améliorer la viabilité hivernale

■ Système de fonte de la neige au moyen de la chaleur de l'eau en provenance d'un lac

Le tronçon routier menant à Nagoya Snowshed sur la route nationale 49 est pentu et sinueux et il est vulnérable au verglas en hiver. Cela crée des préoccupations en matière de sécurité. Pour résoudre le problème, on a installé un système de fonte de la neige qui utilise la chaleur de l'eau du lac Inawashiro, situé tout près (figure 24). Le lac ne gèle à peu près jamais en hiver et son eau, à une profondeur de 5 mètres, se maintient entre 3 et 6 °C. La chaleur de l'eau du lac est transférée au système de fonte de neige au moyen d'une pompe à chaleur. L'utilisation de l'énergie renouvelable d'un lac ne produit pas de CO₂ et est écologique.

■ Système géothermique de fonte de la neige

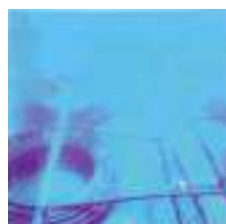
Ce nouveau système de fonte de la neige utilise la chaleur du sol et l'énergie solaire passive, au moyen d'un échangeur géothermique et d'une pompe à chaleur (figure 25). En été, la chaussée devient chaude en raison de la radiation solaire. Cette chaleur est stockée dans le sol au moyen de l'échangeur de chaleur. En hiver, la chaleur accumulée est échangée dans la direction opposée. La pompe à chaleur chauffe la solution d'antigel qui circule dans la tubulure de chauffage installée dans la chaussée pour faire fondre la neige. Ce système utilise une énergie renouvelable qui ne produit aucun CO₂.

■ Système de fonte de la neige à énergie éolienne

La violence des vents en hiver cause des problèmes (transport de la neige par le vent et gel de la surface de roulement notamment) des deux côtés du tunnel de Nakayama sur la route nationale 49 et nuit à la sécurité routière dans le secteur. Le ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport a utilisé cette force éolienne pour alimenter en électricité une installation de chauffage de la route destinée à faire fondre la neige. Ce système est avantageux en raison de son faible impact environnemental et de ses coûts d'exploitation peu élevés. En été, l'électricité produite alimente entre autres les systèmes d'éclairage.



Configuration du système

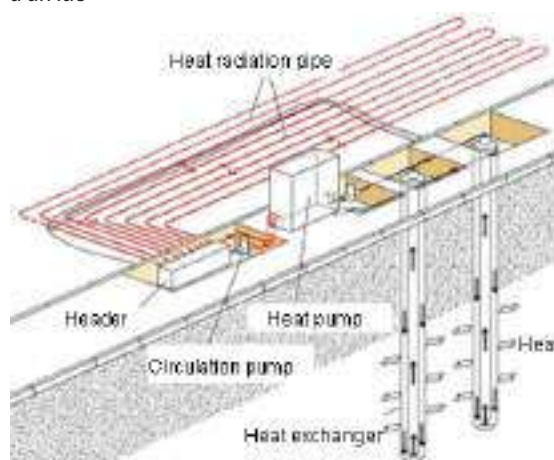


Serpentins immergés



Fonte de la neige par le système

Figure 19 – Système de fonte de la neige en utilisant la chaleur de l'eau d'un lac

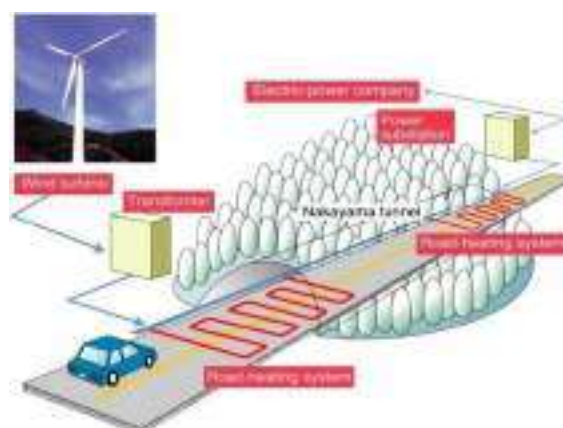


Configuration du système



Fonte de la neige avec le système

Figure 20 – Configuration du système géothermique de fonte de la neige



■ Site internet des données de contrôle de la friction sur la route

Les conditions de la chaussée en hiver varient selon le moment et le lieu. Afin d'évaluer quantitativement la condition de la surface de la chaussée, le CERI a développé une méthode de surveillance continue de la friction au moyen d'un véhicule en mouvement, muni de dispositifs d'affichage et de diffusion des résultats du contrôle (Figure 22).

■ Diffusion d'informations concernant la visibilité en cas de tempête de neige

Le CERI a mené à bien une étude expérimentale sur la diffusion d'informations concernant la visibilité dans la région d'Hokkaido. Cette étude prétend réduire l'impact des tempêtes de neige sur les conducteurs en diffusant des informations concernant la visibilité en temps réel qui aident à la prise de décisions quant aux déplacements. De par la faible quantité de caméras de surveillance routière, les informations sont complétées par des conducteurs volontaires qui se trouvent sous la tempête. On l'appelle « l'information publiée par des conducteurs volontaires ». Dans cette expérience, le site internet propose trois sortes de données : les « informations publiées par les conducteurs volontaires, les « recherches de distance de conduite et temps hivernal » et les « informations sur les fermetures de routes ». Les informations concernant la visibilité lors des tempêtes de neige couvrent 190 zones d'Hokkaido et s'exprime en termes d'indicateur de visibilité sur une échelle de 5.



Haut : écran qui montre le système d'indication de friction sur la route en hiver.
 En bas à gauche : véhicule d'essai avec dispositif de mesure de résistance à la non-adhérence continue. En bas à droite : zoom sur un itinéraire indiquant la résistance à la non-adhérence moyenne.

Figure 22 – Site Internet des informations de contrôle concernant les conditions routières hivernales



Figure 23. Portail web d'informations de visibilité en cas de tempêtes de neige

■ Promotion de mesures favorisant une mobilité sans obstacles en hiver

Des mesures complètes de déneigement ont été définies et mises en œuvre pour mieux contrer les obstacles à la mobilité hivernale (l'augmentation du risque de glissades et de chutes accidentelles des piétons sur les routes verglacées, la réduction de l'espace de marche après les chutes de neige, etc.). Le déneigement total des trottoirs à proximité des gares et l'installation de systèmes de chauffage de la route font partie des mesures qui favorisent une mobilité sans obstacle.

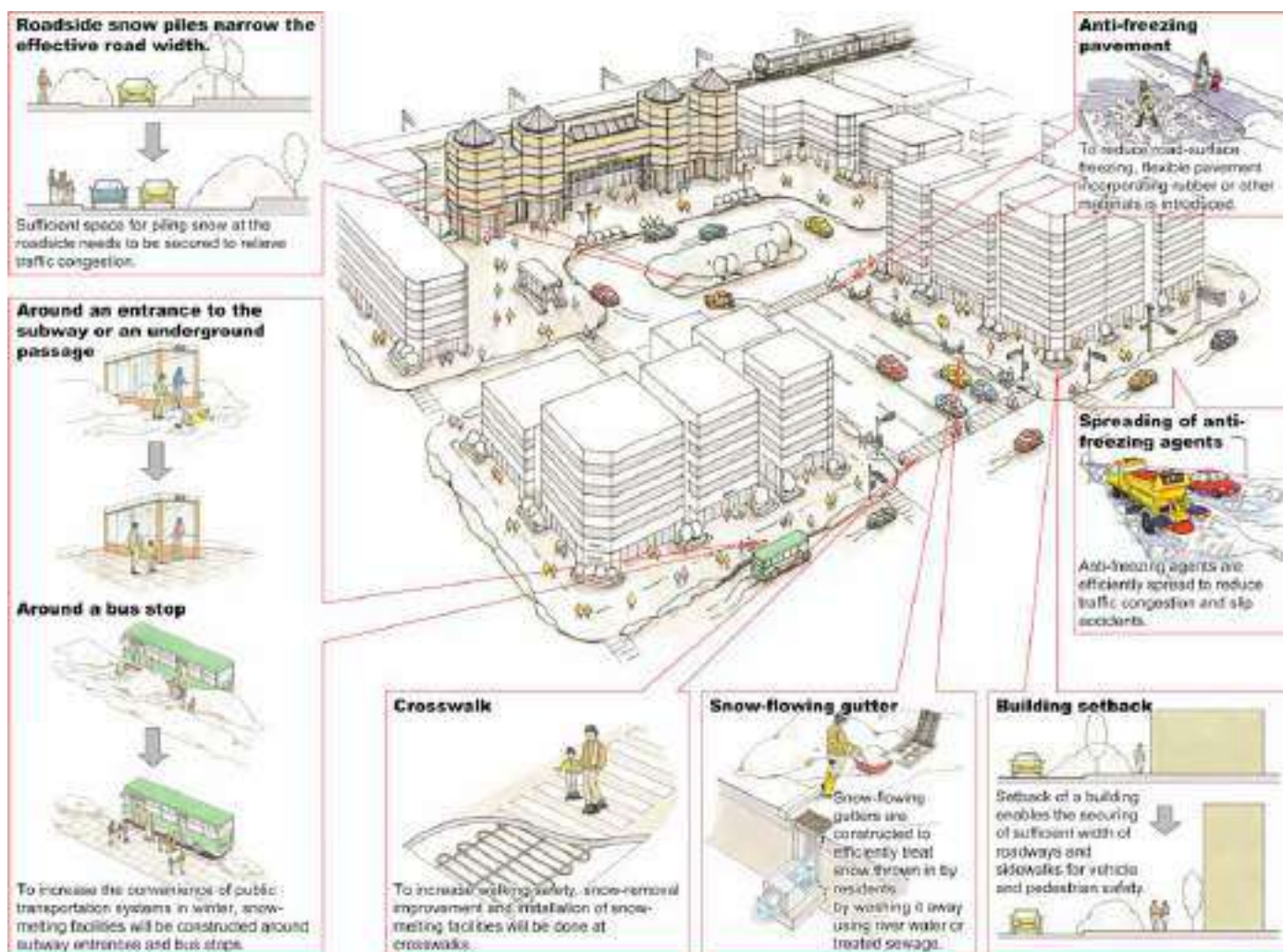


Figure 24. Environnement favorisant une mobilité sans obstacles en hiver

5 Références

Site Internet de la Division Routes, du ministère japonais de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement et du Transport : <http://www.mlit.go.jp/road/>



LETONNIE



1. Données démographiques et routières

1.1. Information au sujet du pays



La Lettonie se trouve au nord-est de l'Europe, sur la partie est de la côte de la mer Baltique. Elle est contiguë à l'Estonie, la Lituanie, la Russie et la Biélorussie. La plus grande partie du territoire de la Lettonie est située 100 m au dessus du niveau de la mer, le sol est formé par de sédiments. Le sommet le plus haut est Gaizinkalns à 312 m. En Lettonie il y a plusieurs milliers de rivières et de lacs et environ 8% des terres intérieures sont recouvertes de marécages. Environ un tiers des habitants de la Lettonie (659 000) habitent à Riga. Le taux de chômage est de 10,6%.

1.2. Réseau routier et circulation

Superficie	64 589 km ²	
Population	2,1 millions	
Densité de population	32,5/km ²	
Longueur du réseau routier	État	20 119 km
	Administrations locales	38 683 km
	Chemins forestiers	10 142 km
	Chemins privés	3 500 km
	Total	72 444 km
Latitude capitale	Riga 57 ° N	

La longueur totale de routes nationales pavées est de 14 602 km. La densité moyenne des routes nationales est de 1122 km/km². Le parc automobile de la Lettonie est de 786 058 véhicules, dont 612 321 automobiles.

En 2011, le trafic quotidien moyen sur les routes nationales principales était de 4644 véhicules, dont 996 camions, soit 21,4 %.

2. Données climatiques

2.1. Aperçu des zones climatiques

Le climat de la Lettonie est déterminé par sa situation au bord de la mer Baltique et dans la région d'influence de l'océan Atlantique. Cette situation favorise la formation de cyclones qui déterminent le changement des conditions climatiques durant 190 à 200 jours par an. La partie ouest de la Lettonie est caractérisée par un climat maritime, avec des hivers doux et de considérables variations de température. Dans la partie est, le climat continental est accentué. L'hiver en Lettonie dure habituellement de la deuxième quinzaine de novembre jusqu'à la fin mars. L'hiver commence graduellement, avec des gelées faibles, des jours nuageux, de la neige et parfois de la pluie. Ces dernières années, on observe un changement climatique dû à une augmentation statistique à long terme de la probabilité d'événements météorologiques extrêmes (précipitations, températures maximales).

2.2. Statistiques météo

La température moyenne en janvier dans les régions côtières est de -2 °C et dans la partie est, de -7 °C. Parfois on peut observer une baisse brusque de la température jusqu'à -40 °C, liée à l'entrée des masses d'air de haute pression du nord ou de l'est.

La couverture de neige persiste de la mi-décembre à la mi-mars. Dans la partie ouest, elle se conserve en moyenne de 80 à 90 jours et dans la partie est, de 100 à 120 jours. À cause des dégels fréquents, la couverture de neige n'est pas épaisse. Son épaisseur peut atteindre 30 à 50 cm, alors que sur la côte elle varie de 15 à 20 cm. Pendant des années riches en précipitations importantes et pendant des hivers rigoureux, son épaisseur peut atteindre 1 m, alors que pendant des hivers doux, la couverture de neige est variable. Le nombre moyen de jours avec dégel est de moins de 60 jours par an.

2.3. Indices hivernaux

On ne calcule pas les indices hivernaux pour des besoins socioéconomiques étrangers en Lettonie, même s'il y aurait la possibilité de le faire étant donné que l'Administration hydrométéorologique collecte les données et donne l'information sur les écarts actuels de température par rapport à la moyenne décennale ou mensuelle, les quantités de précipitations et l'épaisseur de la couverture neigeuse.

3. Gestion hivernale des routes

3.1. Normes et réglementation

Les normes habituelles d'entretien routier, y compris les normes hivernales sont définies par la Loi de la circulation routière et le règlement national « Exigences relatives à l'entretien des routes nationales et municipales et méthode de suivi de la performance » qui en découlent (mis à jour en 2010).

Les routes sont partagées en 5 classes d'entretien hivernal, selon l'importance de la route et l'intensité de la circulation :

TJMA (véhicules par jour)	Routes principales	Routes de 1 ^{ère} classe	Routes de 2 ^e classe
> 5000	A	-	-
1000 – 5000	A1	A1	A1
500 – 1000	A1	B	B
100 – 500	-	C	C
< 100	-	-	D

Chaque classe d'entretien a défini les exigences relatives aux conditions de la chaussée lors de certaines conditions météorologiques :

Exigences	Classe d'entretien				
	A	A1	B	C	D
	Conditions acceptables				
Aucune précipitation	Libre de neige	Libre de neige	4 cm	10 cm	Aucune limite
Pendant chute de neige - neige fondante nouvelle	6 cm 3 cm	6 cm 3 cm	8 cm 5 cm	10 cm 8 cm	
Ornières	Jusqu'à 10 mm	Jusqu'à 20 mm	Jusqu'à 40 mm	Jusqu'à 50 mm	Aucune limite
Durée du dégagement	3 h	4 h	6 h	18 h	Aucune limite
Durée pour prévenir la glissance	3 h	4 h	6 h	non	Aucune limite

Dans la pratique, cela signifie que pour les classes A et A1 il existe une « politique de nettoyage de la chaussée » qui implique un usage intensif de fondants alors que pour la classe B, un traitement antidérapant est appliqué, essentiellement à base des produits abrasifs. Pour les classes C et D, on ne se base que sur un critère d'accessibilité sans mesures antidérapantes.



Conditions routières acceptables. Par temps stable – Par temps variable
Classes A et A1, Classe B, Classe C et D.



Les spécifications techniques pour l'entretien routier hivernal sont également regroupées dans des documents contractuels. Dans ces spécifications, on retrouve des exigences pour l'équipement, les matériaux, l'exécution des travaux et le résultat attendu. Le déneigement des routes de l'État est exécuté par des camions équipés de lames frontales et latérales. Les routes municipales et privées sont dégagées avec des tracteurs ou des niveleuses motorisées. Pour prévenir le dérapage sur les routes de classe A et A1, l'ARN utilise le sel humide. La taille maximale des grains de sel ne peut pas dépasser 6,3 mm, les mélanges divers ne peuvent pas dépasser 4 %. Sur les routes de classe B, pour corriger la glissance, l'ARN utilise soit du sel humide, soit un mélange de sel et de sable, ou simplement du sable et pratique des stries à la surface de la chaussée. Un m³ de sel et de sable doit contenir pas moins de 120 kg de sel et la taille maximale des particules de sel ne doit pas excéder 6,3 mm. Sur les routes de classe C, des traitements sont uniquement réalisés sur les sections de routes particulières – aux croisements de routes, aux montées raides et aux virages brusques – en épandant du sable ou en faisant des stries à la surface de la chaussée. Lors de pluie verglaçante, les routes de la classe C doivent être sablées sur toute leur longueur. Sur les rues des grandes villes, on utilise le sel humide. Parfois, quand il y a beaucoup de neige, celle-ci est amassée en bordure des routes de manière à être évacuée plus tard. Les administrations locales déneigent elles-mêmes leurs routes et rues.

3.2. Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'Organisation Nationale des Routes Lettones (sigle SJSC en letton) est responsable de l'entretien des routes de l'État, alors que les administrations locales sont responsables de leurs routes et rues. L'entretien hivernal des routes de l'État est financé par le budget de l'État, et les administrations locales financent elles-mêmes l'entretien hivernal de leurs routes, tout en recevant des subsides de l'État.

Le SJSC établit le programme d'entretien routier hivernal, classe les routes et détermine le budget nécessaire à son entretien. Au cours de l'hiver 2012/2013, les routes nationales étaient classées comme suit.

Classe	Total km	Comprenant		
		Routes principales	Routes régionales	Routes locales
A	584	563	21	-
A1	2183	1182	960	41
B	2575	-	2154	421
C	12753	-	2178	10575
D	2121	-	9	2112
Total	20216	1745	5322	13149

Le programme d'entretien est approuvé par le ministère des Transports. Les données de base pour l'établissement du programme sont préparées par les bureaux régionaux du SJSC ; le bureau central les résume et apporte les modifications nécessaires pour établir une politique d'entretien uniforme. Avant le début de la saison hivernale, on tient des réunions avec les entrepreneurs, tant au bureau central, que dans les bureaux régionaux. Ces réunions sont l'occasion de définir les objectifs plus clairement, de même que de cerner les problématiques et d'identifier les solutions.

Des contrats complexes habituels d'entretien routier, incluant l'entretien hivernal, ont été adjugés à la suite d'appels d'offres au cours de l'été 2007. Le réseau routier national a été divisé, pour les fins contractuelles, en 12 zones comprenant de 1000 à 2500 km et couvrant de 1 à 3 districts territoriaux. Tous les contrats ont été adjugés à une entreprise d'État, qui s'est vu accorder le mandat de l'entretien annuel des routes, de l'automne 2007 à l'automne 2014.

Le principe de paiement est basé essentiellement sur un « prix unitaire des travaux ». Cependant, certains contrats prévoient un paiement forfaitaire mensuel pour les travaux d'entretien hivernal sur les routes principales. Des corrections de +/- 20% peuvent être apportées en fonction du nombre de jours avec des conditions météorologiques variables et adverses.



L'entrepreneur assume l'entière responsabilité de la conformité de l'entretien à l'égard de la classe de la route. Il procède à des inspections régulières des conditions de la chaussée et il prend les décisions relatives aux interventions à faire en se basant sur des inspections visuelles, les prévisions de la météo, les données du système météoroutier (SMR) et l'expérience accumulée. Dans chaque district et pendant la saison d'hiver, il y a une personne chargée de garder contact avec l'entrepreneur et les usagers, les services de transport et les services d'urgence, TIC du SJSC et les municipalités locales. On trouve 53 points de supervision électronique de routes (ESS) le long des routes principales et des stations SMR sont peu à peu introduites en Lettonie depuis 1996.



L'information sur la température de l'air et l'humidité, les précipitations atmosphériques, ainsi que la température de la chaussée et son état est régulièrement stockée dans une base de données. Toutes les ESS sont équipées de caméras IP. Toutes les unités d'entretien routier ont accès aux données par Internet. Les agents de service du prestataire effectuent des annonces relatives aux conditions routières de façon régulière (toutes les 2 heures), en se basant sur les données des stations SMR et les observations périodiques. Cette information est accessible pour tous sur le site Internet du LSR et est utilisée pour fournir aux usagers des informations par le biais d'autres canaux médiatiques.

3.3. Évaluation du déneigement et du déglacage

L'objectif de l'entretien hivernal des routes est d'assurer la circulation pour le fonctionnement de l'économie nationale pendant la saison hivernale. Cet objectif est atteint. Jusqu'à présent, les coûts et bénéfices liés à l'impact de l'entretien hivernal n'ont pas été calculés précisément.

Le SJSC enregistre toutes les plaintes et les requêtes des usagers et donne des réponses. Après la saison hivernale, on prépare un rapport sur les résultats des travaux d'entretien hivernal;

ceux-ci sont analysés pendant des réunions communes entre l'administration des routes et les entrepreneurs.

Le SJSC utilise principalement le sel humidifié comme mesure de prévention et de correction du verglas, mais utilise également un mélange de sel et de sable. L'épandage de sable et le striage de la neige compactée à la surface de la chaussée servent à prévenir les dérapages sur les routes à faible circulation.

Technologie employée	Pourcentage
Sel humide	73 %
Mélange de sel et de sable	17 %
Sable	1 %
Stries	9 %

Le déblaiement de la neige est actuellement réalisé le plus souvent à l'aide de camions équipés de plusieurs lames, dont l'efficacité est bien supérieure aux équipements lents utilisés autrefois. Environ 80 % des épandeurs sont munies du système de gestion du parc de matériel (y compris les capteurs technologiques). Ce système apporte à l'entrepreneur et au SJSC un historique en ligne sur les activités réalisées à travers une interface web. Un autre outil de recueil de données est l'enregistrement de mesures réalisées lors d'un entretien habituel sur un journal de bord électronique, ainsi que les travaux et leur registre d'acceptation. Les bureaux régionaux du SJSC supervisent la qualité des travaux exécutés et procèdent à la réception des travaux pour le paiement final. Le personnel du SJSC vérifie la conformité de l'entretien des routes nationales selon leur classe et il paie pour le travail exécuté. Le SJSC doit approuver le système de contrôle de la qualité de l'entrepreneur avant que celui-ci puisse exécuter des travaux. Actuellement, le SJSC et l'entrepreneur sont conformes à la certification ISO 9001 : 2008.

Lorsque le SJSC découvre des dérogations aux normes de qualité, il procède à un examen. Si le défaut est confirmé et attribuable à la négligence de l'entrepreneur, ce dernier se voit infliger une pénalité financière.

3.4. Sécurité et information routières

Le SJSC a mis sur pied un centre d'information routière. L'agent en service suit la situation des conditions routières, répond aux demandes des usagers et transmet les plaintes à l'entrepreneur. Les usagers peuvent recevoir de l'information sur les conditions routières courantes des routes nationales et des renseignements généraux sur les conditions observées sur les routes secondaires en consultant Internet.

Le SJSC étudie des plans de diffusion efficace des informations routières au public avec d'autres instances qui possèdent ou produisent leurs propres données routières, comme les services d'urgence, les services de voirie des municipalités, etc. Les données des systèmes de contrôle du SJSC sont maintenant accessibles aux usagers de la route (SMR, profils de trafic, images vidéo) à travers des interfaces web pratiques (GIS). La page internet du SJSC peut former une plateforme nationale pour toutes les données de trafic publique.

L'exploitation commerciale de ces données est également prise en compte à travers la vente d'abonnements à des services commerciaux comme les GPS, récepteurs de radiodiffusion de données de service (RDS/TPEG) et les téléphones portables.

Avant le début de l'hiver, l'ARN informe habituellement les usagers de sa politique d'entretien hivernal et organise la distribution de brochures dans les postes d'essence et dans les municipalités locales.

4. Recherches et études en cours

Le SJSC travaille sur plusieurs projets de transport intelligent qui sont en relation étroite avec l'entretien hivernal (ex. : rendre les stations SMR plus fonctionnelles en les équipant de sondes de sol, d'écrans d'information, etc). D'autres projets commerciaux R&D dans ce domaine sont également en cours et sont destinés à soutenir le processus de prise de décisions. Une autre piste est de travailler sur l'amélioration globale de la méthodologie concernant l'entretien hivernal des routes (niveau de service, critères d'évaluation, système de paiement, etc.).

5. Références

www.lvceli.lv
www.csb.gov.lv
www.csdd.lv
www.meteo.lv
www.celugids.lv



LITUANIE



1. Données démographiques et routières

1.1. Information au sujet du pays

La Lituanie est un petit pays d'Europe orientale près de la mer Baltique. D'un point de vue régional, la Lituanie est le plus souvent qualifiée de pays balte. Elle est située au centre géographique de l'Europe. La superficie du territoire est très proche de celle de l'Irlande et de la Lettonie. La longueur des côtes lituaniennes est de 99 km.



La capitale de la République de Lituanie est Vilnius. Il s'agit de la plus grande ville du pays, peuplée de 544 000 habitants. Le centre historique de Vilnius, la vieille ville, est un des plus grands d'Europe orientale (360 ha). Sa valeur unique a été reconnue par l'UNESCO et depuis 1994, la vieille ville de Vilnius fait partie du patrimoine mondial. Vilnius est située au sud-est de la Lituanie (54° 41' de latitude nord et 25° 17' de longitude est). Vilnius est aussi le centre administratif lituanien. S'y trouvent, les centres politiques, économiques, sociaux et culturels les plus importants.

1.2. Réseau routier et circulation



Routes principales, Routes nationales, Routes secondaires, Routes internationales et leurs numéros

Superficie	65 302 km ²	
Population	3,35 millions	
Longueur des routes nationales	Routes principales et nationales	6 700 km
	Dont autoroutes	310 km
	Routes régionales	14 600 km
Routes communales et autres	Routes locales	59 400 km

Le réseau routier d'importance nationale comprend 1750 km de routes principales (dont 310 km d'autoroutes), 4950 km de routes nationales et 14 600 km de routes régionales. 64 % des routes sont recouvertes d'asphalte ou de béton. Il y a 2,10 millions d'automobiles dans le pays.

La Lituanie se situe au carrefour de couloirs routiers est-ouest et nord-sud. C'est pourquoi le développement du réseau routier et l'entretien de ces routes sont une des missions les plus importantes du pays.



Trafic sur les routes principales en milliers de véhicules par jour
Trafic sur les routes principales, Trafic sur les routes nationales

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Les conditions climatiques. Situation géographique : la Lituanie est située sur des latitudes moyennes, près de la mer et de l'océan. Du point de vue de la diversité climatique, la Lituanie est considérée comme située dans la partie nord de la zone climatique des latitudes moyennes. La région climatique de la côte de la Baltique est plus proche du climat de l'Europe occidentale. Une grande partie de l'année, le temps est déterminé en Lituanie par des fronts atmosphériques, au nombre de 160 à 170 par an.

Forêts. Les forêts couvrent 31,7 % de la superficie du pays.

Les eaux. En Lituanie, il tombe en moyenne 748 mm de précipitations, et seulement 512 mm s'évaporent. La partie restante de 236 mm (soit 32 % des précipitations) s'écoule vers la mer en surface ou par des courants souterrains directement ou par les pays voisins. Les eaux intérieures lituaniennes (rivières, lacs, étangs et golfe de Courlande) occupent 1903 km², ce qui représente 2,9 % de la superficie du pays.

Rivières. La Lituanie est traversée par 17 rivières de plus de 100 kilomètres. La plus longue rivière est la Nemunas, qui prend sa source au Bélarus, au sud-ouest de Minsk. C'est la quatorzième plus longue rivière d'Europe et la quatrième du bassin hydrographique de la Mer Baltique. La longueur totale des lits de rivières et des canaux en Lituanie est de 76 800 km.

Golfe de Courlande. Le plus grand plan d'eau en Lituanie est le Golfe de Courlande. C'est un grand lagon de la Mer Baltique, dont il est séparé par une longue bande de sable. La superficie du golfe de Courlande est de 1584 km², dont 413 km² de la partie nord appartiennent à la Lituanie.

2.2 Statistiques météorologiques

La température de l'air moyenne en hiver varie de -3 °C sur la côte à -6,5 °C sur la partie orientale de la Lituanie. En été, la température de l'air moyenne est plus uniforme et varie de +17 °C à +18,5 °C.

La durée d'ensoleillement réelle en Lituanie est de 50–55 % de la possibilité maximale. La durée moyenne mensuelle de luminosité varie de 30 à 290 heures. En été, la durée moyenne de luminosité est de 8,6-9,3 heures par jour. Au mois de décembre, la durée moyenne de luminosité atteint environ 1 heure par jour.

L'humidité de l'air. L'humidité relative de l'air la plus importante (plus de 90 %) se situe au début de l'hiver, et la plus faible (environ 70 %) en mai. Elle diminue de la côte en direction du sud-est.

Il y a souvent du **brouillard** en Lituanie, principalement dans les régions occidentales (90 –105 jours par an; durée totale du brouillard 600–650 heures).

La nébulosité. La nébulosité moyenne en Lituanie est de 7 points, sur une échelle de 10 (c'est-à-dire nuageux avec des éclaircies). Il y a 6 à 10 fois moins de jours clairs par an en Lituanie que de jours couverts.

Le couvert de neige. Au plus tôt – en moyenne vers le 15 novembre – le couvert de neige se forme dans les régions nord et est de la Lituanie, et le plus tard (en moyenne 10 jours après) sur la côte. Pendant les hivers les plus enneigés, l'épaisseur la plus importante du couvert de neige atteint même les 90 cm. L'épaisseur la plus importante du couvert de neige moyenne se trouve habituellement dans la région orientale de la Lituanie avec environ 30 cm. Les hivers les plus enneigés, le couvert de neige persistant le plus longtemps (environ 105 jours) se trouve en Lituanie du nord-est. Habituellement, la couverture de neige disparaît avant le 25 mars.

Les tempêtes de neige sont fréquentes en Lituanie. On compte plus de 20 jours en moyenne avec des tempêtes de neige à Samogitia et dans l'est de la Lituanie. Il y a eu des hivers, où les tempêtes sévissaient durant 55 jours. La durée moyenne d'une tempête de neige est de 6-7 heures.

En Lituanie, environ 75 % des **précipitations** sont liquides, 17 % mélangées, et 8 % solides (neige, grêle). Les précipitations moyennes annuelles varient de 1000 à 1300 heures (certaines années jusqu'à 2000 heures; on compte environ 190 jours de précipitations par année.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

L'Administration des routes de Lituanie (ARL) est une institution publique, fondée par le gouvernement de la République de Lituanie, qui organise et coordonne la restauration, l'entretien et le développement des routes.

Les routes d'importance nationale sont divisées en routes principales, nationales et régionales. En raison du financement, l'entretien de chaque catégorie de route peut être réalisé selon trois niveaux : élevé (niveau de service I), moyen (niveau de service II) et faible (niveau de service III). L'Administration des routes de Lituanie indique quelles routes et quels niveaux d'entretien atteindre lorsqu'elle conclut un contrat annuel d'entretien des routes avec les entreprises publiques de voirie. Au début de chaque hiver, ces entreprises déterminent les itinéraires d'entretien hivernal et préparent des programmes d'exécution qui doivent être acceptés par l'ARL.

Depuis 2002, un système d'administration pour l'entretien des routes existe en Lituanie. Ce système est décrit dans le guide pour l'entretien des routes. Ce dernier comprend 6 parties: Règles d'entretien des routes - Règles économiques d'entretien et de réparation des routes - Technologie pour la réalisation des travaux d'entretien des routes - Préparation du programme d'entretien des routes - Contrôle technique - Réception des travaux et paiement - Comptabilité des travaux d'entretien des routes et normes d'utilisation des matériaux, de l'équipement et du travail pour les travaux d'entretien des routes. Pour de plus amples informations sur ces normes, écrivez à tkti@tkti.lt.

On pratique l'épandage de sel préhumidifié sur les routes principales et les routes nationales, ce qui aide à réduire les quantités de sel utilisées. Règle générale, on ajoute au NaCl, de 5 à 30 % de CaCl_2 en solution. Lors d'intempéries extrêmes, comme de fortes pluies verglaçantes ou de basses températures, on peut ajouter du sable au sel d'épandage, ce qui améliore le coefficient de frottement de la chaussée. Sur les routes régionales, on utilise un mélange de sable et de sel ou du sable seul. Quand la température descend sous les -8°C , on utilise un mélange de chlorure de sodium et de chlorure de calcium (NaCl and CaCl_2), selon une proportion 88/12, cependant, cette proportion peut changer. La capacité des saleuses est de 5 à 7 m^3 . En fonction des taux et des largeurs d'épandage, une saleuse peut couvrir une distance de 15 à 50 km, pour une moyenne de 30 km.

En Lituanie, l'épandage est nécessaire pendant une période de 120 jours environ. La stratégie de prévention de la formation de verglas permet de réduire de 20 à 40 % l'utilisation des fondants. La préhumidification du NaCl au moyen d'une solution de CaCl_2 le rend moins corrosif, surtout si l'on ajoute une petite quantité d'inhibiteurs, comme le phosphate.

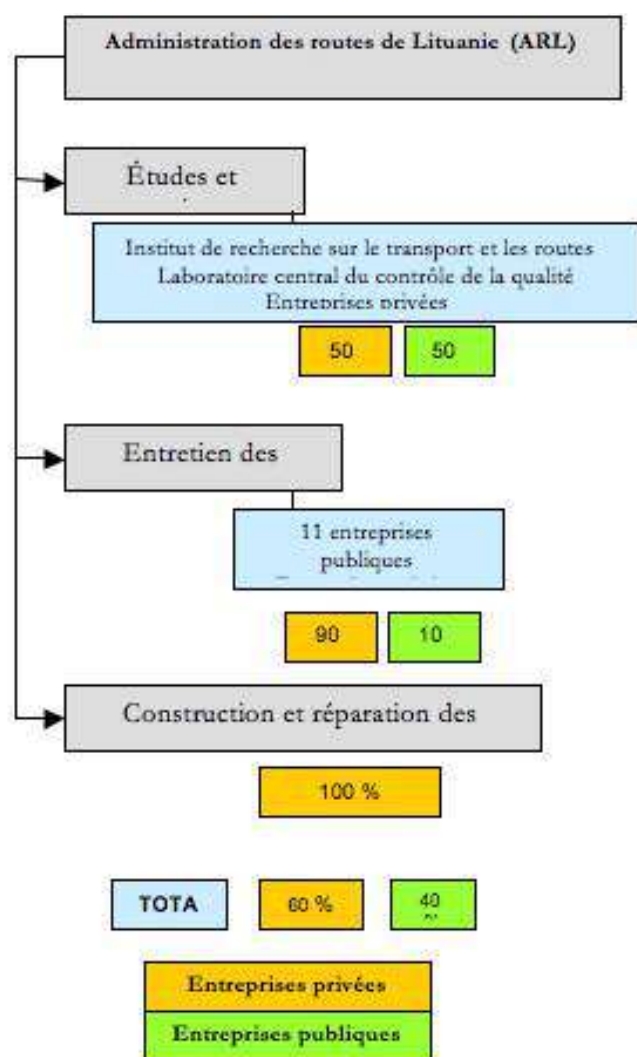
En Lituanie, il n'y a pas de différences importantes entre les zones climatiques. Cela a donc peu d'influence sur la durée de l'épandage. Les règles identifiées dans les contrats avec les entrepreneurs prévoient que les travaux doivent être commencés au plus tard une heure à partir du début des précipitations ou du verglas. Le niveau d'entretien 1 des routes principales (environ 200 km) s'applique 24 heures par jour sur la route A1 Vilnius-Kaunas-Klaipėda, la section de la route du kilomètre 10 au kilomètre 125, c'est-à-dire de Vilnius à Sitkūnai, et la route A5 Kaunas-Marijampolė-Suvalkai.

Les autres routes principales sont entretenues de 4 h à 22 h les routes nationales de 6 h à 10 h, et les régionales de 9 h à 18 h. Du 10 novembre au 1^{er} avril, les véhicules dont la masse autorisée dépasse les 3,5 t sont interdits de circulation avec des pneus d'été. Du 10 avril au 1^{er} novembre, il est interdit d'utiliser des véhicules avec des pneus cloutés.

En Lituanie, le relief est assez plat et les cas où l'utilisation des chaînes est nécessaire sont très rares; c'est pourquoi il n'y a pas d'instructions concernant leur utilisation.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

L'Institut de recherche sur le transport et les routes et le Laboratoire de contrôle de la qualité sont des entreprises d'état. Les projets de reconstruction de routes en Lituanie sont préparés par des ingénieurs-conseils privés. Les projets de moindre ampleur peuvent être préparés par l'Institut et le Laboratoire eux-mêmes. La plus grande partie des opérations d'entretien routier sont exécutées par les entreprises d'État. Toutefois, on peut confier certains travaux à des entreprises privées. Une partie de l'équipement peut être louée. Les routes sont construites ou reconstruites uniquement par des entreprises privées, sur une base contractuelle. L'ARL procède par appels d'offres pour les travaux confiés à l'entreprise privée. L'entretien des routes est financé à même le budget national (Programme d'entretien et de développement des routes). L'entretien hivernal accapare 40 % du budget total d'entretien routier. Au cours de l'hiver 2008-2009, le coût total de l'entretien s'est chiffré à 38 millions d'euros.



Gestion de l'exploitation des routes

L'entretien des routes en Lituanie est la responsabilité exclusive des entreprises nationales d'entretien et c'est pourquoi on ne procède à aucun appel d'offres. Toutefois, ces entreprises peuvent embaucher des entrepreneurs privés pour certains travaux ou la location de certains matériels.

Les municipalités sont propriétaires des routes d'importance locale et des rues des villes. Elles sont aussi responsables de l'entretien de ces mêmes routes et rues. Les entreprises, subordonnées à l'Administration des routes entretiennent les routes d'importance nationale. Il est interdit d'entretenir des routes d'importance locale avec l'argent destiné à ces routes, et inversement.

Même lorsque l'hiver est très rude en Lituanie, il n'y a pas de restriction d'utilisation des routes. Elles ne sont jamais fermées. Les routes principales doivent être dégagées en tout temps. En cas de situations météorologiques complexes, la circulation ne peut être suspendue plus de 2 h sur les autoroutes, 3 h sur les autres routes principales, 8 h sur les routes nationales et 48 h

sur les routes régionales. La circulation est parfois interrompue dans la zone côtière, où l'eau déborde des lits des rivières à cause de la fonte printanière. Chaque année, environ 100 km de routes en moyenne sont inondés. Des limitations de poids des véhicules (jusqu'à 8 tonnes) sont possibles à cause du dégel sur les routes régionales recouvertes de gravier. Il n'existe pas de normes qui prévoient la fermeture de routes ou la limitation de leur utilisation. On gère cette question d'un point de vue pratique, selon que l'on peut rouler sur la route et que le véhicule lourd ne l'endommagera pas. Le principal indicateur de limitation est la profondeur du gel dans le sol.

Les entreprises de voirie qui entretiennent les routes réalisent les mesures de déneigement et de déglacage. La qualité de leur travail est vérifiée par les inspecteurs du Laboratoire central du contrôle de la qualité.

En hiver, le Service lituanien de météorologie donne cinq fois par jour, aux ingénieurs de voirie, des bulletins de prévisions à court terme (3 à 6 heures), et une fois par jour un bulletin à long terme (pour cinq jours).

Inspiré de la société suédoise « AerotechTelub », l'ARL a créé en 1998 un système d'information sur la météo routièr et a commencé à collecter des données sur les conditions météo et routièr. Les données sont transmises des stations de mesure à un serveur central situé à l'Administration des routes. Les données sont collectées, conservées et traitées sur ce serveur. Les utilisateurs de ces données sont divisés en deux groupes : tous les usagers des routes et les employés à l'entretien des routes. Pour ces derniers, une page Internet spéciale a été créée, sur laquelle toutes les données reçues des stations de mesure sont fournies. En 2009, on a installé 48 stations de mesure et 27 caméras. Les services de voirie reçoivent l'information par les postes de travail, situés dans leurs locaux. Le public y a accès par les médias et la page Internet de l'Administration des routes (www.lra.lt).

Le développement des systèmes d'informations routièr sur les routes d'intérêt national est déjà commencé. L'établissement de systèmes de transport intelligent adaptés aux moyens de l'ARL et la création de liens avec d'autres systèmes de transport intelligent en Lituanie est en cours. On étudie également les possibilités et les orientations du développement des systèmes d'information sur la circulation pour les routes d'intérêt national, de même que l'adhésion à un système unifié de transport intelligent pour toute l'Europe. L'Union européenne en financera une partie par l'entremise du Fonds européen de développement régional.

Il est planifié de mettre le projet en route en moins de deux ans, le nouveau système commencerait à fonctionner en Lituanie à la fin de 2010. Ce système fait appel à des technologies qui fournissent des informations sur les conditions et les problèmes

de circulation, de même que sur les mesures de régulation appliquées. Lorsque ce système d'information moderne sur la circulation sera mis en place sur les routes lituaniennes d'intérêt national, il fournira les services électroniques suivants aux utilisateurs :

- Des renseignements sur les travaux, leur durée, les détournements de circulation et les retards éventuels occasionnés;
- Des informations en temps réel sur l'intensité de la circulation, les vitesses moyennes sur les différents tronçons et des avertissements au sujet des perturbations de la circulation. On aura aussi accès à des prévisions à court terme sur l'intensité de la circulation (sur les routes équipées des capteurs appropriés), de même qu'aux renseignements sur les retards possibles engendrés par les perturbations de la circulation;
- Des informations sur les restrictions imposées en raison des conditions atmosphériques, des accidents ou de tout autre événement pouvant survenir, de même que des informations sur la durée des restrictions, sur les détournements et sur les retards engendrés;
- Des informations sur les conditions climatiques sur la route, sur les conditions de la chaussée (zones glissantes) et des avertissements sur les phénomènes posant un danger pour la circulation;
- La planification des itinéraires, en prenant en compte les restrictions et les conditions de la circulation, comme la recherche de l'itinéraire le plus rapide, d'un itinéraire rationnel, etc.

Le système d'informations routières sera mis en œuvre en installant des capteurs sur les routes, lesquels recueilleront les informations et en mettant sur pied un centre d'informations routières.

L'entretien technique et la maintenance des stations, des panneaux à messages variables et des caméras vidéo sont la responsabilité de la division du Laboratoire central de contrôle de la qualité.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

À chaque année, l'ARL analyse le trafic sur les routes et les allocations budgétaires; ensuite, au moyen des informations du SIR, elle détermine les niveaux de service. Selon les dernières estimations, l'entretien optimal des routes, incluant l'entretien hivernal, nécessiterait deux fois le budget présentement alloué par le programme d'entretien et de développement des routes. C'est pourquoi l'efficacité du service hivernal est conforme au niveau de financement.

Le Laboratoire central du contrôle de la qualité réalise le contrôle de l'entretien des routes en vertu d'un contrat avec l'Administration des routes. Des inspecteurs régionaux

examinent les routes entretenues par les entreprises de voirie à des moments déterminés ou après des changements importants des conditions météo, uniquement sous la responsabilité des administrations routières régionales. Ils déterminent également si les travaux des entreprises de voirie répondent aux exigences fixées par le guide d'entretien des routes. Les travaux d'entretien hivernal sont rattachés aux travaux routiniers. C'est pourquoi leur paiement est réalisé sur la base de la qualité résultante.

3.4 Sécurité et information routières

L'Administration des routes de Lituanie collecte l'information sur les conditions météo et les conditions de la chaussée selon plusieurs méthodes. L'une d'entre elles est la transmission 2 fois par jour d'informations par téléphone à partir des entreprises régionales, une autre est la transmission 2 fois par jour des informations émanant des entreprises régionales par moyen électronique. La troisième méthode est la collecte d'information à partir du système d'information météorologique des routes (toutes les 15 minutes en hiver). L'ARL traite l'information obtenue et l'envoie 4 fois par jour aux médias et sur son site Internet www.lra.lt. Les restrictions de circulation sont aussi fournies. Ces informations sont transmises par les stations radio. Elle est aussi diffusée aux autres médias par les agences de presse. La transmission de l'information est aussi faite par moyen électronique. Le site de l'ARL fournit l'information de toutes les stations sur le terrain.

On trouve quatre panneaux à messages variables (PMV) sur la route Vilnius–Kaunas–Klaipėda. Ils fournissent les informations météorologiques recueillies par les stations les plus rapprochées ou toute autre information disponible. Les PMV sont gérés par l'entreprise qui entretient la route ou par l'ARL.

Les usagers reçoivent les informations au sujet des accidents de la circulation, leurs conséquences, les conditions de circulation, etc., comme suit :

1. Informations concernant les accidents de la circulation et leurs conséquences transmises aux agences de presse, aux stations de radio, aux télévisions, à la presse, aux médias électroniques (données fournies sur la situation sous forme journalière, hebdomadaire, mensuelle et annuelle);
2. Préparation, édition et diffusion de publications (brochures, plaquettes, affiches, calendriers, etc.);
3. Prise de mesures de sécurité routière auprès des enfants en période hivernale (éducation sur la circulation sur route glissante, choix des endroits pour faire de la luge et du ski, etc.).

Système d'amélioration de la sécurité routière

En 2008, il s'est produit 4897 accidents causant des blessures ou la mort. Le nombre de victimes est de 498 et le nombre de

blessés de 5940. Par comparaison avec 2007, on constate une réduction du nombre des accidents de 24,1 %, des décès de 32,7 % et des blessés de 26,1 %.

On prévoit implanter les mesures suivantes pour améliorer la sécurité routière :

- Des mesures éducatives (information dans les médias, publications sur le thème de la sécurité routière, diffusion de l'utilisation de réflecteurs pour les piétons, les cyclistes et les cavaliers, et formation pour les utiliser);
- Des mesures techniques, comme l'éclairage de certains tronçons, la construction de clôtures, la reconstruction d'intersections et de certains tronçons, la construction de pistes cyclables et pédestres, la construction de nouveaux ronds-points et l'installation de dos d'âne, de réflecteurs dans la chaussée, de garde-fous, etc.;
- Des mesures contrôle auprès des usagers, comme la vérification de l'état des pneus et des phares des véhicules;
- Des campagnes spéciales sur la sécurité routière, pendant lesquelles l'action éducative et les mesures applicables aux usagers sont coordonnées.

La vitesse de circulation est réduite sur les autoroutes du 1^{er} novembre au 1^{er} avril. L'une des mesures les plus efficaces de réduction de la vitesse a été l'installation de caméras pour faire respecter les vitesses limites sur les routes nationales. En 2007, on en a installé 2, en 2008, 12 et en 2009, 139.

En moyenne, on évalue à environ 2 millions de litas (580 000 euros) le coût d'un décès sur les routes de Lituanie. Une de nos grandes priorités à court terme est l'amélioration de la sécurité routière. L'attention portera sur l'entretien routier, incluant l'entretien hivernal, en augmentant les ressources budgétaires, afin de réduire le taux d'accident à un niveau comparable à celui des autres pays membres de la communauté européenne.

4. Recherches et études en cours pour l'amélioration de l'entretien hivernal

L'Université technique nationale Gediminas met au point, depuis l'introduction du système d'information météorologique en Lituanie en 1998, les données obtenues à partir des stations de mesure de ce système. Elle réalise aussi une analyse de ces données et propose une prévision à long terme pour le plan des ressources, elle détermine l'utilisation des niveaux d'entretien des routes.

Le groupe sur l'entretien routier de l'Association balte des routes est responsable de coordonner les études de tous les services d'entretien des trois pays baltes. Les membres de ce groupe échangent des informations sur le développement des installations d'entretien des routes, présentent de nouvelles normes nationales et autres documents normatifs régissant l'entretien des routes. Ils s'appuient aussi sur les propositions préparées par les pays pour organiser le travail hivernal des services d'entretien sur la Via Baltica et sur les autres routes internationales.

5. Références

Administration des routes de Lituanie (ARL)- www.lra.lt

Laboratoire central du contrôle de la qualité (entreprise publique «Problematika») - www.probl.lt

Institut de recherche sur les transports et les routes - www.tkti.lt



MAROC



1. Données démographiques et routières

1.1. Information sur le pays

Le Royaume du Maroc couvre une superficie de 710 850 km². Il est situé au nord-ouest de l'Afrique, à peine 15 km au sud de l'Espagne par le détroit de Gibraltar. Au sud, le Maroc est bordé par la Mauritanie et à l'est par l'Algérie. Sa population est de 30 millions d'habitants, dont plus de la moitié vit en milieu urbain. Le climat est méditerranéen au nord, atlantique à l'ouest, saharien au sud. Aussi, le climat est généralement tempéré grâce à la mer (près de 3 000 km de côte). La capitale du Maroc est Rabat. Parmi les grandes villes du Maroc, on peut citer : Casablanca, Rabat, Tanger, Agadir, Tétouan, Fès, Marrakech, Meknes et Safi.

1.2. Réseau routier et circulation

Le réseau routier marocain géré par la Direction des Routes totalise un linéaire de 57 347 km de routes dont 38 545 km sont pavées et 18 802 km sont à l'état de pistes.

Le réseau routier pavé est classé en trois catégories :

- routes nationales avec un linéaire de 9 994 km;
- routes régionales avec un linéaire de 9 324 km;
- routes provinciales avec un linéaire de 19 227 km.

Ce réseau fait l'objet d'un entretien courant assuré tout au long de l'année par les moyens de l'Administration et d'un entretien périodique (renforcement, revêtement, élargissement, marquage routier, etc.) fait par des entreprises privées.

Le réseau autoroutier est de l'ordre de 920 km et 555 km d'autoroutes en cours de construction. Ce réseau est géré par la société nationale des autoroutes du Maroc.

La circulation routière mesurée en 2008 est de 66,01 millions de véhicules-kilomètres/jour contre 60,41 millions véhicules-kilomètres/jour en 2007, soit un taux d'accroissement de 9,27. Le parc automobile est de l'ordre de 2,2 millions de véhicules.



2. Données climatiques

2.1. Aperçu des zones climatiques, principaux événements hivernaux à maîtriser

Le climat du Maroc est très différent selon les régions. Les régions littorales bénéficiant d'un climat tempéré contrastant avec le climat désertique du sud et de l'est du pays. Considéré depuis l'extérieur comme un pays chaud, le climat marocain comporte pourtant beaucoup de nuances. Méditerranéen au nord, océanique à l'ouest, continental à l'intérieur des terres et saharien au sud, le climat du pays varie, bien sûr, en fonction des saisons.

Globalement, l'été est chaud et agréable sur la côte et dans les montagnes mais s'avère étouffant dans le sud et les grandes villes. En hiver, les zones côtières bénéficient de températures relativement douces. À contrario, l'hiver est froid et très humide sur l'ensemble du relief, qui constitue une très grande partie du Maroc.

Sur la côte occidentale, les températures moyennes varient entre 8° et 21°C en hiver, du plus froid au plus chaud de la journée.

En été, elles varient de 17° à 27°C. Dans l'intérieur du pays, les températures moyennes hivernales varient entre 4° et 20°C. Les hivers sont froids et pluvieux avec les apparitions fréquentes de gel et chutes de neige dans le moyen et le haut Atlas. Dans ces régions, les chutes de neige sont très abondantes pendant l'hiver et peuvent se prolonger jusqu'au mois de mai et les températures peuvent descendre exceptionnellement jusqu'à -18°C tandis que pendant l'été, elles sont assez agréables avec 20°C en moyenne.

Les saisons des pluies ont lieu généralement d'octobre à novembre et d'avril à mai. Notons que le nord-ouest du Maroc, le Rif, est la zone la plus arrosée du Maroc.

Le Maroc présaharien et saharien a un climat désertique sec. Même en hiver, le climat du désert est chaud et sec dans la journée, mais devient très froid la nuit.

2.2. Statistiques météorologiques

Au Maroc, les activités relatives aux informations et aux prévisions météorologiques et climatologiques sont fournies par la Direction de la Météorologie Nationale (DMN). Ces données concernent une panoplie de produits climatologiques à la demande concernant la température, les précipitations, le vent, l'humidité, la neige, le brouillard, la grêle, etc.

Les prévisions météorologiques générales peuvent être d'une échéance :

- égale ou inférieure à 48 heures :
 - bulletin de prévision de 1 à 4 paramètres;
 - bulletin de prévision pour plus de 4 paramètres;
- de 72 heures :
 - bulletin de prévision de 1 à 4 paramètres;
 - bulletin de prévision pour plus de 4 paramètres;
- de cinq jours (moyenne échéance) :
 - bulletin de prévision moyenne échéance.

La DMN dispose actuellement de 44 stations météorologiques. Dans son programme stratégique, celle-ci prévoit la modernisation et l'extension de son réseau.

La pluviométrie annuelle au Maroc est de l'ordre de 810 mm à Tanger, 550 mm à Rabat, 400 mm à Casablanca, 250 mm à Marrakech et Agadir, 350 mm à Oujda, 1200 mm à Ifrane et 30 mm à Dakhla.

2.3. Indices hivernaux utilisés dans le pays

Au Maroc, de façon générale, la saison hivernale se caractérise par le nombre de jours de chutes de neige, les épaisseurs de neige enregistrées sur le réseau routier et le nombre d'heures pendant lesquelles le lien routier est interrompu en raison des

mauvaises conditions climatiques. Ainsi, les trois dernières années ont été caractérisées par ce qui suit :

Désignation	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
Nombre d'heures d'interruption	5223	1027	700	9660
Nombre de jours avec chutes de neige sur les routes	17	15	12	74
Kilomètres de routes enneigées	4251	3714	2486	4900

3. Gestion hivernale des routes

3.1. Normes et réglementation

La circulation routière est régie par le code de la route de 1953 dont la refonte est déjà votée dans la première chambre du parlement.

Pour la viabilité hivernale, il n'y a pas de normes précises sur les travaux de déneigement. La préparation de la saison hivernale est régie par une circulaire de la Direction des routes qui trace la stratégie à adopter en matière de préparation et d'intervention. La signalisation des sections enneigées est conforme à l'instruction marocaine sur la signalisation routière. Les panneaux de prescription sont implantés sur le réseau routier sur la base d'un arrêté du ministre de l'Équipement et des Transports.

Les coupures et les fermetures des routes en raison de la neige font l'objet de communiqués établis par la direction des routes et envoyés à la radio et à la télévision marocaines pour en informer le grand public.

Les travaux de déneigement se font généralement avec des chasse-neige (camions ou niveleuses) sauf lorsque les épaisseurs de neige dépassent les 50 cm; dans ce, cas l'utilisation des turbines à neige est nécessaire.

3.2. Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

La Direction des Routes (DR) est une direction opérationnelle du ministère de l'Équipement et des Transports (MET). Elle est représentée au niveau territorial par 16 directions régionales de l'équipement et des transports (DRET), 36 directions

provinciales de l'équipement et des transports (DPET) et 7 services logistiques et matériel (SLM). Ces derniers sont des entités autonomes. Ils mettent à la disposition des DRET et des DPET le matériel nécessaire (engins TP et camions) pour assurer l'entretien courant, le déneigement et le désensablement des routes.

L'une des missions fondamentales de la Direction des Routes (DR) est d'assurer, pour les usagers de la route, de manière constante et sécuritaire, la pérennité de la circulation sur le réseau routier. Toutefois, le réseau routier est assujéti à des phénomènes naturels qui menacent la pérennité de la circulation durant les différentes périodes de l'année. L'enneigement, l'ensablement et les glissements de terrain sont les phénomènes les plus répandus au Maroc. L'enneigement est fréquent dans les régions du Rif, du moyen et haut Atlas sur un linéaire de 5 000 km environ. L'ensablement est rencontré dans les zones désertiques du sud du Royaume. La lutte contre ces phénomènes constitue une préoccupation majeure de la DR.

En matière de viabilité routière, la stratégie du ministère de l'Équipement et des Transports est basée sur :

- la préservation de la sécurité des usagers de la route en tout temps;
- le rétablissement de la viabilité routière dans des meilleurs délais pour assurer la pérennité de la circulation.

En matière de rétablissement de la viabilité (déneigement, crues, éboulis, etc.) en général, les interventions sont hiérarchisées comme suit :

- en premier lieu, l'intervention se fait sur le réseau structurant et stratégique pour permettre les transitions intervilles ainsi que l'acheminement des biens de consommation à partir des pôles économiques;
- en second lieu, l'intervention se fait sur le réseau à moyen trafic pour atteindre les chefs-lieux des communes rurales puis l'intervention sur le réseau à caractère local;
- après l'intervention sur le réseau principal, les équipes territoriales du MET contribuent au désenclavement de la population rurale la plus reculée.

En matière de déneigement, la Direction des Routes procède selon un ordre de priorité des interventions basé selon chaque type de réseau. L'objectif est un rétablissement le plus rapide possible de la viabilité globale du réseau routier pour une province donnée et, donc en premier lieu, l'accès pour la population locale aux biens et aux services et la facilité de déplacement ensuite.

Le ministère de l'Équipement et des Transports dispose de 800 engins et camions TP dont 105 engins spécifiques de déneigement (turbines à neige, camions chasse-neige et niveleuses) et 15 porte-chars pour la mobilité du matériel au niveau régional et national.

L'opération de déneigement des routes ne pouvant pas s'effectuer simultanément sur l'ensemble du réseau routier enneigé, il importe de procéder à une hiérarchisation des routes selon leur importance économique et stratégique. Ainsi, trois niveaux de service ont été définis :



Niveau de service S1 (1 850 km)

Les routes classées dans ce niveau de service bénéficient d'une intervention continue (en l'absence de tempêtes de neige) de jour comme de nuit afin que la circulation y soit maintenue dans de bonnes conditions en permanence ou, le cas échéant, dans des délais très courts n'excédant pas 4 heures après la fin d'une tempête de neige. En général, ce sont les routes nationales et les routes régionales importantes qui sont classées dans ce niveau.

Niveau de service S2 (1 700 km)

L'intervention sur les routes classées dans ce niveau de service n'est pas continue. Il est toutefois demandé d'assurer des conditions de circulation acceptable pendant le jour tout en organisant, le cas échéant, des convois en cas de chutes de neige prolongées.

Niveau de service S3 (1 360 km)

Aucun délai n'est imposé pour les routes classées dans cette catégorie. Des conditions de circulation acceptables y sont assurées dès que possible.

Le réseau routier est soumis à des chutes de neige plus ou moins importantes selon les régions et les périodes. La période la plus enneigée s'étend du mois de novembre au mois de mars. Au niveau territorial, les actions entreprises en cas d'enneigement sont les suivantes :

- fermeture des barrières à neige en cas de tempêtes;
- gardiennage de part et d'autre des sections enneigées;
- réorientation du trafic sur les axes de rechange, s'il en existe;
- diffusion de l'information des interruptions;
- mise en œuvre du plan d'intervention pour le déneigement des sections où le service routier est interrompu;
- réouverture des sections interrompues;
- diffusion de l'information.

La préparation de la saison hivernale commence au mois de septembre de chaque année. Elle se fait à deux niveaux :

- au niveau central de la direction des routes; et
- au niveau territorial (DRET et DPET).

Au niveau central, les responsables du service hivernal procèdent à :

- la préparation d'une note circulaire adressée à toutes les DRET et DPET concernées par la neige pour la mobilisation des moyens humains et matériels et la réalisation des opérations d'entretien préventif des points sensibles du réseau routier;
- effectuer des visites de certaines DRET et DPET pour les assister et apprécier les mesures prises au niveau territorial dans le cadre de la préparation de la saison hivernale;
- la tenue d'une réunion de sensibilisation avec les responsables de la salle de permanence de la DR et la vérification de la bonne marche de tous les équipements de la salle (téléphone, télécopieur, photocopieur, etc.);
- la visite du parc des ponts de secours à Oued Zem (DPET de Khouribga) pour prendre connaissance des préparatifs.

Au niveau territorial, les DRET et les DPET procèdent à :

- la préparation de la salle de permanence qui doit comprendre, entre autres, un télécopieur, un téléphone, un poste de radiocommunication, une grande carte du réseau routier avec l'indication des points sensibles et les itinéraires de rechange (itinéraires bis), le programme de l'astreinte, etc.;
- la vérification et la préparation du matériel de déneigement et celles du système de radiocommunication;
- la réalisation des opérations de curage des ouvrages d'assainissement et des fossés, l'entretien des ouvrages d'art, l'entretien et/ou le renouvellement des panneaux de signalisation verticale, l'implantation des balises au niveau du réseau enneigé;
- la visite des points sensibles du réseau routier;
- l'entretien des barrières et des abris à neige;
- la tenue d'une réunion avec les DRET et les PET limitrophes et les responsables de la viabilité hivernale de la DRET et ceux de la DPET;

- l'approvisionnement en fondants (sel, grains de riz, pouzzolanes, etc.) pour la lutte contre le verglas.

Il est intéressant de rappeler qu'un minimum de service est assuré à l'intention du personnel qui œuvre au maintien de la viabilité hivernale : hébergement, ravitaillement, habillement, chauffage, primes pour travaux pénibles, etc.

Le diagnostic externe identifie les opportunités et les menaces présentes dans l'environnement. Celles-ci seront déterminées à l'aide du modèle d'analyse stratégique PESTEL (politique, économique, social, technologique, écologique, légal).

La viabilité hivernale des routes constitue une véritable problématique en termes d'impact sur ces différents environnements.

Environnement politique

La viabilité hivernale suscite de plus en plus l'intérêt des élus et des autorités locales. En effet, ceux-ci deviennent sensibles aux interruptions du service routier par la neige. Ils expriment leur intérêt à travers des déclarations à la presse, des questions posées au parlement, des lettres adressées au ministre de l'Équipement et des Transports, etc.

Les élus, locaux et nationaux, s'intéressent à la viabilité hivernale, soit parce que l'action semble rentable et bénéfique en termes d'investissement électoral, soit parce qu'ils sont à leur tour soumis aux pressions des usagers, des commerçants, de leurs associations et de la population en général.

Au fur et à mesure que la décentralisation se développe, la gestion de la viabilité hivernale en milieu urbain relève des élus locaux. Concernant les autorités locales et les services déconcentrés, notamment les services extérieurs du ministère de l'Équipement et des Transports, ils sont responsables devant leur ministère respectif de tutelle, chacun dans son domaine de compétence, de la sécurité publique, de la fluidité du trafic, de la continuité des services publics, de la pérennité de l'activité économique, etc. En principe, les collectivités territoriales (autorités locales, conseils municipaux, conseils régionaux) travaillent en collaboration.

Environnement économique

C'est une évidence d'affirmer que la route se situe au cœur de l'activité économique moderne et des besoins en mobilité démographique. C'est ainsi qu'au Maroc, 90 % des personnes et 75 % des marchandises sont mobilisées par la route. Par conséquent, l'interruption du service routier porte un réel préjudice à la population et à l'activité économique et commerciale.

Même si elle est devenue, déjà au 20^e siècle, un atout économique (stations de ski, etc.), la neige continue de poser

de nombreux problèmes aux hommes qui, au cours du temps, ont tenté de réduire son emprise et ses effets négatifs.



Les interruptions du service routier par la neige sont onéreuses et coûtent très cher à la collectivité. Elles :

- affectent l'activité économique et commerciale;
- réduisent les déplacements personnels vers des destinations à vocation touristique;
- provoquent la rareté des denrées alimentaires, les ruptures de stocks des médicaments.

Comme conséquence, les prix des produits de première nécessité augmentent et affectent le pouvoir d'achat de la population. Celui-ci est déjà faible car les régions concernées présentent un sous-développement dans leur ensemble.

Environnement social

Les interruptions du service routier dues à l'enneigement du réseau exacerbent l'enclavement et l'isolement de plusieurs localités, gênent le transport des personnes et des marchandises. Elles perturbent l'accès aux soins et aux centres éducatifs et socio-administratifs. Ces interruptions perturbent la scolarité des enfants. Du coup, elles causent l'insatisfaction et le mécontentement de la population et enracinent parfois le sentiment de marginalisation et d'exclusion. En effet, de plus en plus sensible à la qualité et à la continuité de service, l'utilisateur recourt aux plaintes et aux réclamations.

Si les infrastructures constituent indéniablement un moyen d'ancrage de la population dans certains espaces géographiquement défavorisés (montagnes, zones éloignées des centres urbains, etc.), les interruptions de service alimentent, au contraire, l'exode rural et contribuent à vider le milieu rural.

Environnement technologique

La viabilité hivernale s'inscrit de plus en plus dans un environnement technologique :

- NTIC (internet, GSM, etc.), l'utilisateur peut contacter le ministre ou lui envoyer des messages pour exprimer sa satisfaction ou son insatisfaction;
- télévision et radio, presse écrite : l'utilisateur peut exprimer son opinion à travers la presse, la radio ou la télévision;
- bulletin météorologique : les prévisions météo peuvent être utilisées pour mieux se préparer à faire face à la neige (anticipation, prévention, positionnement du matériel au niveau des points névralgiques, etc.);
- matériel de déneigement très performant muni du système GPS et de radiocommunication avec des cabines climatisées;
- engins de salage automatiques pour déverglacer les chaussées.

Milieu écologique et environnemental

La viabilité hivernale a un impact important sur l'environnement :

- surconsommation de carburant et de lubrifiants;
- les fondants routiers (sel) polluent la nappe phréatique et réduisent la flore.

Les activités d'entretien et d'exploitation de la route sont susceptibles d'influer sur la qualité des milieux naturels situés à proximité de la chaussée. Au Maroc, les préoccupations écologiques et environnementales sont prises en compte dans l'élaboration et la mise en œuvre des plans de viabilité hivernale. Ainsi, au niveau des fondants routiers, nous utilisons un matériau naturel (pouzzolanes) rencontrés en abondance dans la région d'Ifrane et Khénifra et qui permet de réduire l'impact sur la faune et la flore et la nappe phréatique.

Environnement légal, juridique et consignes de sécurité

La viabilité hivernale impose le respect rigoureux des dispositions juridiques et réglementaires qui en régissent la gestion et l'organisation. En particulier, il importe de se conformer strictement aux dispositions du code de la route. En présence de la neige, les normes de sécurité consistent spécialement au respect des panneaux de signalisation, à la conduite à l'intérieur des convois, à la limitation de vitesse, au respect des distances sécuritaires entre véhicules et des barrières à neige, etc.

Outre les bulletins météorologiques, les chaînes de télévision et les stations de radio éditent régulièrement des bulletins indiquant l'interruption du service routier par la neige, la fermeture et la réouverture de routes.

Un numéro de téléphone de la DR (05 37 71 17 17) est mis à la disposition des usagers de la route 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 pour connaître l'état présent et évolutif du réseau routier. Par ailleurs, au même titre que les usagers de la route, les agents de déneigement sont confrontés, lors de leurs

différentes interventions, au flot de circulation et s'exposent, par conséquent, à divers dangers potentiels. Leur sécurité doit faire l'objet d'une attention particulière et permanente à travers, notamment, une signalisation adéquate.

3.3. Sécurité routière et information routière

La sécurité des usagers de la route est la première priorité des responsables de la direction des routes. Toutes les dispositions sont mises en œuvre pour assurer la sécurité des usagers et éviter les incidents sur les routes enneigées.

Grâce à la vigilance des équipes de viabilité, nous n'avons enregistré aucune perte de vie humaine sur le réseau routier enneigé en raison des interruptions du service routier par la neige. Avant la fermeture de barrières à neige, les équipes parcourent toujours les sections enneigées pour s'assurer qu'il n'y ait pas d'usager à l'intérieur desdites sections. Les barrières ne s'ouvrent qu'après l'achèvement des opérations de déneigement et le traitement de chaussées par les fondants routiers. La circulation par convois qui se pratiquent souvent sur le réseau enneigé est toujours escortée par les engins de déneigement.

Communication interne

En cas d'interruption du service routier par la neige, les DRET et DPET concernées communiquent l'information dans l'immédiat à la DR et aux DRET et DPET limitrophes par téléphone au 05 37 71 17 17, par télécopieur au 05 37 71 32 54 et par l'Inforoute (SMS et Internet) aux DRET et DPET limitrophes.

* Radiocommunication

La DR a mis en application, depuis 1993, un système de radiocommunication basé sur les bandes VHF/UHF. Ce système, qui est généralisé dans les 51 DRET et DPET, permet :

- de maîtriser l'information;
- de suivre de près les équipes d'intervention opérant sur le terrain au moment des opérations de déneigement, de salage, de désensablement et de l'entretien routier courant, etc.;
- d'avoir un réseau de communication propre indépendamment de l'encombrement des réseaux existants;
- de réduire le temps de prise de décision et de mettre fin à l'improvisation et aux retards en cas de phénomènes naturels et, par conséquent, améliorer le service public offert à l'usager de la route;
- d'améliorer la coordination entre les DPET limitrophes.

La totalité des engins d'entretien et de déneigement sont équipés du système de radiocommunication.

* Inforoute

Dans l'objectif de modernisation de ses outils de gestion, la DR a élaboré, en 2005, un système informatisé de gestion de l'information sur les incidents routiers qui sont au nombre de cinq, à savoir l'enneigement, l'ensablement, les accidents de la circulation routière, les dégâts de crues, les problèmes des ouvrages d'art et les travaux sur la route.

Ce système, qui est basé sur le réseau Internet et la messagerie SMS du téléphone GSM, permet, entre autres :

- d'améliorer le temps de cueillette des données;
- de partager ces données, en temps réel, avec les différents responsables du ministère de l'Équipement et du Transport pour aider à la prise de décision;
- d'améliorer le support d'information du grand public;
- de constituer une base de données sur les incidents de la route.

Ainsi, les informations sur les incidents survenus sur la route sont transmises soit par SMS à partir du lieu de l'incident sous forme d'information résumée, soit par Internet. Dans ce dernier cas, c'est l'utilisateur autorisé du système qui ajoute les informations sur les incidents routiers. Les informations communiquées sont le numéro de la route, le point kilométrique, le type d'incident, le bilan de l'incident et, éventuellement, un commentaire sur l'incident.

Le système permet aussi à son administrateur d'élaborer, d'une manière semi-automatique, les communiqués concernant les conditions de circulation (en français et en arabe) et de les transmettre aux destinataires avec, en pièces jointes, les cartes de localisation de l'incident.

Communication externe

* Le numéro de téléphone 05 37 71 17 17

Pour l'information du grand public, la DR dispose d'un numéro de téléphone (05 37 71 17 17) qui fonctionne 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et qui informe le public sur l'état du réseau routier notamment les conditions de circulation pendant les chutes de neige.

* Les médias

L'information du grand public se fait aussi à l'aide de communiqués à la radio, à la télévision et à la presse. Ces communiqués (interruptions du service routier ou réouverture de routes) sont établis par le service exploitation et viabilité de la DR.

* Panneaux à messages variables

Dans le cadre de l'amélioration des conditions de circulation et du niveau de service sur les axes routiers, la DR a installé des panneaux à messages variables pour informer, en temps réel les usagers de la route sur l'état du réseau surtout en période de

déneigement, avec les possibilités de déviations. Ces panneaux sont implantés sur les routes suivantes :

- à Meknès, sur la RN8 à la sortie de la ville de Meknès vers El hajeb;
- à Fès, sur la RN8 à la sortie de la ville Fès vers Ifrane;
- à Ifrane, sur la RN8 à la sortie de la ville vers Azrou;
- à Azrou sur la RN13 à la sortie vers Midelt au centre de la ville d'Ifrane.



Ces panneaux sont gérés à partir des postes de commande liés par modem via le réseau téléphonique commuté. Le poste de commande principal est implanté à la DPET d'Ifrane.

* Fax et téléphone

L'information sur les interruptions du service routier et les réouvertures de routes est communiquée aussi par téléphone et télécopieur à l'autorité locale et à la gendarmerie Royale.

Pour suivre les évolutions météorologiques et dans le cadre d'une entente avec la Direction de la Météorologie Nationale, les services de la DR reçoivent quotidiennement des bulletins météorologiques de moyenne échéance (4 jours) comportant des renseignements sur le temps observé et prévu et, le cas échéant, des bulletins météorologiques d'alerte relatifs aux intempéries et à l'annonce de chutes de neige.

En cas de bulletins d'alerte, les services centraux de la DR avertissent, à temps, les services extérieurs concernés et suivent de très près les différentes actions entamées sur le terrain pour atténuer les risques engendrés par les intempéries.

Les services territoriaux concernés par ces alertes lancent des opérations de reconnaissance de l'état des points sensibles et procèdent au suivi et à la vérification de l'état des interruptions.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

En matière de matériel de déneigement, la Direction des Routes a acquis, depuis 2005, 31 unités de déneigement auxquelles s'ajoutent 3 turbines à neige actuellement en attente de livraison. Ces engins sont équipés de système de radiocommunication.

Des panneaux à messages variables (PMV) ont été implantés dans la région d'Ifrane pour informer les usagers sur les conditions de chaussée.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

La Direction des Routes donne à la fonction des ressources humaines une dimension stratégique et créatrice de valeur. Le personnel qui oeuvre dans le secteur de la viabilité hivernale est expérimenté et dévoué et démontre un sentiment d'appartenance élevé apparenté à un groupe d'élite. Ce personnel ne compte pas ses heures de travail et fait de son mieux pour satisfaire l'usager de la route. Les nouvelles approches de gestion sont basées sur la logique d'intervention par axe. Les limites entre provinces n'existent pas dans les opérations de déneigement. En effet, les équipes de déneigement d'une province donnée continuent à déneiger sur le même axe jusqu'au moment où elles rencontrent les équipes des autres provinces.

Les efforts sont accentués pour le développement de l'anticipation et de la surveillance routière (patrouillage) afin d'améliorer la réactivité et la rapidité de mise en œuvre des interventions face aux conditions climatiques et aux sollicitations de l'environnement.

4.3 Coopération transnationale visant à améliorer les niveaux de service entre pays limitrophes

La nécessité de mieux gérer la viabilité hivernale constitue une importante préoccupation de la Direction des routes. Depuis sa création, elle a opté pour le développement de la coopération technique avec ses homologues tant des pays industrialisés que ceux des pays en voie de développement.

L'objectif de cette coopération étant d'améliorer la gestion et les procédures pour répondre aux problèmes actuels et futurs rencontrés dans le domaine de la viabilité hivernale.

Ainsi, une coopération bilatérale a été mise en œuvre entre le Maroc et d'autres pays collaborateurs dans les domaines liés à la viabilité hivernale, à savoir :

- coopération entre le Maroc et la Suède dans le domaine de la sécurité routière a permis de doter les services de la DR d'outils technologiques de gestion de l'exploitation et de la sécurité routière avec un axe précis sur le système d'information et d'exploitation des routes enneigées ou exposées aux intempéries. Des recommandations importantes ont été émises et qui portent sur les aspects suivants : matériel de déneigement, équipements routiers, techniques de déneigement et de lutte contre le verglas, les systèmes d'information, l'infrastructure routière;
- coopération avec le Japon qui a abouti à la construction d'un institut de formation aux engins et à l'entretien routiers. Depuis 1993, plus de 5 000 techniciens marocains et 200 cadres des pays d'Afrique ont bénéficié d'une formation de cet institut;
- coopération avec la France dans le domaine de la signalisation routière et qui a permis d'élaborer un guide sur la signalisation routière en milieu urbain ainsi que l'introduction de nouveaux signaux routiers.

5. Références

Bibliographie

Mr. JANATI IDRISSE, La gestion de la viabilité hivernale au Maroc, publié dans la revue générale des routes et aéroports (France) n° 852, octobre 2006.

Mr. JANATI IDRISSE, thèse intitulée Développement stratégique de la viabilité hivernale au Maroc pour l'obtention d'un Master spécialisé en Management Public.

XII^e International Winter Road Congress, Torino (Italie), 26 au 30 mars 2006.

Webographie

www.internaute.com/voyage/maroc/climat

www.marocmeteo.ma

www.mtpnet.gov.ma



NORVÈGE



1. Données démographiques et routières

1.1 Informations générales



pour Svalbard et Jan Mayen. La population comptait 5,0 millions de personnes en janvier 2013. L'unité monétaire est la couronne norvégienne (NOK). Un euro valait 7,60 NOK en mai 2013.

La longueur de la côte est de 25 148 km, y compris les fjords. Le plus grand lac, le lac Mjøsa fait 362 km². La plus haute montagne, le Galdhøpiggen atteint 2469 m.

La Norvège est un pays surtout montagneux. La côte ouest est creusée de fjords profonds et parsemée d'îles le long de la côte. La Norvège est le pays possédant le plus grand littoral côtier d'Europe. Le facteur économique le plus important est lié aux activités pétrolières. Il représente 40 % du produit intérieur brut. Les entités administratives de la Norvège sont le Regjering (gouvernement) et le Storting (parlement) avec des élections tous les 4 ans. Il y a 19 comtés et 428 municipalités. La latitude de la capitale Oslo est de 60° Nord.

1.2 Réseau routier et circulation

Les catégories de routes en Norvège sont les suivantes:

Type de route	Longueur
Autres routes nationales	10 580 km
Routes départementales	44 320 km
Routes municipales	38 970 km
Routes publiques totales	93 870 km
Routes privées, forestières, fermes	139 000 km

Toutes les routes nationales sont pavées. Parmi les autres types, on trouve beaucoup de routes non pavées. On compte 4,8 millions de véhicules, dont 2,4 millions de voitures de tourisme.

Le Royaume de Norvège est une monarchie constitutionnelle. La superficie du Royaume de Norvège est de 385 155 km², soit 323 758 km², pour la partie continentale et 61 397 km²,

Les neuf dixièmes de la surface du pays sont situés au nord de la latitude 60°, où il y a de fortes chutes de neige pendant six mois. La circulation routière en hiver (novembre à avril)

représente environ 35 % du volume de la circulation annuelle. En Norvège 20% du budget de l'entretien est lié aux conditions hivernales.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques, principaux événements hivernaux à maîtriser

Le Gulf Stream rend le climat en Norvège bien plus doux que d'autres parties du monde situées à la même latitude. Le pays s'élève en une zone montagneuse à partir des côtes.

La Norvège subit de grandes variations climatiques sur de courtes distances. Dans les basses terres à l'est des montagnes, le climat est plus sec avec des températures basses allant jusqu'à -20 °, parfois -30 ° et -40 °. Tandis que les températures en hiver varieront autour de 0 ° le long de la côte, descendant rarement sous -10 °.

Dans la partie ouest des montagnes, on rencontre beaucoup de neige, de vent et des conditions souvent extrêmement difficiles pour l'entretien en hiver. Les nombreuses précipitations le long de la côte, souvent sous forme de neige, sont accompagnées de beaucoup de vent. Le climat humide le long de la mer crée beaucoup de problèmes lorsque l'humidité de l'air gèle et se transforme en verglas sur la chaussée.

Il y a en moyenne dans le sud-est de la Norvège de 20 à 25 chutes de neige par hiver. Le nombre de chutes de neige est bien plus élevé le long de la côte et en particulier dans le nord de la Norvège. Ces dernières années, les problèmes de pluies verglaçantes et de pluies sur des routes gelées sont devenus plus fréquents. Les routes deviennent extrêmement glissantes et il est très difficile pour les usagers d'y circuler. Pour les opérateurs routiers, c'est aussi très difficile, car la pluie réduit très rapidement l'efficacité du sel.

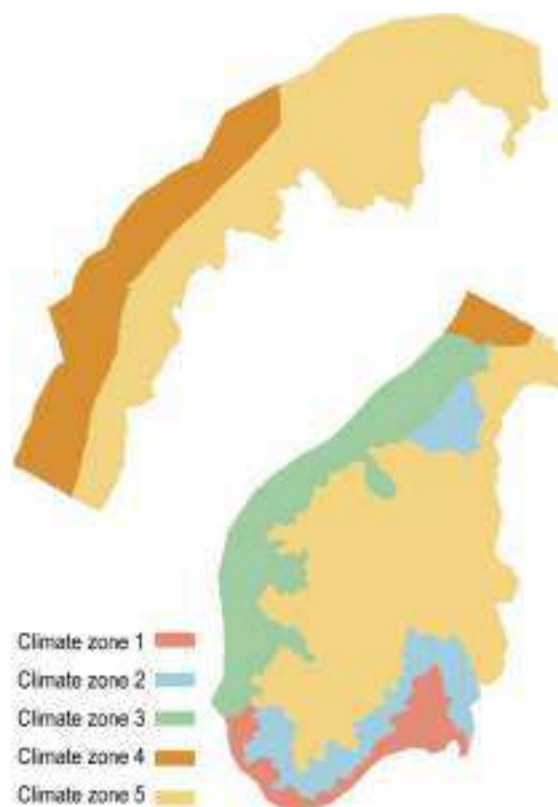
Il y a de nombreuses tempêtes de neige en hiver dans les montagnes et en particulier dans le nord de la Norvège. De nombreuses routes qui traversent les montagnes sont fermées et il y a des périodes où les véhicules ne peuvent traverser qu'en convoi à cause des tempêtes de neige.

2.2 Statistiques sur les températures, le gel, les précipitations

Pour l'entretien hivernal, le pays peut être divisé en cinq zones climatiques, comme le montrent les tableaux ci-après.

Les paramètres climatiques dans les différentes zones

Zone climatique					
	1	2	3	4	5
Durée de l'hiver en jours	152	173	157	206	201
Épaisseur de la neige	41 cm	55 cm	41 cm	63 cm	72 cm
Précipitations de neige	158 mm	225 mm	258 mm	332 mm	248 mm
Précipitations de pluie	830 mm	734 mm	1632 mm	860 mm	603 mm
Temp. moyenne janv. °C	-3	-6	0,7	-3,3	-7,8
Temp. moyenne mars °C	1,1	-1,4	2,6	-1,6	-3,3



2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

Un système d'indices hivernaux a été établi en 2003. L'indice était un calcul théorique du besoin en interventions d'entretien hivernal. Il était en cours d'essai et les nombres, théoriques et réels, des interventions étaient comparés. Des informations sur les précipitations, le vent, les variations de température autour de zéro, l'humidité, etc., étaient recueillies auprès des stations météorologiques de la région. Puis, l'ordinateur calculait le nombre théorique d'interventions d'entretien hivernal nécessaires en se basant sur les informations météorologiques réelles. La conclusion des tests était que la qualité du modèle n'était pas suffisamment bonne pour que celui-ci soit utilisé pour compenser le paiement des contrats hivernaux.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

■ Obligation légale de réaliser un entretien hivernal

Selon la *Loi sur les routes norvégiennes*, le ministère du Transport et de la Communication donne des directives d'entretien pour les grands axes et les routes nationales. Le gouvernement finance cet entretien. L'Administration norvégienne des routes publiques (ANRP) agit au nom du ministère de la Communication. L'ANRP gère aussi les activités d'entretien des routes départementales pour les comtés.

L'entretien des routes est financé par trois sources différentes : (i) L'État (grands axes et routes nationales), (ii) les comtés et (iii) les municipalités.

■ Classement des routes – Niveaux de service - Optimisation des circuits

Les classes de route sont les suivantes :

- Les routes nationales relient les différentes parties du pays ainsi que la Norvège aux autres pays, elles relient les différents comtés aux centres importants et elles constituent les principales routes de transport de marchandises et de circulation dans le pays;
- Les routes départementales amènent la circulation depuis la campagne vers les routes nationales et les centres des comtés;
- Les routes municipales canalisent la circulation résidentielle et d'entreprise des villes et des municipalités vers les autres routes;
- Les routes privées comprennent les routes forestières et les chemins de campagne.

■ Normes de qualité, indicateurs de performance

Niveau de service

Le niveau de normalisation de l'entretien des grands axes et des routes nationales est décrit selon l'importance des routes et la moyenne annuelle du débit journalier de la circulation. La sécurité de la circulation, le volume de la circulation (trafic journalier moyen annuel TJMA) et les effets environnementaux sont les paramètres retenus pour établir la norme la plus rentable. Le niveau de service pour les routes nationales en Norvège est décrit dans le manuel de l'entretien, le manuel 111 « Norme d'entretien et d'interventions » publié en août 2012. Les routes départementales et les routes municipales ont leurs propres niveaux de service. Voici une traduction du manuel 111 :

Proposition d'entretien hivernal :

L'entretien hivernal doit obtenir :

- Des routes sûres et accessibles aux usagers pendant l'hiver avec un minimum d'impact sur l'environnement.
- La visibilité, respecter la fonction d'équipement routier sûr et accessible.
- Une visibilité correcte pour tous les usagers de la route.
- Une accessibilité aux équipements routiers pour le personnel d'entretien.

L'entretien hivernal devrait raccourcir les périodes pendant lesquelles la route est dans des conditions adverses pour cause de neige et de verglas et également garantir une adhérence sûre et une souplesse adéquate de la chaussée pendant les périodes où la chaussée est couverte de neige et de verglas.

Les zones réservées aux piétons et aux cyclistes devraient être praticables et présenter un aspect attrayant pour les usagers de façon à ce que ces derniers utilisent ces voies plutôt que la chaussée.

Cycle d'entretien

Le niveau de service pour l'entretien hivernal est défini comme un cycle d'entretien par rapport à la période précédente, actuelle et ultérieure à un événement météorologique.

Un phénomène météorologique est la condition atmosphérique ou le changement de conditions météorologiques qui affecte et change les conditions de la route en hiver. Les phénomènes météorologiques sont étroitement liés aux précipitations, aux gelées blanches au vent ou aux changements de températures. Afin d'établir s'il s'agit d'un phénomène météorologique, il faut se baser sur une évaluation de la magnitude des changements de l'état de la route par rapport à l'usage des ressources nécessaires pour l'entretien de la condition de la route qui est spécifiée dans la norme (condition de route approuvée). Il devrait y avoir des procédures spécifiques disponibles pour déterminer et prévenir du début et de la fin des phénomènes météorologiques.

Les états de la route approuvés définissent l'état de la route qui devrait être maintenu entre deux phénomènes météorologiques et vers lequel on devrait tendre pendant les épisodes hivernaux.

	Cycle d'entretien			
	Avant l'épisode météorologique		Pendant l'épisode	Après l'épisode
	État stable	État d'alerte		Dégagé
Condition de la route	Conditions de la route validées	Conditions de la route validées	Déviations validées par rapport aux conditions de validation	Réajustement des conditions de validation de la route dans les délais stipulés
Activité	Contrôler Maintenir les conditions de la route validées	Contrôler Maintenir les conditions de la route validées Travaux de prévention	Réduction de la déviation des conditions de validation de la route Contrôler	Rétablissement des conditions de validation de la route Contrôler
Niveau de service	Les conditions de validation devraient être réunies	Les conditions de validation devraient être réunies	Déviations des conditions de validation : les interventions doivent être faites afin d'arriver au niveau fixé	Déviations des conditions de validation : les interventions doivent être faites afin d'arriver au niveau fixé

Si sur un tronçon de route, les conditions de la route validées sont respectées, il n'y a aucune intervention de main d'œuvre pendant l'évènement météorologique.

Si les exigences établies pour les conditions de validation de la route ne sont pas respectées dans un tronçon de la voie, il y aura une intervention de main d'œuvre pendant l'évènement météorologique et les ressources d'entretien hivernal devront être activées.

Classement de l'entretien hivernal

L'entretien hivernal doit être effectué selon un classement de tronçons de route et suivant le classement de l'entretien hivernal. Le classement de viabilité hivernale suivant est utilisé :

Type d'entretien hivernal	Spécifications générales - conditions de validation de la route
WmA	Surface de route propre – humide ou sèche
WmB	Surface de route propre – humide ou sèche La neige compacte et la surface gelée entre les traces de pneus pendant une période de temps limitée sont acceptées
WmC	Surface de route propre – humide ou sèche par temps doux – neige compacte et verglas à la surface pendant les périodes de froid
WmD	Neige compacte et verglas à la surface
WmE	Neige compacte et verglas à la surface La friction sur route est acceptée jusqu'à 0,20

Le classement d'un tronçon de route est principalement basé sur le volume de trafic (IMD), comme indiqué ci-dessous.

Classe	IMD			
	0 – 1500	1500 – 5000	5000 – 20000	20000 –
WmA				
WmB				
WmC				
WmD				
WmE				

Le classement des tronçons de route dans les classes d'entretien devrait toujours prendre en compte, en plus de l'IMD, la catégorie de la route (route nationale, régionale, locale), la composition du trafic, les routes de transport public, l'alignement et la largeur de la route, le climat, les accidents de la circulation et les problèmes environnementaux.

La route doit être ininterrompue selon la même classe de viabilité hivernale pour tout le circuit. Les changements fréquents dans la classe d'entretien hivernal doivent être évités.

La transition entre les différentes classes de viabilité hivernale devrait se situer dans les endroits où la transition ne crée pas de difficultés pour les usagers de la route. Les habitudes d'entretien hivernal dans une transition doivent être effectuées avec précaution afin de minimiser l'effet du changement de règles sur les usagers de la route.

Ci-après sont décrites pour chaque classe de viabilité hivernale les exigences pour la condition validée de la route, les méthodes pour améliorer la friction et les ressources apportées dans les équipements nécessaires lors d'événements météorologiques.

Méthode pour valider la friction	Déglçage par produits chimiques. Lorsque le déglçage n'est pas possible, il doit être effectué selon des spécifications.
Validation des conditions de la route	
Conditions de la route	Surface de la route propre (humide ou sèche)
Friction – générale	Surface de la route propre
Friction – tronçons spéciaux de routes	Surface de la route propre
Neige / Surface gelée : Épaisseur Dénivelé	Selon des spécifications spéciales
Utilisation des ressources lors de phénomènes météorologiques	
Cycle maximum pour le déneigement	1,5 heures
Cycle maximum pour le déglçage	1,5 heures
Temps de restauration des conditions validées	IMD>6000: 2 horas IMD<6000: 4 horas

Niveau d'entretien hivernal classe WmB

Méthode d'amélioration de la friction	Déglçage par produits chimiques. Lorsque le déglçage n'est pas obtenu, il convient d'utiliser du sable.
Validation des conditions de la route	
Conditions de la route	Superficie de la route propre – humide ou sèche sur les traces de pneus. On accepte la neige compacte et le verglas sur la surface entre les traces de pneus pendant une période de temps limité, neige folle de moins d'1 cm.
Friction – générale	Supérieure à 0,25
Friction – sections spéciales de route	Supérieure à 0,30
Neige / Surface gelée : Épaisseur Dénivelé	Inférieure à 2,0 cm Inférieure à 1,5 cm
Utilisation des ressources lors de phénomènes météorologiques	
Cycle de temps maximum pour le déneigement	2 heures
Cycle de temps maximum pour le déglçage	2 heures
Temps de rétablissement des conditions validées	Sur traces de pneus : 2,5-5 heures Sur la route dans son ensemble : 1-5 jours

Entretien hivernal WmC

Méthode pour améliorer la friction	Sable Fondants chimiques lors de chutes de neige légères ou lors des périodes tempérées
Validation des conditions de la route	
Conditions de la route	Surface de la route propre – humide ou sèche lors de temps doux – neige compacte et surface gelée lors de périodes de froid, neige folle moins de 2cm
Friction – général	Supérieure à 0,25
Friction – sections spéciales de la route	Supérieure à 0,30
Neige/Surface gelée : Épaisseur Dénivelé	Moins de 2,0 cm Moins de 1,5 cm
Utilisation des ressources lors de phénomènes météorologiques	
Cycle de temps maximum pour le déneigement	2,5 heures
Cycle de temps maximum pour le déglçage	3 heures
Temps de rétablissement des conditions validées	3 heures

Entretien hivernal classe WmD

Méthodes pour améliorer la friction	Sable Fondants chimiques sur verglas de faible épaisseur et givre
Validation des conditions de la route	
Conditions de la route	Neige compacte et verglas sur la surface, moins de 2 cm de neige folle
Friction – général	Supérieure à 0,25
Friction – Sections spéciales de route	Supérieure à 0,30
Neige/Surface gelée : Épaisseur Dénivelé	Inférieure à 3,0 cm Inférieure à 1,5 cm
Utilisation des ressources lors de phénomènes météorologiques	
Cycle de temps maximum pour le déneigement	3 heures
Cycle de temps maximum pour le déglçage	4 heures
Temps de rétablissement des conditions validées	4 heures

Entretien hivernal classe WmE

Méthodes pour améliorer la friction	Sable Fondants chimiques sur verglas de faible épaisseur et givre
Validation des conditions de la route	
Conditions de la route	Neige compacte et verglas sur la surface, moins de 3 cm de neige folle
Friction – général	Supérieure à 0,20
Friction – Sections spéciales de route	Supérieure à 0,25
Neige/Surface gelée : Épaisseur Dénivelé	Inférieure à 3,0 cm Inférieure à 1,5 cm
Utilisation des ressources lors de phénomènes météorologiques	
Cycle de temps maximum pour le déneigement	3 heures
Cycle de temps maximum pour le déglacage	4 heures
Temps de rétablissement des conditions validées	4 heures

Le déneigement doit être effectué sur les bas-côtés de routes, ainsi que sur les voies et près des éléments de route comme les systèmes latéraux de protection, les bordures, etc. L'accessibilité et la sécurité doivent être maintenues à tous les croisements et les arrêts de bus se trouvant le long de la route. La neige ne devrait pas s'accumuler pour ne pas gêner la visibilité.

Lors des périodes de dégel, la neige devra être éliminée des fossés afin de permettre à l'eau de s'écouler librement.

Aux arrêts de bus, le déneigement doit respecter la hauteur standard entre la chaussée et la zone de passagers.

Dans le cas des arrêts de bus et les zones de stationnement, on peut déroger aux normes pour ce qui est de la surface libre de route à condition que la friction sur la neige et le verglas soit supérieure à 0,25.

Des conditions spéciales seront appliquées pour les tronçons de route en zone de haute montagne.

Zones piétonnes et cyclables

L'entretien hivernal doit être effectué conformément à un classement de la zone dans des types d'entretien hivernal. Les types d'entretien hivernal suivants sont utilisés :

Classe d'entretien hivernal	Spécifications générales – Conditions de la route validées
WmA-PC	Zone urbaines avec beaucoup de piétons et de cyclistes, circuits principaux pour cyclistes, zones spécialement équipées pour les personnes à mobilité réduite.
WmB-PC	Zones piétonnes et cyclables

Les conditions pour valider l'état de la route, les méthodes pour améliorer la friction et la validation des ressources nécessaires d'équipements lors de phénomènes météorologiques sont indiquées pour une classe de viabilité hivernale dans un format décrit ci-dessous.

Entretien hivernal WmA-PC

Méthode pour améliorer la friction	Déglaçage avec des produits chimiques, déneigement avec balayage ou chasse-neige et dans la mesure du possible, utilisation de sable.
Validation des conditions de la route	
Conditions de la route – durant la journée	Surface de la route propre (ou neige/verglas, max. 1cm de neige folle lorsque le déglacage n'est pas possible)
Friction – durant la nuit	Surface de la route propre (ou friction supérieure à 0,30 de neige lorsque l'utilisation de fondants n'est pas possible)
Neige/surface gelée :	Dénivelé inférieur à 2 cm
Pente	La même que les surfaces propres
Utilisation de ressources lors de phénomènes météorologiques	
Cycle de temps maximal pour le déneigement	Comme sur une route adjacente mais pas plus de 2 heures
Cycle de temps maximal pour le déglacage	Comme sur une route adjacente mais pas plus de 2 heures
Temps de rétablissement des conditions validées	Comme sur une route adjacente mais pas plus de 2 heures

Entretien hivernal WmB-PC

Méthode pour améliorer la friction	Sable Déglaçage avec des produits chimiques sur des sables avec des indicateurs de difficulté
Validation des conditions de la route	
Conditions de la route – pendant la journée	Neige/Surface gelée avec maximum 1cm de neige folle
Friction – pendant la nuit	Supérieure à 0,30
Neige/Surface gelée :	Dénivelé inférieur à 2 cm
Pente	Comme pour les surfaces propres
Utilisation des ressources lors de phénomènes météorologiques	
Cycle de temps maximal pour le déneigement	Comme pour une route adjacente mais pas plus de 3 heures
Cycle de temps maximal pour le déglacage	Comme pour une route adjacente mais pas plus de 3 heures
Temps de rétablissement des conditions de la route validées	Comme pour une route adjacente mais pas plus de 3 heures

Dans les escaliers, les rampes d'accès et les plateformes, la neige et le verglas doivent être nettoyés.

La hauteur des bords de verglas dans les zones avec des systèmes de sol chauffants doit être inférieure à 2 cm.

Entretien hivernal pendant l'été

Des plans locaux pour le développement de l'entretien hivernal doivent être prévus lorsque des phénomènes météorologiques hivernaux se produisent en été. La période entre deux saisons d'hiver est classée comme suit :

Saison d'hiver : préparation en attente
Réduction de la préparation en attente
Aucun dispositif de préparation en attente
Réduction de la préparation en attente
Saison d'hiver : préparation en attente

La durée des périodes avec une réduction de la disposition d'attente est définie en fonction des besoins locaux.

Durant les périodes où la préparation en attente est réduite, au moins une déneigeuse pour 100 km de route devrait être disponible pour déneiger et épandre les fondants/sable. Des exigences plus importantes peuvent être appliquées en fonction des besoins locaux. Le temps de mobilisation de la machine lors des périodes avec une réduction de la préparation ne devrait pas excéder les 5 heures.

Travaux spéciaux d'hiver

Dégagement après une avalanche de neige

Le dégagement et les réparations doivent être effectués dès qu'il n'y a plus de danger.

Les réparations permanentes doivent être effectuées dès que possible

- Régulations spéciales concernant l'entretien hivernal

Produits de déglacage

Le chlorure de sodium (Na Cl) est utilisé pour le déglacage chimique et lorsque l'état validé de la route est « route propre ». Du sable, des graviers ou des pierres concassées sont utilisées lorsque l'état validé de route est « surface avec neige/verglas ». La quantité totale de sable utilisée ces cinq dernières années se situe entre 400.000 et 550.000 t par an. Le sel a été utilisé sur le réseau routier norvégien avant 1970 et l'est actuellement

sur 8.000 km de réseau. Ces cinq dernières années, la quantité totale de sel utilisée se situe entre 160.000 et 240.000 tonnes par an.

Les prestataires de services peuvent utiliser du Na Cl comme sel sur les routes. D'autres types de sel peuvent être utilisés une fois qu'ils ont été validés par la NPRA.

Pneus cloutés

Les pneus cloutés étaient fréquemment utilisés jusqu'à la fin des années 90. Cependant, un changement s'est opéré suite au progrès des mesures de friction, aux effets plus positifs de pneus non cloutés et pour des raisons environnementales. 75% de la population norvégienne utilise des pneus cloutés. Les pneus cloutés provoquent de la poussière et la pollution de l'air se mesure dans la journée dans cinq grandes villes. Ces mesures sont utilisées pour les restrictions locales si besoin. Dans les plus grandes villes, le taux de voitures utilisant des pneus cloutés est sensé ne pas dépasser les 20%. Les trois plus grandes villes ont presque atteint leur objectif et les pneus cloutés n'ont pas été utilisés par 70% des véhicules au cours de la saison d'hiver 1999/2000. Dans deux des plus grandes villes, les usagers devront s'acquitter d'un droit pour l'usage de pneus cloutés. Il s'agit d'une mesure prise par les municipalités pour s'assurer qu'il n'y ait pas plus de 20% de véhicules qui utilisent des pneus cloutés.

Pendant l'été, l'usage de pneus cloutés n'est pas permis et les usagers qui n'obéissent pas à cette règle sont verbalisés. L'usage de pneus d'été en hiver n'est pas sanctionné, cependant, si l'adhérence sur la route n'est pas obtenue en hiver, les usagers sont verbalisés. Les limites de vitesse en hiver ont baissé pour réduire le taux d'accidents et jusqu'à présent, des résultats satisfaisants ont été obtenus.

Heures de travail

Il existe une « loi pour le cadre de travail », qui établit un nombre d'heures de travail maximum et une « loi de conduite et de repos » pour les conducteurs professionnels. Les prestataires de services doivent respecter toutes les lois et le cas échéant, demander des exceptions.

Équipement pour l'entretien hivernal

Il n'y a pas de normes spécifiques pour les équipements de viabilité hivernale, ils doivent suivre les règles et les régulations standards pour chaque type d'équipement. En cas de besoin, les prestataires de services peuvent demander des exceptions pour les chasse-neige et les autres équipements plus larges que les véhicules habituels. C'est également le cas pour l'éclairage spécial des camions chasse-neige. Les véhicules d'entretien doivent utiliser des voyants de signalisation pendant les opérations au cas où ils ne suivraient pas les règles de la circulation.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

■ Organisation de l'entretien hivernal

L'Administration norvégienne des routes publiques (ANRP) est responsable de :

- La planification, la construction, l'entretien et le fonctionnement des réseaux de routes nationales et régionales;
- Le contrôle des véhicules et les normes;
- La formation et les permis des utilisateurs.

L'ANRP dépend de la direction des Routes qui est une agence autonome relevant du ministère du Transport et des Communications. L'ANRP comprend 5 bureaux régionaux et 20 bureaux de district/comté. Depuis le 1^{er} janvier 2003, tous les travaux de construction, d'exploitation et d'entretien des routes sont soumis à une procédure d'appel d'offres et attribués en fonction de critères concurrentiels.

■ Coopération avec d'autres niveaux d'organisation de la gestion des routes

Pour les questions relatives aux routes nationales, l'ANRP est sous la direction du ministère du Transport et des Communications. Pour celles qui touchent les routes départementales, le responsable des Routes départementales est soumis à la législature du comté.

■ Gestion opérationnelle de l'entretien en hiver

- Les entrepreneurs sont responsables de respecter la norme d'entretien et ils doivent planifier, contrôler et prendre les initiatives nécessaires. L'entrepreneur ne peut pas décider tout seul de fermer une route. Les routes ne peuvent être fermées qu'avec la validation de l'ANRP;
- L'entrepreneur doit préparer et suivre un plan pour les interventions en hiver. Ce plan doit comprendre : le personnel, les équipes sur appel, l'équipement, les installations de stockage, les itinéraires, les routes prioritaires, les endroits nécessitant une attention spéciale, etc.;
- Les entrepreneurs doivent tenir un journal pour tous les contrôles et tous les appels du public. Ils doivent y inscrire chaque activité, toutes les consommations de produits abrasifs et de sel et le nombre de kilomètres déneigés;
- Selon le contrat, les conducteurs et les opérateurs d'équipement de déneigement et de salage doivent recevoir une formation avant de pouvoir commencer leurs activités. Cette formation est donnée par l'ANRP.

■ Fermetures de route et restrictions de la circulation

Pour la plupart, les véhicules sont équipés de pneus cloutés. En raison de la pollution de l'air (poussière), il y a des restrictions

d'utilisation des pneus cloutés dans les plus grandes villes. Dans certaines villes, les véhicules qui sont équipés de pneus cloutés doivent payer une taxe. Cette taxe, associée aux campagnes d'information a fait baisser l'usage des pneus cloutés dans ces villes, mais dans les régions rurales, leur usage est encore élevé.

Tous les camions, remorques et bus doivent avoir des chaînes à bord s'il y a un risque de routes glissantes.

Les routes traversant les montagnes peuvent être fermées temporairement durant les chutes de neige. Parfois, les véhicules ne peuvent passer qu'en convoi entre deux chasse-neiges.

Certaines routes traversant les montagnes sont fermées pendant l'hiver. Elles seront ouvertes en mai ou juin. 21 routes nationales et dix routes départementales traversant les montagnes sont fermées de l'automne au printemps. Un équipement particulier est nécessaire pour ouvrir une route qui a été fermée pendant tout l'hiver. La couche de neige peut atteindre plus de 4 mètres d'épaisseur. Un engin spécial pour couper la neige a été mis au point. Il se monte sur une excavatrice. L'excavatrice est équipée de chaînes et elle peut monter sur la neige et la couper couche par couche. Lorsque le dessus de la couche de neige peut être atteint depuis la chaussée, l'appareil est monté sur une chargeuse pour les dernières couches.

Pour ouvrir en été les routes de montagne fermées, on a mis au point un système basé sur GPS pour trouver la route; il fonctionne très bien. Il remplace les piquets qui étaient utilisés jusqu'à présent.

Les avalanches constituent un gros problème sur de nombreuses routes le long de la côte et dans le Nord. Celles-ci peuvent être fermées en périodes de danger d'avalanche. Dans certains cas, l'ANRP provoque l'avalanche en utilisant de la dynamite. Les entrepreneurs qui travaillent sur des routes qui sont exposées au danger d'avalanches doivent recevoir une formation qui est donnée par l'ANRP.

Certaines routes et certains ponts le long de la côte peuvent aussi être fermés durant les tempêtes. Certains ponts sont fermés automatiquement lorsque le vent atteint une vitesse déterminée.

■ Système et méthode d'informations routières

Informations météorologiques

Il y a un accord entre l'Administration des routes publiques norvégiennes (ANRP) et l'Institut météorologique norvégien (met.no). Met.no fournit à l'ANRP des prévisions météorologiques et

des données climatiques à la valeur du marché. Cela comprend les prévisions suivantes de met.no :

- Prévisions graphiques de la vitesse du vent, de la direction du vent, des précipitations, de la température de l'air, de la pression atmosphérique, de la température du point de rosée et de la couverture nuageuse;
- Prévisions écrites;
- Vent, température et zones de précipitation au niveau du sol et à 1500 m au-dessus du niveau de la mer;
- Images météorologiques par radar;
- Images par satellite;
- Prévisions indépendantes en cas de situations météorologiques particulières, comme la pluie verglaçante.

Ces services couvrent tout le pays et sont fournis de façon régulière toute l'année. L'ANRP achète aussi des services spéciaux pour certaines parties du pays, comme des prévisions météorologiques écrites spécialement pour Oslo et des prévisions spéciales sur la pollution de l'air dans 5 villes en hiver.

En plus des prévisions, beaucoup de données historiques sont achetées pour différents projets. À titre d'exemple, l'élaboration d'un indice hivernal des conditions norvégiennes nécessite beaucoup de données historiques. Ces données sont disponibles en tableaux et reportées sur des cartes.

Les prévisions achetées régulièrement sont diffusées auprès des utilisateurs internes via l'intranet de l'ANRP et présentées dans une application Internet aux entrepreneurs externes.

Les pronostics graphiques, les prévisions écrites, les zones météorologiques sont mis à jour trois fois par jour. Les images par radar sont mises à jour toutes les 15 minutes. Les images par satellite sont mises à jour quatre fois par jour.

L'ANRP dispose d'environ 250 stations d'informations météorologiques routières dans tout le pays. La plupart des stations ont des détecteurs de :

- température d'air;
- humidité relative;
- précipitations;
- température de la surface de la route.

Certaines stations ont aussi des détecteurs de

- conditions de surface de la chaussée;
- direction du vent;
- vitesse du vent;
- émission ondes longues;
- vidéo.

Met.no utilise aussi des données venant des stations d'informations météorologiques routières dans deux comtés

(environ 23 stations) pour fournir à ces comtés des prévisions à travers le système Vaisalas IceCast (prévisions des conditions de chaussée).

À ce jour, seulement les deux comtés utilisant le système IceCast ont accès aux prévisions de température de la surface de la route et des conditions de chaussée. Il est très souhaitable que tous les comtés aient accès à des prévisions similaires. Il est aussi souhaitable d'avoir une forme de prévisions liées aux images météorologiques par radar.

- Période de prévision : selon le document ci-dessus, deux de nos comtés disposent de prévisions météorologiques de température de la route. Il existe deux modèles différents dans leur système (IceCast), l'un à une période de prévision de 3 heures, l'autre de 24 heures. Étant donné qu'il y a peu de stations qui sont connectées à un tel système de prévision, le rapport total est très bas. A Rogaland où il y a 19 stations sur le terrain, 8 d'entre elles sont des stations de prévision. À Oslo, on dispose de 3 stations et elles sont toutes utilisées comme stations de prévision.
- Les cartes thermiques ont été utilisées pour délimiter les zones difficiles. Ces données étaient utilisées pour déterminer où placer les stations SIMR. Ces stations sont placées aux endroits où la route devient glissante en premier, sous la forme de plaques de verglas ou de chutes de neige précoces. Il y a deux stations dans chaque district d'entretien.
- On ne porte pas d'attention spéciale aux zones rechargées, car ces réparations se font durant la saison chaude et que ce nouveau pavage n'est pas censé être plus glissant que celui qui a été remplacé.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Plusieurs projets d'étude et de développement sont lancés chaque année. Au cours de la période 1991-1994, une étude a été réalisée dans tout le pays pour examiner l'effet du salage des routes sur la sécurité de la circulation. Le résultat a montré que le salage des routes réduit le nombre des accidents déclarés à la police de 20 %. Une étude des effets environnementaux du sel sur la zone autour des routes a été réalisée entre 1992 et 1996.

■ La qualité de l'entretien grâce à la concurrence entre les entrepreneurs

L'entrepreneur doit faire un rapport à l'ANRP s'il n'a pas atteint les prescriptions de la norme d'entretien. L'ANRP effectue des contrôles aléatoires pour voir si l'entrepreneur a rempli son contrat. Le contrôle se concentre sur l'utilisation par l'entrepreneur de son système de qualité. Si la performance ne correspond pas à la spécification, on peut appliquer une

déduction de paiement à titre de pénalité. L'importance de la pénalité dépend du fait qu'il s'agit d'un problème répété, de la gravité du problème, s'il représente un danger pour les usagers de la route et combien d'argent l'entrepreneur a économisé en ne faisant pas le travail.

Le contrat d'entretien est attribué en fonction d'une procédure d'appel d'offres concurrentielle. Les entrepreneurs et leurs performances sont évalués par l'ANRP deux fois par an. Le nombre de pénalités fait partie de ce rapport. Ces informations peuvent être utilisées dans le processus d'évaluation des offres.

3.4 Sécurité et information routières

■ Information des usagers de la route

Les centres d'information sur la circulation donnent des informations deux fois par jour aux médias sur les conditions routières et les fermetures de route dans les montagnes. Ces informations sont aussi disponibles sur Internet et en télétexte. Les stations de radio nationales donnent des informations sur la circulation tous les matins et tous les soirs. Les usagers peuvent aussi composer le 175 pour demander des informations à jour sur les conditions de la chaussée; dans le cas de situations particulières, la radio RDS informe les conducteurs.

Les stations de radio locales ont très souvent des émissions sur le thème de la circulation aux heures d'affluence sur les routes. Elles donnent des informations sur la situation de la circulation, sur les routes principales, entre les diffusions de musique, et elles donnent d'autres informations liées à la circulation. Ces émissions sont assez populaires. Elles sont diffusées le matin et le soir pendant la semaine, de même que le dimanche soir et pendant les vacances d'hiver et celles de Pâques.

■ Les systèmes améliorant la sécurité de la circulation

L'ANRP est responsable à la fois de l'entretien et de la sécurité des routes. Le service de la Circulation à l'ANRP est responsable des permis de conduire, du contrôle des véhicules et de l'entretien des routes. Ce service a la responsabilité d'enquêter sur les accidents et d'essayer de réduire leur nombre. Réunir tous ces spécialistes des différents aspects de la sécurité de la circulation dans un même service permet d'améliorer la sécurité de la circulation.

Les frais liés à l'entretien hivernal représentent environ 20 % du budget de l'entretien routier du pays. Cette proportion est supérieure dans le Nord. L'entretien en hiver a beaucoup d'importance pour la sécurité de la circulation. La sécurité de la circulation est la priorité. Si les frais pour l'hiver sont plus élevés que prévu, l'argent sera tiré du budget des activités de l'été pour compenser.

4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Nouvelles technologies

Ces dernières années et encore actuellement, plusieurs projets sont en cours, en vue d'étudier :

- l'amélioration des méthodes d'épandage de sable chauffé avec de l'eau chaude ;
- de nouvelles méthodes pour améliorer l'élimination de la neige et de l'eau ;
- les effets du sel et du sel résiduel sur les routes ;
- les effets des différents types de sel et des méthodes de salage ;
- les effets du sel lorsque la température baisse et lors de chutes de neige ;
- les méthodes et le matériel permettant de mesurer le frottement ;
- un usage plus répandu d'ITS dans le système d'entretien hivernal et le système de suivi des contrats d'entretien.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

La gestion de l'entretien des routes au moyen de contrats est relativement nouvelle dans l'organisation. Le pays est divisé en 107 zones correspondant à autant de contrats d'entretien. Chaque contrat couvre une zone composée d'un mélange de grands axes, de routes nationales et régionales. Le contrat contient presque toutes les opérations et l'entretien le plus courant. Les premiers contrats octroyés sur appel d'offres ont commencé sur les routes le 1^{er} septembre 2003. Pour former le personnel du client, un cours spécial a été organisé. Trente employés sont formés tous les six mois. Ils sont réunis 7 fois et ils reçoivent 3 jours de formation chaque fois. Ils sont convoqués 7 fois et suivent 3 jours de formation chaque fois. Du matériel éducatif a été élaboré pour les tâches hivernales et tous les prestataires de services sont formés. A partir de 2012, tous les opérateurs d'hiver faisant l'objet de nouveaux contrats doivent participer pendant 3 jours à un cours théorique sur l'entretien hivernal avec un test final. Pour passer l'examen, ils doivent répondre à 40 questions sur 50. Le cours comprend également 1 jour d'instruction pratique pour l'équipement d'été utilisé dans le contrat.

Les documents contractuels et les systèmes de suivi sont révisés et améliorés chaque année. La banque de données sur les routes est améliorée pour être mieux adaptée à la nouvelle situation.

4.3 Coopération transnationale pour améliorer les niveaux de service entre les pays voisins

Plusieurs visites et voyages d'études ont été effectués dans les pays voisins ainsi que dans les pays éloignés qui ont organisé leur entretien de manière similaire. Les études avaient pour objectif d'apprendre des organismes visités et de profiter de leur expérience dans l'intention d'adapter les meilleures idées dans nos systèmes.

Il est habituel pour les pays scandinaves d'inviter leurs voisins à des séminaires pour partager les expériences. L'Association des routes nordiques, qui peut être comparée à l'AIPCR a incorporé cette pratique dans son système.

5. Références

Pour de plus amples informations sur la Norvège :

<http://odin.dep.no/>

L'adresse du site Internet de DNMI est : <http://www.met.no>



NOUVELLE-ZÉLANDE



1. Démographie et routes

1.1 Informations sur le pays

La Nouvelle-Zélande (NZ) est un état insulaire situé au sud-est de l'Océan Pacifique constitué de deux principales masses terrestres, l'île nord et l'île sud et de nombreuses îles plus petites comme l'île Stewart et les îles Chatham, parmi les plus connues. La superficie total des îles Nord et Sud est de 268.021 kilomètres carrés. L'île Sud est la plus grande et est divisée sur toute sa longueur par les Alpes du Sud, avec 18 sommets à plus de 3.000 mètres et dont le plus haut est à 3.754 mètres. L'île Nord est moins montagneuse, mais se caractérise par une zone volcanique très active au centre, avec le sommet le plus haut à 2.797 mètres. La population est d'environ 4,4 millions d'habitants dont 78% vivent sur l'île Nord. Auckland est la zone la plus peuplée, avec 1,4 millions d'habitants.

1.2 Réseau routier et trafic

L'Agence de Transport de Nouvelle-Zélande (NZTA) est une entité gouvernementale et traite des nombreuses questions relatives au transport, y compris la gestion des 10.895 kilomètres de réseau routier de l'état. Il existe 73 municipalités et conseils de district en charge de 82.000 km de routes locales, dont l'entretien et la construction sont subventionnés par le gouvernement à travers la NZTA. Le réseau routier de l'état supporte 50% de l'ensemble du trafic de la Nouvelle Zélande.

Ce sont 19.000 millions de kilomètres parcourus chaque année par les véhicules (VKT) sur les routes de l'état et 21.000 millions sur les routes locales. Les routes de l'état dans la zone d'Auckland supportent 21% du VKT. L'entretien des routes de l'état est adjudiqué au moyen d'appels d'offres basées sur une variété de modèles de contrats couvrant des zones géographiques spécifiques, y compris des alliances, des contrats basés sur les résultats, des contrats traditionnels et enfin un contrat hybride basé sur les résultats partiels. À l'heure actuelle, les contrats basés sur les alliances et le rendement ont une durée moyenne de 10 ans et les autres, de façon générale, une base de 3 + 1 + 1. Les municipalités et les conseils de district suivent les mêmes procédures d'adjudication.



Routes d'état de l'île Nord (Source NZTA)



Routes de l'état de l'île Sud (Source NZTA)

2. Climat

2.1 Description générale des zones climatiques

Le climat de NZ varie et peut être subtropical à l'extrême nord, ou tempéré froid dans l'extrême sud. Les Alpes du Sud constituent une barrière naturelle contre les vents prédominants de l'ouest qui divise l'île sud en différentes régions climatiques, la côte ouest étant la zone la plus humide et la zone est, à guère plus de 100 kilomètres, la plus sèche.

Le plateau volcanique au centre de l'île Nord et la zone montagneuse de l'île Sud sont soumis aux plus grosses chutes de neige en Nouvelle-Zélande. Les chutes sont rares dans les zones côtières même si occasionnellement, il neige à l'est et au sud de l'île Sud en hiver. Les gelées peuvent survenir dans tous les points de Nouvelle-Zélande, avec des nuits froides, des ciels dégagés et peu de vent.

Le climat tempéré de Nouvelle-Zélande fait que généralement, les températures hivernales ne restent pas en dessous de zéro au cours de la journée, avec des cycles journaliers de congélation/décongélation et des températures avoisinant les 0 °C.

2.2 Statistiques

La température moyenne oscille entre 10 et 15°C (50 à 60°F) l'hiver et entre 20 et 25 °C (68 à 77 °F) l'été. Les températures montent rarement au-dessus des 35 °C ou baissent rarement en-dessous de -10°C. La plus haute température enregistrée est de 42 °C et la plus basse, de -22°C. Les gelées se produisent principalement au centre de l'île Nord (près de 70 jours par an en moyenne) et sur toute la largeur de l'île Sud, avec une moyenne de 70 jours dans les zones côtières et jusqu'à 159 jours en moyenne à l'intérieur.

Le climat est très variable et peut offrir 4 saisons en un jour. Les mois les plus chauds vont de décembre à février et les plus froids de juin à août.

2.3 Indices hivernaux

En NZ aucune comparaison n'a été réalisée pendant les différents hivers à travers un système d'indexation. La NZTA définit trois périodes d'entretien hivernal :

1. Important (juin, juillet, août et septembre, lorsque les conditions probables sont modérées à très graves),
2. Minimum (mai et octobre pour des conditions légèrement sévères)
3. Faible (conditions bonnes à légèrement sévères)

Les conditions sont classées comme suit :

Bonnes : pas de gelées ni de verglas

Faibles : gelées et/ou neige légère

Modérées : conditions de verglas après la pluie ou la neige

Sévères : neige continue, verglas compact

Très sévères : neige compacte et dure / verglas avec nouvelles chutes de neige

3. Gestion de la viabilité hivernale

3.1 Règles et dispositions

La NZTA et les conseils locaux ont l'obligation légale de prendre toutes les précautions suffisantes pour assurer la sécurité générale de la population qui va jusqu'à identifier les dangers potentiels et les éliminer. Bien qu'il ne soit fait aucune allusion spécifique à la viabilité hivernale, il est évident que l'élimination des risques produits par la neige et le verglas est comprise dans ces obligations. Il existe également des compétences spécifiques pour fermer les routes, effectuer des réparations, éliminer des obstacles ou assurer la sécurité des usagers.

1A	Ouvert à tous les véhicules	Traitement de 24h
1B	Ouvert avec des restrictions comme l'usage de chaînes	
2A	Ouvert à tous les véhicules	Traitement de 7h à 19h. Traitement proactif avant 7h en cas de besoin
2B	Ouvert avec des restrictions comme l'usage de chaînes	
3	Route fermée jusqu'à ce qu'elle soit sûre	

La NZTA a développé différents niveaux de service en ce qui concerne les routes de l'état

Lorsqu'une route doit être fermée à cause d'une forte présence de neige ou de verglas, il existe un système de priorités basé sur l'importance de la route, qui est utilisé pour gérer le traitement et appliquer des solutions.

Les autorités locales routières possèdent leurs propres niveaux de service et de stratégies d'entretien.

3.2 Organisation et fonctionnement de la viabilité hivernale

Les services hivernaux routiers de l'état sont administrés par la NZTA. Les municipalités ou les conseils de district sont responsables des routes locales sur leur territoire. La NZTA est entièrement financée par le gouvernement pour tout ce qui touche aux questions routières et le gouvernement apporte son aide financière à travers la NZTA à toutes les autorités locales routières, l'équilibre étant garanti par la population à travers les biens immobiliers.

Les dépenses de NZ destinées à l'entretien et aux opérations routières sont de 300 millions de \$ pour les routes de l'état et près de 500 millions de \$ pour les routes locales.

Le réseau routier de l'état est administré au niveau régional et centré à Auckland, Hamilton, Wellington et Christchurch. Ces régions sont divisées en zone de travail contractuel.

Externaliser les contrats

Avec les appels d'offres concernant tous les travaux d'entretien, la NZTA établit la spécification du service, la remise et les résultats requis, y compris les niveaux de service. Les services hivernaux sont compris dans les contrats d'entretien. Au centre de l'île Nord et dans les zones de l'île Sud où les services hivernaux sont nécessaires, le modèle de contrat fait actuellement appel à des cabinets de conseil pour superviser et gérer le fonctionnement du réseau avec les fournisseurs qui réalisent les travaux physiques au quotidien.

Ces contrats sont actuellement basés sur un délai maximum de 5 ans. Les fournisseurs sont obligés de faciliter toutes les machines et les équipements nécessaires afin d'offrir les niveaux de services requis. Cela peut varier d'une région à une autre en fonction des besoins locaux.

Les stratégies opératives locales pour les services hivernaux sont compris dans les contrats et établissent le processus de gestion, le contrôle le traitement, et les processus de secours ainsi que des protocoles de communication plus détaillés.

Ces stratégies déterminent les aspects prioritaires à traiter et sont basées sur l'importance pour les usagers de la route et la communauté à laquelle elles servent. Lorsque les conditions météorologiques adverses poussent à fermer les routes, la priorité peut varier en fonction du temps nécessaire pour déterminer les routes principales comme les itinéraires bis.

Après une étude détaillée des opérations sur les routes de l'état afin d'atteindre une plus grande efficacité, la NZTA penche vers un système dans lequel les fournisseurs de services d'entretien

des routes, y compris la gestion de la neige et du verglas sont gérés directement par la NZTA. La durée du contrat s'étend généralement sur neuf ans. Le premier de ces contrats a été passé en 2013.

Gestion du verglas

Les préoccupations environnementales et publiques ont conduit à suspendre l'usage du sel comme fondant au début des années 80 et le sable a été utilisé comme unique traitement contre le verglas sur la route. Au milieu des années 90, l'acétate de calcium et de magnésium (ACM) a été introduit et est toujours largement utilisé sur le réseau routier et sur certaines routes locales. Un suivi de son application dans différents milieux pendant plus de 10 ans a prouvé que ce produit chimique n'avait aucun effet significatif.

L'ACM est utilisé sous sa forme solide et liquide dans pour des besoins dégivrants et fondants. La NZTA achète de l'ACM tous les ans en fonction de son historique d'usage et le distribue pour être stocké au niveau régional. Les stocks sont reconstitués le cas échéant pendant l'hiver avec des sacs d'une tonne. Cependant, des sacs de 25 kg sont distribués aux entrepôts périphériques qui ne disposent pas d'équipement pour manipuler les sacs d'1 t. Les taux d'application d'ACM varient en fonction des conditions météorologiques et chimiques résiduelles sur la route. Les taux d'application du prétraitement oscillent entre 7,55mg/m² pour des conditions de verglas faible jusqu'à 30mg/m².

L'ACM est utilisé dans des zones avec un taux significatif de verglas ou de neige sur les routes les plus importantes.

Les abrasifs ou le sable sont également utilisés seuls ou mélangés à l'ACM. Il s'agit du traitement principal sur les itinéraires ou les routes les moins importantes avec des conditions de verglas peu fréquentes.

Les ressources des fournisseurs comprennent des stations construites pour la diffusion du sable et de l'ACM.



Épandeur de sable



Épandeuse d'ACM liquide



Épandeuse d'ACM solide

Les entrepôts de fournisseurs se sont équipés de machines mélangeuse pour préparer l'ACM liquide. Un réservoir de stockage adjacent fournit des quantités suffisantes si besoin. Ce produit chimique liquide peut également être transporté dans un camion citerne directement sur le lieu voulu pour recharger les camions d'épandage sur leur circuit de traitement. Les fournisseurs sont obligés de calibrer toutes les épanduses avant l'hiver.



Station de mélange d'ACM

Gestion de la neige

L'équipement principal de déneigement utilisé est une pelle à montage frontal simple pour déneiger dans la mesure du possible, suivie d'un balai rotatif pour nettoyer les restes. L'ACM est utilisé pour briser toutes les couches de neige.

Suivi du traitement

Les fournisseurs ont introduit le GPS dans leurs flottes et la localisation de véhicules automatisée (AVL) est disponible à travers internet. Ce système indique lorsque les véhicules épandent les produits et capture les taux et l'emplacement d'épandage y compris le moment et le lieu d'action des chasse-neige.

Prévisions météorologiques routières

Les routes du centre de l'Île Nord et une bonne partie de l'Île Sud apparaissent sur une carte géothermique afin d'indiquer les variations spatiales des températures de la surface de la route. La carte a également classé les domaines variables climatiques en 11 catégories sur l'Île Sud et 6 au centre de l'Île Nord.

Pour développer les prévisions de verglas sur les routes à travers tout le pays il fallait établir un réseau de stations météorologiques automatiques. Le classement des domaines climatiques a permis le positionnement stratégique de ces stations météo.

Le NZTA a décidé de ne pas construire et de ne pas posséder de stations météo propres mais de sous-traiter l'information requise et les données météorologiques. Le Service National Météorologique des routes est actuellement responsable du MetService NZ, qui a installé le réseau de stations météo pour fournir les renseignements et les données nécessaires.



Le MetService fournit des prévisions incluant les prévisions de verglas et les données d'observation pour chaque domaine climatique à travers internet. Le MetService fournit ses prévisions à Vaisala au Royaume-Uni, qui fournit à son tour la température de la surface et les prévisions de la route d'état à travers son modèle d'Icebreak en les transférant à MetService.



Prévision météorologique des stations et observations

Un site Web spécifique réunit également toutes les informations météorologiques publiques disponibles du MetService : radar, images satellite, cartes, prévisions météo et avertissements généraux émis, en plus des données d'observation de beaucoup d'autres stations météo gérées par MetService. Cela permet d'avoir accès à une large gamme d'information sur le climat pour l'exploitation des routes et permet de planifier quotidiennement les opérations, la sélection de traitement et les lieux de traitement.

L'objectif est "au bon moment, au bon endroit" et c'est un objectif fondamental pour utiliser l'ACM étant donné que le produit chimique est importé, que son coût est relativement élevé et que par conséquent il doit être manipulé avec précaution. Le site fournit également un accès à l'information stockée afin d'effectuer des analyses saisonnières et ultérieures.

3.3 L'évaluation des mesures de contrôle de la neige et du verglas

Les mesures de contrôle sont établies dans le cahier des charges du contrat et dans une stratégie régionale des opérations spécifiques. On attend du fournisseur qu'il soit réactif par rapport aux tempêtes, qu'il suive le temps à travers un système de prévisions appliqué par la NZTA et attende la confirmation du fournisseur en chef du plan de gestion pour les prochaines 24h. Pour ce qui est des grands événements prévus, on attend des installations de déneigement qu'elles se pré-positionnent afin d'optimiser l'efficacité et de réduire les temps de réaction.

L'efficacité des fournisseurs est contrôlée à travers le système GPS AVL qui permet d'être en contact direct avec ceux-ci pendant l'événement pour les mises à jour et les inspections in-situ. Les fournisseurs sont obligés de garder la surface de la route dans des conditions de sécurité optimales, conformément aux niveaux d'exigence du service. Les taux de réussite concernant les prévisions et l'application du traitement doivent être au minimum de 95%.

Le fournisseur est également tenu de présenter les registres qui recueillent tout le suivi et les activités menées à bien lors d'un événement. Ils recueillent également les impressions du système AVL qui indiquent pour chaque véhicule le temps et le lieu du début et de la fin de l'épandage d'AMC ou de sable, le déneigement, les taux d'application et la quantité utilisée. Ces registres, avec les prévisions du temps sur la route et les données d'observation, sont précieux, car ils permettent de confirmer les décisions et de valider les conditions de rendement lors d'enquêtes judiciaires suite à des accidents et des décès sur la route. Le contrat permet d'auditionner les registres des fournisseurs de façon plus poussée si besoin.

3.4 Gestion des avalanches

La route d'état 94, qui conduit à Milford Sound est une route touristique populaire est particulièrement exposée aux avalanches. Afin de gérer au mieux le risque et d'offrir une disponibilité maximale, un programme de gestion des avalanches a été mis sur pied dans les années 80 et est petit à petit devenu un système mondialement reconnu permettant le suivi des conditions de neige, les prévisions des conditions et les lieux susceptibles de subir des avalanches et de précipiter des décharges contrôlées. La page Web de la NZTA offre plus de détails sur ce point.

3.5 Sécurité et information routière

Les fournisseurs sont obligés d'installer des panneaux temporaires d'avertissement aux endroits de traitement des routes. La NZTA contrôle une série de panneaux à message variable utilisés pour les routes fermées ou à restrictions et indiquent aux véhicules qui circulent dans ces zones les itinéraires bis qu'ils peuvent emprunter.

La NZTA dirige également un centre national d'attention téléphonique 24 h qui reçoit les avertissements du public et de la police en ce qui concerne les dangers présents sur la route. Ces informations sont enregistrées sur un système basé sur le site du Système d'Information des Événements de Trafic sur la Route (TREIS). Ultérieurement, le centre d'appels transmet les informations au contact adéquat (en général le fournisseur) pour qu'elles soient traitées. Si l'incident requiert une notification publique, l'évènement est indiqué selon le TREIS et les informations sont envoyées automatiquement sur la page web publique de la NZTA.

La page web de la NZTA transmet également des avis météo généraux fournis par MetService et ayant un rapport spécifique avec le temps sur la route. Une fois que l'incident a été résolu, TREIS est actualisé et entraîne automatiquement la mise à jour du site web. Les informations TREIS sont également directement disponibles à travers d'autres organismes ou associations qui souhaitent utiliser les informations comme l'Association d'Automobiles, afin d'inclure dans leur propre site web les informations routières à travers des systèmes de texte ou de navigation.

4. Recherches en cours pour améliorer la viabilité hivernale

Barrières anti-neige

Les barrières anti-neige sont utilisées dans les zones de pistes de ski, mais ne le sont en principe pas sur les routes. Un test à petite échelle a été mis en place au centre de l'Île Nord, même si les hivers généralement doux ne l'ont pas encore mis à l'épreuve.

Guide pour la prise de décisions

Avec l'introduction de la météorologie routière et les prévisions de verglas au niveau national, on attend une meilleure prise de décisions concernant le choix du traitement, autant avant qu'après un évènement. Les décisions concernant le traitement chimique à utiliser doivent être prises avant ou pendant un évènement ainsi que les décisions concernant la quantité à appliquer.

À l'heure actuelle, un guide est mis à l'essai et perfectionné dans des conditions de fonctionnement afin de prendre des décisions concernant le service hivernal, il s'agit d'un diagramme simple couvrant divers scénarios de températures et de temps avec les traitements possibles. Le guide est intégré dans les guides de meilleures pratiques concernant l'usage d'ACM. Il peut alors être intégré aux données météorologiques et aux prévisions de MetService afin de fournir automatiquement des suggestions pour ce qui est du prétraitement des gelées, du verglas ou de la neige lorsque les limites maximales ad-hoc sont atteintes. Le guide propose également des traitements pendant les épisodes de neige.

Rendement et informations

Une matrice simple servant à enregistrer la décision prise avant et après un évènement ainsi que l'éventuelle observation afin d'apporter une mesure de rendement dans la précision des décisions précédant l'évènement est mise à l'essai. Elle sera personnalisée pour les décideurs et aidera à déterminer les taux de réussite et les conditions de formation. Une fois de plus, les hivers généralement doux n'ont pas encore fourni de preuves réelles et n'ont pas permis de démontrer sa valeur.

La comparaison de la carte thermique des prévisions météorologiques avec les différentes sections de traitement enregistrées sur GPS fournira également une mesure de rendement.

Tests de départ FAST

Un système de traitement de pulvérisation automatique fixe d'ACM a été installé avant l'hiver 2012 sur un pont au centre de l'Île Nord. Jusqu'à présent, très peu de tests ont été effectués.

Gardiennage virtuel

Avec l'utilisation de GPS / AVL et des prévisions de verglas ainsi que les directives de décisions de maintenance, le gardiennage virtuel peut être utilisé pour contrôler automatiquement la pose et le taux d'application de produits chimique de lutte contre la formation de verglas uniquement sur les tronçons de route qui requièrent un traitement. Les tests se poursuivent.

5. Références

Agence de transport de Nouvelle Zélande
www.nzta.govt.nz

NZ Metservice
www.metservice.com



PAYS-BAS



1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays



Les Pays-Bas sont un petit pays de 41 528 km² dont la population est de 16,5 millions d'habitants avec une densité de près de 400 habitants au kilomètre carré.

Les Pays-Bas sont situés dans le Nord-Ouest de l'Europe; ils sont entourés de la Mer du Nord, au nord et à l'ouest, de la Belgique, au sud et de l'Allemagne, à l'est.

La capitale est Amsterdam et le siège du gouvernement est situé à La Haie. Les Pays-Bas ont une des économies de libre marché parmi les plus ouvertes au monde.

Les Pays-Bas sont un pays de faible altitude, 27 % de sa superficie où vit 60 % de sa population étant sous le niveau de la mer. On a gagné des superficies importantes de terre, par mise en valeur et par un système complexe de digues. L'estuaire de trois importantes rivières d'Europe, qui avec leurs tributaires forment le delta Rhin-Meuse-Escaut, constitue une

partie importante des Pays-Bas. La plus grande partie du pays est très plate, à l'exception des contreforts des Ardennes, dans la partie sud-est du pays et de plusieurs collines créées par les glaciers de la dernière glaciation, dans la partie centrale.

1.2 Réseau routier et circulation

Superficie	41 528 km ²	
Population	16,5 millions	
Longueur des routes	Autoroutes	5050 km ¹
	Routes principales régionales	7848 km ¹
	Routes locales	123 237 km ¹
Latitude	51° 53' -1° N	

Le réseau routier comprend 5050 km d'autoroutes, 7848 km de routes régionales et 123 237 km de routes locales, pour un total de 136 135 de routes pavées. Le parc de véhicules national comprend 10,1 millions de véhicules, dont 7,4 millions de véhicules de promenade. Le transport des marchandises revêt une grande importance pour l'économie néerlandaise. Une grande partie de ce transport a lieu pendant la nuit ou tôt le matin, particulièrement le transport commercial.

On ne peut sous-estimer l'importance des routes, même en hiver. Ainsi, un des devoirs de l'Administration routière est de maintenir le réseau routier utilisable en tout temps, entre autres, en mettant sur pied une organisation complète pour l'entretien hivernal des routes. L'hiver s'étend d'octobre à mai. Les conditions hivernales les plus difficiles se produisent de la fin de décembre au début de mars.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Les Pays-Bas jouissent d'un climat maritime modéré influencé par la Mer du Nord et l'océan Atlantique, ce qui se traduit par des étés frais et des hivers doux. Le jour, les températures varient de 2 °C à 6 °C en hiver et de 17 °C à 20 °C en été. Comme le pays est petit, on ne remarque pas de variations climatiques importantes d'une région à l'autre, bien que l'influence maritime se fasse

moins sentir à l'intérieur des terres. La pluie est distribuée tout au long de l'année, avec une période plus sèche entre avril et septembre. En automne et en hiver plus particulièrement, de forts systèmes de basse pression atlantiques peuvent causer des coups de vent et des intempéries. Parfois, des vents de l'est peuvent produire une météo plus continentale, plus chaude et plus sèche, en été, mais froide et claire, en hiver, avec des températures bien en dessous de zéro. Les Pays-Bas sont un pays plat qui connaît des épisodes venteux, bien que cela se produise plus en hiver qu'en été, et plus le long de la côte qu'à l'intérieur des terres.

2.2 Statistiques météo

Quantité de précipitations (pluie)	Environ 760 mm/an
Nombre de jours sous 0 °C	Environ 50-60 j/an
Nombre de jours de neige ¹	Environ 30 j/an
Nombre de jours avec pluie verglaçante	Environ 1 j/an

¹La plupart du temps, la quantité de neige est insuffisante pour causer des difficultés de circulation

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Les autorités néerlandaises ont l'obligation légale d'entretenir leurs routes (engagement de « soin » comme écrit dans les Codes routier et civil). L'entretien hivernal fait partie de cette obligation.

Le RWS/Palier provincial autoroutes, routes primaires et régionales

Le RWS et les provinces utilisent des normes uniformes de traitement déterminées pour tout le pays par le CROW (Information et plate-forme technologique pour l'infrastructure, la circulation, le transport et les espaces publics).

Pour les routes nationales et régionales, de même que les autres routes où la vitesse autorisée est de 80 km/h, les directives de traitement sont les suivantes :

Salage préventif :	2 à 3 heures;
Salage curatif :	2 heures;
Déneigement et salage :	1,5 heure.

Secteur des municipalités (routes urbaines)

Les municipalités fonctionnent souvent par priorité. Elles sont définies dans un plan mis à jour annuellement qui est publié pour informer la population. Au premier plan, les routes principales et les itinéraires des autobus. Ensuite viennent les routes qui englobent un quartier, puis celles qui traversent les quartiers. Tous les lieux d'importance sociale, comme les hôpitaux, les écoles, les centres commerciaux sont inclus dans les priorités.

Il n'y a aucune norme sur la main-d'œuvre.

Équipement

Le RWS et le Centre du Transport et de la Navigation (DVS) ont établi un contrat-cadre pour la fourniture, l'installation, la maintenance, des chasse-neige, des épandeurs démontables, etc. Il importe que tous les équipements soient fonctionnels durant la période hivernale. Leur disponibilité se doit d'être complète (100 %). Des périodes de temps fixes sont établies pour la maintenance des équipements. Si un équipement ne peut être réparé à temps, le fournisseur a l'obligation de fournir un équipement de remplacement à l'Administration.

Ce contrat-cadre décrit :

- Les exigences relatives à la construction et aux critères de design (EEG, NEN) des épandeurs et des chasse-neige;
- Les exigences relatives au montage des épandeurs démontables sur les camions;
- Les exigences relatives à l'épandage (taux ainsi que la largeur d'épandage et de distribution);
- Les exigences relatives à la conduite;
- Les exigences relatives aux réservoirs de liquide (saumure);
- Les exigences relatives à l'exploitation;
- Les exigences relatives au montage des chasse-neige sur les camions.

Matériaux

La RWS (DVS) a également établi un contrat-cadre pour la fourniture des sels de voirie (sel raffiné ou sel gemme). Dans ce contrat, des conditions minimales sont établies, comme :

- La composition du produit;
- La granulométrie;
- Le taux d'humidité;
- La présence de métaux lourds;
- Le calendrier de livraison.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Organisation du ministère néerlandais du Transport, des Travaux publics et de la Gestion de l'eau (RWS), à l'égard de l'entretien hivernal

Échelon 1 : Ministère du Transport, des Travaux publics et de la Gestion de l'eau;

Échelon 2 : Rijkswaterstaat (RWS);

Échelon 3 : Direction régionale;

Échelon 4 : Centre de gestion des routes;

Échelon 5 : Centre opérationnel.

Le DVS est le centre du transport et de la navigation du RWS. En ce qui a trait à l'entretien hivernal, le RWS et le DVS sont responsables :

- De développer le système d'informations météorologiques et les recherches relatives à l'entretien hivernal, tant pour les fondants, que pour l'équipement et les méthodes;
- Des appels d'offres centralisés pour l'approvisionnement en équipement et en fondants;
- Des communications relatives à l'entretien hivernal en concertation avec le centre d'information routière;
- De la coordination des cas problématiques comme une pénurie de sel, l'emploi de 3 turbines à neige, etc.

Le DVS facilite aussi l'achat d'équipement d'entretien hivernal, il prépare et distribue le Guideline Winter Maintenance RWS et il conseille les ministères et les centres de gestion locaux de l'entretien hivernal.

Les centres locaux sont responsables des opérations d'entretien hivernal. Ils consultent le SMR et autres sources d'informations météorologiques pour déterminer le moment d'entreprendre des activités d'entretien hivernal.

Système d'informations météorologiques

Depuis les années 1970, le RWS et le DVS expérimentent le système d'informations météorologiques (SMR). Au départ, son utilisation visait à améliorer la sécurité routière, à réduire les coûts et à limiter l'utilisation de sel.

Depuis la fin des années 1980, les Pays-Bas (le RWS et les provinces) ont installé des stations SMR sur leurs routes et ponts pour un total de 319 stations à la fin de l'année 2009.

Le rôle des services météorologiques dans l'entretien hivernal est très important, parce que seules quelques personnes sont identifiées pour opérer le système SMR la nuit, soit les coordonnateurs de l'entretien hivernal. Le coordonnateur a accès aux images radars météo, ce qui est très utile, en cas de précipitations. Il a aussi accès en temps réel à des rapports conçus spécialement pour l'entretien hivernal. Il peut consulter un météorologue du bureau de la météo 24 heures par jour et 7 jours par semaine, à condition d'avoir conclu une entente à cet effet. Un service de la météo prépare des prévisions locales en temps réel qui sont affichées sur une interface d'utilisateur ou envoyées au coordonnateur par courrier. La décision revient toujours au coordonnateur, qui se base sur les prévisions

de la météo, les images radars des précipitations, sa propre expérience, la consultation de ses collègues des autres districts, de même que les données du système SMR.

Le coordonnateur est à la maison (le soir) et sera alerté par le système SMR du moment où des conditions de glissance pourraient apparaître. Pour chaque centre d'entretien d'autoroute, un coordonnateur de l'entretien hivernal est en astreinte pour une semaine, quoique cela peut varier d'un centre à l'autre.

Le système SMR mesure les données suivantes :

1. La température de l'air et l'humidité relative à 1,5 m au-dessus du sol;
2. La présence de précipitations;
3. La température de surface de la chaussée, mesurée sur la voie de gauche soit : la voie rapide et la plus froide;
4. La température de la fondation de la route, mesurée sous les couches d'asphalte, dans la voie (rapide) de gauche;
5. Les conditions de la chaussée : sèche, humide ou salée (capteurs passifs) mesurées sur toutes les voies.



Partie d'une station SMR le long d'une route

Le point de rosée est calculé à partir des valeurs mesurées. Quelques stations mesurent également la vitesse et la direction du vent. À certains endroits critiques, une caméra est installée pour permettre une inspection visuelle des conditions de la chaussée. Ces dispositifs de mesure sont installés à des endroits jugés critiques lors de conditions hivernales.

Ces endroits ne sont pas nécessairement les plus froids, mais la combinaison de conditions d'humidité et de basse température en font des points à surveiller (routes traversant un boisé ou longeant des plans d'eau). De même, les ponts en acier peuvent être critiques, spécialement au début et à la fin de l'hiver. La plupart des ponts sont dotés d'une station SMR. La distance entre les stations est d'environ 15 km, mais celle-ci peut varier de 5 à 40 km.

Dans certaines situations, les stations (SMR) peuvent servir à mettre en marche une installation d'aspersion automatique sur des ponts, utilisant une saumure (NaCl) d'un plus haut degré de pureté que la saumure normalement utilisée.

Pour trouver l'endroit le plus approprié pour une nouvelle station de mesure, on s'appuie sur l'expérience des inspecteurs de route et une cartographie thermique de la région. L'interface utilisée est basée sur le Web et l'on peut avoir accès au serveur central de n'importe où, en utilisant un ordinateur personnel ou un portable, avec un fournisseur Internet et une connexion. Les stations de mesure communiquent en mode GPRS avec un serveur central. Celui-ci gère de multiples fonctions. Il reçoit les données communiquées par les stations de mesure et il renseigne en temps réel le coordonnateur de l'entretien. Les stations SMR envoient des alertes aux coordonnateurs d'entretien hivernal et elles sont visibles sur l'interface usager. Les alertes peuvent également être reçues sur un téléavertisseur, par messagerie vocale, par téléphonie cellulaire ou messagerie SMS.

Les données d'une station SMR y sont stockées pour une période de 7 semaines. Après cette période, les données sont conservées pour une période indéfinie sur le serveur central. Quand le coordonnateur est raccordé au serveur central, l'ordinateur présente des prévisions d'un service météorologique, directement dans l'interface usager, pourvu qu'un contrat ait été conclu.

Les services météorologiques ont accès au serveur central et ils utilisent les données courantes et historiques des stations de mesure à titre d'intrants dans les prévisions. Le coordonnateur peut utiliser la sortie du système pour prendre ses décisions. Le coordonnateur peut aussi utiliser les images radars des précipitations qui sont intégrées dans l'interface. Il est possible de consulter un météorologue d'un service de météo. Certains services de météo offrent un service de surveillance totale. Des météorologues spécialisés utilisent les données du système SMR (reçoivent les alertes) et ils utilisent les autres données météorologiques (modèles, images radars, images satellites). Quand ces données permettent de prédire ou de détecter la formation de glace, cette personne prévient immédiatement le coordonnateur.

Les données recueillies par les stations de mesure sont communiquées au serveur central en mode GPRS.

Lorsque le coordonnateur d'entretien hivernal décide de lancer une intervention [épandage et/ou déneigement], il lance un processus qui durera plusieurs heures. Le processus est le suivant :

- Avis au personnel concerné;
- Réquisition de l'équipement (camions privés appartenant à des entrepreneurs, par exemple). Tout comme le sel entreposé dans les abris, les épandeurs démontables sont entreposés sur le terrain des centres de surveillance;
- Avis donné aux gestionnaires des districts d'entretien voisins;
- Avis donné à la police et au centre d'information sur la circulation (VCNL), si une entente existe.

Responsabilités du RWS (autoroutes et routes primaires)

Les communications entre les différents paliers se font par téléphone ou par un tableau d'affichage disponible dans l'interface de l'utilisateur et accessible aux participants au système SMR.

Les alertes en provenance du système SMR sont raccordées à un téléavertisseur ou à un téléphone portable utilisé par le coordonnateur de l'entretien hivernal. La durée de temps écoulée entre l'appel à l'entrepreneur et la fin de l'opération d'épandage peut varier de 2 à 3 heures, selon le contrat. Cela s'applique à un épandage préventif.

Responsabilités des provinces (routes régionales)

Au palier des provinces, l'entretien hivernal est également organisé par région, sous l'autorité d'un coordonnateur de l'entretien hivernal. La plupart d'entre eux utilisent le système SMR tout en consultant les rapports météorologiques et la connaissance de la région. Lorsqu'il y a un doute, des patrouilles sont effectuées.

Responsabilités des municipalités (routes urbaines)

Les municipalités utilisent parfois les informations provenant des services météorologiques régionaux comme ceux des aéroports. De même, les observations de la police locale sont importantes. Parfois, la décision est prise de concert avec le coordonnateur de la province. Certains d'entre eux utilisent les données du système SMR.

Équipement

Le programme préparatoire avant la période d'activité hivernale se compose d'une :

- Vérification de l'équipement; il existe des listes et des protocoles de vérification;
- Formation des conducteurs, incluant des parcours d'essai sur les itinéraires de salage;
- Formation du personnel de l'entretien hivernal.

Des mesures préventives, comme l'installation de pare-neige ne sont pas utilisées aux Pays-Bas. Les seules actions préventives consistent en des épandages. Les épandeurs parcourent des itinéraires fixés sur la base de critères comme l'économie, la sécurité, le taux d'épandage, etc. L'optimisation des itinéraires de salage est une opération très compliquée et elle est confiée à un bureau spécialisé. Le RWS a mis au point une application appelée SOS (Salting Route Optimizing System), qui est aussi utilisée.

On utilise un programme de gestion de l'épandage, pour obtenir une gestion optimale de cette activité et pour vérifier que l'entrepreneur fait bien son travail.



Les municipalités des Pays-Bas possèdent environ 2000 épandeurs et chasse-neige. Environ 30 % des épandeurs servent à l'entretien des pistes cyclables. Ces épandeurs pour les pistes cyclables ont une capacité de 1,5 m³ et sont souvent montés sur les remorques. En général, les municipalités utilisent leurs propres tracteurs et leur propre personnel.

Les provinces possèdent quelque 450 épandeurs dont la capacité varie de 1 m³ pour les pistes cyclables, à 9 m³ pour les routes régionales. Le RWS possède environ 550 épandeurs démontables de 5, 7 et 9 m³ et trois turbines à neige.



Les largeurs d'épandage vont de 4 à 14 m.

Dans les Pays-Bas, on utilise souvent des camions d'entrepreneurs pour y monter les épandeurs ou y installer

les chasse-neige. Les conducteurs de ces véhicules sont aussi des employés des entrepreneurs. Le RWS a des ententes avec les entrepreneurs. Ces ententes font partie de contrats conclus pour des périodes de plusieurs années (durée fixe de trois ans, avec possibilité de prolongation pendant 1 ou 2 ans). La plupart des districts locaux font affaire avec un prestataire de services. Ce dernier peut avoir des sous-traitants. On trouve de 2 à 4 centres opérationnels par district, en fonction de la zone de routes à entretenir. Chaque centre opérationnel dispose de 6 à 12 épandeurs et de 12 à 18 chasse-neige.

L'entrepreneur reçoit un montant fixe pour les épandages préventifs, incluant une vérification complète de tout l'équipement avant le début de l'hiver. Les épandages curatifs sont rémunérés à l'heure. Lorsqu'un entrepreneur ne répond pas à un appel, ne termine pas l'épandage dans la période de temps spécifiée ou si de la glace se forme alors que l'entrepreneur devait procéder à un épandage, ou encore quand l'entrepreneur ne peut pas être joint, il encourt de fortes amendes.

Matériaux

Aux Pays-Bas, on utilise surtout du sel humidifié, la composante humide étant une solution de chlorure de sodium ou de calcium, et la composante sèche, du sel (NaCl) sous forme de sel raffiné ou de sel gemme. Les deux composantes sont mélangées sur le disque d'épandage, tout juste avant l'épandage sur la route. Le rapport entre le sel sec et la saumure est de 2,5 : 1. La saumure est une solution à 20 % de NaCl ou de 16 % de CaCl₂.

Propriétés du NaCl

	Sel gemme	Sel évaporé
Quantité de NaCl	98,5 %	99,9 %
Taille des grains (80 %) [mm]	0,8 – 3,15	0,20 - 0,45
Taille des grains (X50) [mm]		0,38
Taille des grains (max. <)	< 0,16 mm : 4 ± 1 %	< 0,16 mm : 5 %
Taille des grains (max. >)	> 3,15 mm : 5 ± 2 %	> 1 mm : 1 %
Antiagglomérant	75 ppm	75 ppm
Métaux lourds	< 4 ppm	< 1 ppm
Parties non solubles	< 1,5 %	< 0,01 %
Humidité	0,3 %	< 2,5 %

Ces sels se conforment aux spécifications suivantes :

- Efficacité : à -5 °C, 12 kg de glace par kg de chlorure de sodium (NaCl) pur à 100 %;
- Réduction de la température de congélation à -7 °C;
- NaCl (sec) : prix estival d'environ 46 €/t; prix hivernal d'environ 54 €/t;
- Saumure (16 % CaCl₂) : environ 30 €/t.

Il existe une tendance à produire la saumure sur place à partir de sel sec (NaCl) disponible en grandes quantités dans les hangars de sel.



Le sel est stocké dans des hangars situés sur les terrains des centres de surveillance et d'entretien du RWS, l'ouverture du hangar étant orientée en direction sud-est. Le RWS possède 61 hangars de sel pour une capacité totale de 59 500 t. Au cours des 10 derniers hivers, on a utilisé une moyenne de 68 000 t. La consommation a varié de 24 000 à 124 000 t.

Dans les Pays-Bas, 36 à 38 interventions de salage environ sont nécessaires. Une proportion de 75 % des interventions était préventive, le reste étant des interventions curatives (déglaçage). En utilisant des données avec la zone de routes à entretenir, on peut calculer la capacité de stockage nécessaire. Ainsi, lorsque le centre local d'entretien hivernal s'occupe de 260 km de voies dont la largeur moyenne est de 15 m, une quantité de 1440 t est nécessaire pour l'hiver.

Les centres locaux peuvent choisir la quantité de sel stocké. Un centre local peut choisir d'acheter du sel pour tout l'hiver ou d'en stocker pour 5 interventions, et de combler ses stocks après chaque intervention.

Le RWS (DVS), est responsable du contrat-cadre d'approvisionnement en sel. La capacité de stockage du centre local fait partie du contrat. Le fournisseur doit pouvoir livrer une quantité égale à trois fois la capacité de stockage en une saison (garantie de 200 % de livraison en hiver).

Responsabilités provinciales

Les provinces sont responsables de l'entretien hivernal. Elles doivent traiter de l'utilisation du sel, des interventions d'épandages et du moment de celles-ci, de la même manière que le fait le Rijkswaterstaat.

Secteur municipal (routes urbaines)

La plupart du temps du sel sec est employé. Dans un proche avenir, on augmentera l'utilisation de sel humidifié.

Le personnel du RWS et du palier provincial qui utilise le système SMR reçoit une formation sur ce système. Il n'y a aucun cours pour les conducteurs de camions. Ils apprennent le travail en compagnie des conducteurs expérimentés.

Privatisation

Aux Pays-Bas, l'entretien hivernal des routes sous la responsabilité du RWS est pris en charge par les centres locaux de gestion des routes. Chaque centre local compte un coordonnateur en service pendant une ou plusieurs semaines. De 3 à 5 coordonnateurs par centre sont disponibles.

Le coordonnateur utilise les installations d'entretien et il lance les interventions d'entretien au besoin. La décision de procéder à un épandage relève du palier RWS, mais le personnel du RWS ne participe plus aux décisions relatives aux épandages préventifs. Les centres ont aussi le personnel nécessaire pour les épandages curatifs et les inspections visuelles.

Le RWS fournit seulement les épanduses démontables, les chasse-neige et le sel. Les camions et leurs conducteurs sont fournis par l'entrepreneur, conformément au paragraphe 2.4.

Informations et prévisions météorologiques

SMR

Le système SMR contient les données locales courantes et historiques. Le coordonnateur reçoit des alertes du système par téléavertisseur ou messagerie SMS en cas de risque de formation de glace dans les quelques heures à venir.

Météorologie

L'interface usager du SMR affiche les prévisions de la météo. Cette information aide le coordonnateur à prendre ses décisions.

Radars météo

Le coordonnateur a accès aux images radars qui renseignent sur les précipitations; elles sont intégrées à l'interface du SMR ou elles sont disponibles sur le site Internet des services de la météo. Cette information est précieuse en regard des interventions d'épandage préventif avant une chute de neige, par exemple.

Informations météorologiques

Plusieurs fois par jour, des météorologues travaillant dans les services de la météo, préparent des rapports de météo locale pour le coordonnateur. Cette information est particulièrement centrée sur l'entretien hivernal dans la région d'action du centre de surveillance de route.

Consultation

Il est possible de consulter un météorologue par téléphone 24 heures par jour et sept jours par semaine, à condition qu'un contrat ait été conclu.

Patrouilles

Au besoin, le coordonnateur peut commander des inspections visuelles des conditions routières.

Méthodes, équipement et matériaux pour le déneigement

Aux Pays-Bas, d'intenses chutes de neige sont très rares. Toutefois, le RWS peut mettre à disposition 3 turbines à neige (camion Unimog U1750 ou U2150 et turbines à neige Schmidt FS 5-Z). Les turbines à neige peuvent également être employées pour enlever de grandes quantités de neige le long des accotements.

Le concept des routes blanches n'existe pas, car les enneigements prolongés des routes sont peu communs. En cas d'extrême glissance, verglas, glace noire ou neige, les directives établies peuvent ordonner une réduction de la vitesse à 50 km/h. Les panneaux d'affichage dynamiques affichent cette information. Quand la glissance se produit sur des routes revêtues d'enrobé drainant, on peut concentrer la circulation sur une seule voie de manière à garder le sel en surface. Ces directives sont décrites dans les Directives pour l'entretien hivernal du RWS.

Méthodes, équipement et matériaux pour le déverglaçage

On utilise des épanduses démontables qui circulent à environ 70 km/h pour épandre du sel humidifié ou à 40 km/h pour le sel sec.

Tableau 3.1 Taux d'épandage moyen recommandé

Type de glissance	Quantité de NaCl (g/m ²)	
	sel sec	sel humidifié
Glissance prévue (épandage préventif)	-	7 (1)
Brouillard givrant	10	7
Congélation	15-20	7-10
Verglas (2)	20	15
Neige (après déneigement) (3)	20	-

(1) : On utilise 14 g/m² sur l'enrobé drainant après une période très mouillée

(2) : Quand cette situation se maintient pendant plusieurs heures, du sel sec de 20-40 g/m² devrait être employé

(3) : Traitement préventif : 15-20 g/m² de sel humidifié

Dans des conditions météo particulières qui nécessitent l'emploi d'une grande quantité de sel, la glissance peut être produite par le sel lui-même. Cela se produit très rarement. On connaît trois aspects différents. Le cas échéant, on peut régler la difficulté par l'aspersion avec de la saumure de NaCl ou de CaCl₂.

L'équipement (chasse-neige et épanduses) est entreposé dans les centres de surveillance et d'intervention locaux. En outre, les hangars à sel sont situés sur ces terrains.

Méthodes, équipement et matériaux pour des problèmes particuliers

L'enrobé drainant, dans certaines conditions, sera traité différemment (voir le tableau 3.1). L'usager de la route habituellement ne sentira ou ne verra aucune différence.

La seule différence de glissance notable peut se produire lors de la combinaison verglas, enrobé drainant et circulation légère sur les parties où l'on passe d'enrobé à enrobé drainant. Cela peut mener à des situations dangereuses.

Plusieurs ponts des Pays-Bas sont munis d'un système fixe d'aspersion de saumure antiverglas raccordé au système SMR. Le centre de gestion de route (gestionnaire) a choisi cette solution pour des raisons économiques et de sécurité.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Quelques épanduses sont équipées d'un système GPS. Au retour du camion au centre du RWS, on imprime les données emmagasinées par ce système. On a ainsi l'itinéraire, la largeur d'épandage et la quantité de sel utilisée. Ce relevé permet d'évaluer l'intervention. À la fin de chaque hiver, on fait une analyse de l'utilisation du sel, du personnel, de l'équipement, etc.

3.4 Sécurité et informations routières

L'information des usagers est fournie par l'Administration automobile des Pays-Bas (ANWB). Cet organisme obtient cette information du Centre d'information sur la circulation (VCNL).

Les canaux possibles de diffusion sont :

- 1] la radio;
- 2] les journaux de la radio et de la télévision;
- 3] les messages texte;
- 4] le téléphone;
- 5] Internet.

On peut aussi utiliser les panneaux routiers; au besoin on y affichera une réduction de la vitesse. Dans les pires cas, on peut fermer une voie en plaçant une croix rouge sur le panneau au-dessus de celle-ci.

L'éducation et l'information des usagers au sujet de la conduite en période hivernale sont la responsabilité des divisions centrales du RWS. On peut diriger les questions techniques à cet organisme.

4. Recherches en cours pour améliorer la gestion hivernale

Coopération entre les exploitants et les administrateurs des routes

L'uniformisation de l'entretien hivernal des différentes routes relevant de différents exploitants et administrateurs devient une préoccupation croissante. Au niveau national, on est à préparer des directives pour uniformiser l'entretien hivernal.

Il y a aussi coopération en matière d'appels d'offres. Ainsi, le RWS et 4 provinces font ensemble un seul appel d'offres pour l'achat de sel. De même, dans plusieurs régions, le RWS et les provinces concluent un contrat commun pour l'entretien hivernal.

Formation du personnel

La plupart des contrats exigent du personnel qualifié pour l'entretien hivernal. Deux cours existent. Un cours est destiné aux coordonnateurs et un autre aux conducteurs des camions fournis par des entrepreneurs ou appartenant à l'organisation. Le contenu de ce dernier cours traite des types de glissement, de l'utilisation de l'équipement (épandeurs et chasse-neige), des systèmes de gestion de l'épandage, des conditions météorologiques, du dosage du sel, de la conduite en conditions hivernales, etc. Le cours est sanctionné par un examen et le conducteur se voit remettre un certificat qui l'autorise à pratiquer son métier lors des opérations d'entretien hivernal.

Recherche sur la prise de décision en matière d'épandage

La comparaison entre les données du système SMR et celles du système de gestion de l'épandage permet de vérifier que les décisions prises ont été les bonnes. L'objectif de cette étude est de mieux soutenir les coordonnateurs dans leurs décisions, d'uniformiser le processus de prise de décision, de réduire les coûts et de protéger l'environnement.

SMR

Une recherche en cours étudie les capteurs des stations météorologiques afin de pouvoir diminuer le nombre de capteurs dans la chaussée. Les capteurs routiers, tout comme les chaussées ont besoin d'entretien. Considérant le lourd trafic sur les routes néerlandaises, une réduction des travaux routiers ou des fermetures de voies revêt une grande importance.

De même, les informations fournies par le SMR et les informations météorologiques servent à déterminer si tous les itinéraires de salage ont besoin de la même quantité de sel. Cette étude s'intéresse donc à l'épandage dit dynamique.

Sel

Cette étude cherche à déterminer l'efficacité de différents types de sel sur différents types de routes incluant les pistes cyclables.

5. Références

Liste de documents

- [1] : Normalisation des épandeurs de sel
- [2] : Préparation, organisation et exécution de l'entretien hivernal
- [3] : Hiver, Météo et Routes
- [4] : Directives du RWS pour l'entretien hivernal

Terminologie

RWS : Ministère du Transport, des Travaux publics et de la Gestion de l'eau; direction générale des Travaux publics et de la Gestion de l'eau. Le RWS est responsable de l'entretien hivernal de toutes les autoroutes et des routes principales.

DVS : Centre du Transport et de la Navigation.

Province : Les Pays-Bas se divisent en 12 provinces. Les provinces sont responsables de l'entretien hivernal des routes régionales et des routes locales.

Municipalité : Organisme responsable des routes urbaines.

ANWB : Administration automobile des Pays-Bas.

VCNL : Centre d'information sur la circulation.

RWIS : Système d'informations météorologiques (SMR).

CROW: Information et plate-forme technologique pour l'infrastructure, la circulation, le transport et les espaces publics.



REPUBLIQUE DE CORÉE



1 Démographie et routes

1.1 Informations sur le pays



Figure 1- Situation de la République de Corée au nord-est de l'Asie

La république de Corée (Corée du Sud) est un pays de taille moyenne (100.221,78 Km²) mais avec une population très dense (50,734 millions). Elle est située au centre du nord-est de l'Asie. La péninsule de Corée a été divisée en deux pays, la Corée du Sud et la Corée du Nord, suite à la guerre mondiale. La Corée du Sud borde la Corée du Nord au nord et ses deux grands pays voisins sont la Chine et le Japon dans la mer de l'ouest et la mer de l'est, respectivement. La capitale et ville la plus importante est Séoul, qui a accueilli les jeux olympiques d'été en 1988. Environ la moitié de la population habite dans la capitale ou en périphérie.

La République de Corée a développé avec succès son économie et sa démocratie dans un laps de temps très court. Le développement économique a débuté au milieu des années 60 après l'indépendance de 1945, après 36 ans de domination coloniale japonaise et la terrible guerre de Corée de 1950 à 1953. La République de Corée a surmonté tout type de difficultés dans une courte période et s'est située à la onzième place des plus grandes puissances économiques mondiales. Le PIB par habitant à la fin 2012 était de 23.679 USD.

Avec une densité de 1,06 kilomètre de routes par kilomètre carré, la République de Corée occupe la 18e place des pays de l'OCDE.

1.2 Réseau routier et trafic

Le réseau routier compte 3.913 km d'autoroutes, 13.797 km de routes nationales, 19.073 km de routes municipales, 42.302 km de routes régionales, et 50.952 kilomètres de routes départementales. Toutes les autoroutes, routes nationales et municipales sont pavées au goudron ou au béton et environ 82% des routes régionales et 65% des routes départementales sont pavées. Le transport par route représente 80,5% de l'ensemble du transport de marchandises. Le nombre total de véhicules enregistrés en 2012 était de 18,87 millions, dont 14,58 millions étaient des véhicules de tourisme.

Tableau 1- Réseau routier

Population	100.221 Km ² 50,734 millions d'hab.	
Longueur des routes	Autoroutes	3.913 km
	Routes nationales	13.797 km
	Routes municipales	19.073 km
	Routes régionales	42.302 km
	Routes départementales	50.952 km

En République de Corée, la saison d'hiver se situe entre le 1er novembre et le 31 mars.

2 Climat

2.1 Résumé des zones climatiques

La République de Corée est un état de la péninsule de Corée qui est tourné vers l'océan à l'est, au sud et à l'ouest. La gamme de latitudes géographiques est de 33 ~ 39 degrés nord. Les caractéristiques topographiques sont des zones montagneuses prédominantes, qui constituent environ 70% du territoire, excepté dans la zone de plaine et agricole de la région sud-ouest. Il y a quatre saisons définies qui comprennent un hiver froid et neigeux. Au printemps et en automne le temps est chaud et doux. Le ciel limpide et ensoleillé sans aucun nuage est caractéristique de l'automne. La saison des pluies commence à la mi-juin et prend fin début août. Pendant les mois d'août et de septembre, des typhons naissent dans la zone nord-ouest.

du Pacifique affectent directement ou indirectement la péninsule coréenne. En général, en hiver, à partir de la mi-novembre et jusqu'à début mars, on assiste à des épisodes de neige et y compris d'avalanches. La fréquence et la dureté des épisodes de neige varient entre les régions du pays, en fonction de l'altitude sur le niveau de la mer, la latitude et la distance par rapport à la mer.

2.2 Statistiques des températures et des précipitations

La température moyenne de l'air dépend fortement des saisons et de l'altitude sur le niveau de la mer. La température moyenne annuelle du pays est de 10°C ~ 15°C. La température moyenne pendant la saison la plus chaude, au mois d'août, est de 23°C ~ 26°C et la température durant la saison la plus froide au mois de janvier est de -6°C ~ 3°C. Cependant, la température la plus haute l'été dans la zone centrale des terres basses s'élève à 35°C et la plus basse l'hiver dans la zone nord-est de haute montagne tombe en dessous des -30°C.

Les températures moyennes globales du pays sont indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2- Températures moyennes (°C)

Région	Hiver	Printemps (automne)	Été
Intérieur	-6°~4°	4°~13°	22°~26°
Montagnes du nord-ouest	-11°~3°	-1°~8°	17°~20°
Côte Ouest	-5°~7°	3°~13°	20°~25°
Côte Sud	-1°~4°	7°~17°	21°~26°

Les précipitations annuelles sont également très marquées par l'altitude au-dessus du niveau de la mer et par la distance par rapport à la mer. Les précipitations moyennes annuelles dans la majeure partie du pays sont de 1.000 ~ 1.500 mm et dans la zone sud de la côte et des îles de 1.500 ~ 1.900 mm. Pour ce qui est de la viabilité hivernale, les épisodes de gelées ou de neige sont relativement longs et varient en fonction de la région. La période de gelées et de neige dans tout le pays est de 18 ~ 167 jours et 5 ~ 57 jours respectivement. Les statistiques détaillées des gelées moyennes annuelles et des chutes de neige sont indiquées dans le tableau 3.

Tableau 3- Moyenne annuelle des périodes de gelées et de chutes de neige / épaisseur

Région	Période de gelées	Période de neige et épaisseur accumulée
Intérieur	95~130	20~30jours /55,3cm
Montagnes du nord-est	130~167	30~57jours /178,2cm
Côte ouest	60~110	20~30 jours /44,7cm
Côte sud et îles	20~60	5~20 jours /16,8cm

2.3 Indices hivernaux

Il n'existe aucun indice spécial ou système permettant d'analyser et de comparer les actions mises en place en matière de viabilité hivernale des routes et les coûts engendrés. Chaque société de gestion des routes remplit son rôle de maintenance des routes en parfait état de service basé sur les règles d'entretien hivernal. Les règles correspondantes sont indiquées dans l'article suivant. Toutes les autorités et les fournisseurs d'entretien des routes doivent collaborer étroitement pour maintenir leurs zones en bon état.

3 Gestion de la viabilité hivernale

3.1 Règles et dispositions

L'entretien hivernal des routes de la République de Corée est régulé par des lois et des règlements. Les lois qui s'y rapportent sont la Loi des routes et la Loi des Contremesures contre les désastres naturels. Les routes sont classées en autoroute, route nationale, route régionale, route municipale et route comtale conformément à la Loi de la Route. Les autorités de l'administration routière basées sur le classement des routes sont responsables de chaque niveau de route. Le gouvernement a créé une entreprise d'état, Korea Expressway Corporation (KEC), en 1969, qui est responsable de tout type de matières en rapport avec la conception, la construction, le fonctionnement, l'administration et l'entretien des autoroutes en Corée du sud. La KEC chapote en particulier des domaines technologiques de la route, y compris la viabilité hivernale.

Chaque autorité routière dirige, gère et entretient ses routes conformément aux règlements et aux spécificités dans le cadre de la Loi de Contremesures contre les désastres naturels. L'article 26 de la loi régle l'organisation routière pour prévenir et réduire les dommages causés par la neige en cas d'avalanche ou de phénomène similaire.

• Les obligations légales pour mener à bien l'entretien hivernal sont les suivantes :

- établir une organisation pour prévenir et réduire les dégâts causés par la neige
- élaborer des stratégies de déneigement et/ou fonte de la neige sur le réseau routier
- préparer une politique de gestion du transport durant les épisodes neigeux
- fournir du matériel et des équipements pour le déneigement et la sécurité du trafic
- désigner / gérer des zones vulnérables d'embouteillages ou des fermetures de routes suite à des épisodes neigeux
- éduquer / former des membres du personnel d'opérations et offrir des informations aux usagers de la route

• Directive de la route et niveau de service

Conformément au guide du gouvernement, les autorités routières effectuent des entretiens hivernaux pour satisfaire les règles et les spécifications suivantes :

o Niveau A : déneigement rapide et dégivrage pour offrir une chaussée propre dans un intervalle de 2 heures sur toutes les voies des autoroutes, les rues principales en zone urbaine et les routes à 4 voies en campagne, au-dessus de 20.000 véhicules / jour d'IMD.

o Niveau B : déneigement et dégivrage pour rendre toutes les voies praticables dans un laps de temps de 3 heures dans les rues les plus importantes de la zone métropolitaine et sur les routes à 4 voies en campagne, de moins 20.000 véhicules / jour d'IMD.

o Niveau C : déneigement pour rendre partiellement praticables les voies dans un laps de temps de 5 heures sur les routes secondaires dans la zone métropolitaine et les routes à 2 voies en périphérie, avec moins de 5.000 véhicules / jour d'IMD

o Niveau D : déneigement seulement lorsque les équipements sont en surnombre et peuvent être utilisés sur d'autres voies ; dans le cas contraire, fermeture avec moins de 500 véhicules / jour d'IMD

• Règlement sur le type et les caractéristiques du matériel et des équipements

Jusqu'à la fin des années 90, la plupart des autorités chargées de l'entretien et de la gestion des routes utilisaient du sable naturel, du chlorure de calcium solide ou un mélange des deux, y compris en grande zone urbaine. Cependant cela a eu de graves répercussions sur l'environnement et a engendré l'obstruction des systèmes de drainage et la rareté des ressources naturelles. Les organisations non gouvernementales et les usagers de la route se sont vivement opposés au fait que les autorités utilisent du sable naturel au vu des effets sur l'environnement et les dégâts subis par les véhicules causés par la volatilisation du sable ou des gravillons sur la route.

Pendant ce temps, la KEC a présenté une méthode d'épandage de chlorure de sodium préalablement mouillé avec de la saumure de chlorure de calcium, 30% de concentration dans les années 2000. Dès lors, la KEC utilise seulement une faible quantité de sable dans des portions de routes avec une forte pente. Les agents chimiques sont appliqués dans le but de faire fondre la neige et le verglas et d'éviter la congélation de la surface du pavage. Le KEC a été à la pointe dans le développement des nouvelles technologies dans le domaine du transport routier. Après cela, la plupart des autorités de trafic et les fournisseurs ont suivi la stratégie d'entretien hivernal du KEC en utilisant du chlorure de sodium en Corée, du chlorure de calcium et/ou avec de la saumure mixte comme produits chimiques antigivrants ou fondants.

3.2 Organisation et fonctionnement de la viabilité hivernale

La République de Corée est un pays avec une population dense dont les activités économiques ont toujours été très importantes de jour comme de nuit. Ainsi, les autorités routières sont tenues de maintenir les routes dans de bonnes conditions et ouvertes au trafic. On ne peut imaginer de fermetures de route sous aucun prétexte. En situation hivernale, l'administrateur de routes élimine ou tout du moins réduit les problèmes de circulation sur route conformément au programme établi dans le plan d'entretien hivernal.

• Organisation de l'entretien hivernal

Les autorités d'entretien des routes s'organisent selon le niveau de service. Chaque autorité routière est divisée en plusieurs branches et chaque branche est responsable de l'entretien hivernal sur son réseau routier.

Tableau 4- Organisation de la viabilité hivernale

Niveau de route	Autorité responsable	Composition des bureaux d'entretien	Personnel et équipement par bureau
Autoroute	Korea Expressway Corporation	51 agences succursales	46 personnes, 14 machines (12 asperseurs, 1 chargeuse sur pneus, 2 rétrocaveuses)
Route nationale	Bureau d'entretien des routes nationales	18 bureaux d'entretien	33 personnes, 31 machines (24 asperseurs, 1 chargeuse sur pneus, 6 rétrocaveuses)
Route municipale	Bureau d'entretien des routes municipales	7 bureaux de ville spécialisés dans l'entretien	53 personnes, 68 machines (55 diffuseurs, 2 chargeuses sur pneus, 7 camions dumper, 2 rétrocaveuses)
Route régionale	Bureau provincial	9 bureaux provinciaux d'entretien	50 personnes, 56 équipes (26 diffuseurs, 1 mélangeur, 24 camions dumper, 5 rétrocaveuses)
Routes départementales	Bureau départemental	155 Départements	18 personnes, 11 machines (9 diffuseurs, 2 rétrocaveuses)

• Gestion de l'opérative de l'entretien hivernal

En tenant compte des prévisions météorologiques et de l'état des routes, le gestionnaire des routes décide d'appliquer des produits et/ou de mobiliser les équipements sur les routes.

Conformément à la réglementation gouvernementale, la chute de neige supérieure à 3cm d'épaisseur est éliminée au chasse-neige et en appliquant des fondants chimiques. Le verglas et la neige de jusqu'à 3cm d'épaisseur sont fondus ou enlevés à l'aide de produits chimiques fondants et/ou les chasse-neige. Dans certains endroits, dans les tronçons à forte pente, des produits abrasifs comme le sable doivent être épandus. Il faut également distinguer entre le déneigement simple et l'épandage de matériaux chimiques ou les deux activités effectuées simultanément, en fonction des conditions de la route. Dans le cas de la KEC chaque bureau d'entretien couvre 70 ~ 80 km d'autoroutes et commande 12 unités d'asperseurs connectés aux accessoires de déneigement, 1 turbo-fraise, 1 chargeuse sur pneus, 2 rétrocaveuses et 1 base de fabrication de saumure de chlorure de calcium.

	
<i>Chasse-neige</i>	<i>Turbo-fraise</i>
	
<i>Epandeuse</i>	<i>Installation de saumure de chlorure de calcium</i>

De plus, chaque bureau applique différents systèmes d'aspersion automatique de saumure de chlorure de calcium sur les tronçons vulnérables, comme les rampes de croisement et les pentes prononcées. Les systèmes d'aspersion automatique sont appliqués et contrôlés automatiquement par Smartphones et/ou services Internet.

	
<i>Système d'aspersion automatique</i>	

Une équipe de travailleurs et d'équipements de neige d'un bureau d'entretien se compose de peu de travailleurs de bureau, 5 ~ 12 travailleurs de terrain et tous les équipements et installations nécessaires. Le nombre de travailleurs et

d'équipements dépend des conditions météorologiques et de l'état des routes.

Selon les prévisions météorologiques, 4 étapes sont mises en place pour les épisodes neigeux. Les quatre étapes sont expliquées ci-après et, conformément aux prévisions météorologiques, chaque bureau réalise des travaux régulés.

• étape 1 : phase préparatoire

Quelques gestionnaires de trafic, des travailleurs de terrain, des épandeuses et des déneigeuses sont en attente.

• étape 2 : phase d'inquiétude

Lorsque les prévisions annoncent 3 cm de neige, un tiers ou la moitié de l'équipe doit se tenir prête à agir. Toutes les machines nécessaires sont en attente.

• étape 3 : phase d'alerte

Lorsque les prévisions météorologiques prévoient une forte chute de neige et qu'il commence à neiger faiblement, toute l'équipe est mobilisée. Les épandeuses effectuent au préalable une diffusion de produits chimiques de dégivrage.

• Étape 4 : phase critique

Lorsque la chute de neige est importante et que la couche augmente, l'ensemble de l'équipe, y compris les machines doivent agir contre la neige. Le responsable des opérations se prépare pour mobiliser tous les travailleurs de terrain afin de fermer les tronçons de route et ouvrir la barrière du terre-plein central afin que les véhicules puissent revenir d'où ils viennent.

De façon générale, les équipes sont mobilisées avant la saison de neige. L'objectif de la manœuvre est que chaque bureau ou centre soit prêt pour trouver une solution rapide aux problèmes causés par les désastres naturels et qu'il établisse d'étroites relations de coopération avec les organisations qui s'y rapportent.

<Manœuvre sur autoroute >

	
<i>Mobilisation d'ambulance Lutte contre le feu</i>	
	
<i>Ouverture des barrières</i>	<i>Déneigement</i>

• Fermeture de routes et restriction du trafic

Seule la police est autorisée à limiter les transports par route, y compris la fermeture de la route. Toutes les administrations des routes qui souhaitent limiter le transport à cause des travaux d'entretien des routes ou équivalent entreront officiellement en communication avec la police et auront besoin de son accord à l'avance. La KEC a cependant été habilitée à limiter le transport pour la sécurité des usagers seulement pour les épisodes extraordinaires comme les avalanches, les typhons ou les dégâts causés par les inondations sur les autoroutes.

• Méthode et système d'information routière

Les autorités routières fournissent tout type d'information, y compris les conditions de la route, la circulation et les informations sur le temps à travers le SNS et les installations accessoires de route. Les usagers de la route peuvent obtenir les informations nécessaires pour ce rendre à n'importe quel endroit et à n'importe quel moment à travers les sources citées précédemment.

< Informations sur autoroutes >

	
Service Internet (Informations trafic et conditions de la route)	SMS à travers les téléphones mobiles ou les Smartphones
	
Application pour l'information trafic sur autoroute	VMS (panneaux lumineux variables)

3.3 Évaluation des mesures de contrôle de la neige et du verglas

On ne peut utiliser de statistiques au niveau national sur les mesures de contrôle de la neige et du verglas mais uniquement des statistiques sur l'entretien de la viabilité hivernale sur autoroute. La longueur totale des autoroutes est de 3.913 km avec 17.442 km de voies. La consommation et le coût total des matériaux chimiques, de la main d'œuvre et des équipements pendant l'hiver 2011/2012 ont été les suivants :

- Chlorure de calcium : 19.366 t
- Chlorure de sodium : 108.244 t
- Coût total des matériaux : 14,3 millions USD
- Coût total main d'œuvre et équipements : 11,45 millions USD

Par conséquent, le coût total des travaux de contrôle de la neige et du verglas pendant la saison d'hiver atteint le chiffre de ;

1.475 USD/voie x km.

Le coût très élevé du service hivernal est inévitable à chaque saison d'hiver. Les prix des produits dégivrants augmentent chaque année. Il faut tout particulièrement importer des produits chimiques chers de pays étrangers étant donné que les prix des produits nationaux sont trop élevés à cause des coûts salariaux. Chaque autorité d'entretien des routes peut acheter des produits chimiques à des prix moins élevés jusqu'à la fin octobre. Cependant, la quantité est en général limitée à son utilisation pendant 3 jours consécutifs car l'espace de stockage dont elle dispose n'est pas suffisant. Cela l'oblige par conséquent à acheter les matériaux à des prix plus élevés à la moitié de l'hiver.

Des mesures économiques de contrôle de la neige et du verglas afin de réduire le coût du service hivernal sont étudiées. Il est vraiment important pour la Corée de remplacer les méthodes de viabilité hivernale existante par de nouvelles méthodes plus raisonnables.

3.4 Sécurité et information routière

L'entretien des routes en hiver est important mais le fait d'offrir aux usagers des routes des informations sur le temps et l'état du trafic l'est encore plus, étant donné qu'il facilite la conduite et permet d'éviter les accidents de la circulation.

Les autorités routières proposent aux usagers toute sorte d'information en rapport avec la situation de la route à travers les médias, Internet, les Smartphones, les installations auxiliaires de route, etc. Toute personne souhaitant prendre la route peut obtenir toutes les informations nécessaires en utilisant une des ressources citées précédemment avant son départ. Une connaissance anticipée et une analyse de l'information routière aide l'utilisateur de la route à choisir une route pratique et sûre.

Il existe deux types de médias pour diffuser l'information. La première est la communication anticipée des renseignements moyennant les outils suivants :

Tableau 5 – Outils de communication

Page Internet	www.roadplus.com www.its.go.kr www.utis.go.kr
Moyens de communication	Station de radio locale, TBN (Transportation Broadcasting Network)
Service pour Smartphones	Informations du transport sur autoroutes. App, SMS (1588-2504)

Le second est la communication d'informations en temps réel sur la situation de la route au moyen des installations routières auxiliaires. Les installations accessoires sont des panneaux à message variable (VMS), des affichages, etc. Le centre de contrôle du transport propose des informations en temps réel concernant la situation météorologique et le trafic à travers ces outils. S'ils disposent des informations en temps réel, les usagers de la route peuvent conduire sans aucune difficulté. La République de Corée dispose au total de 1.054 VMS sur les autoroutes et de 580 VMSS sur les routes nationales.

D'autre part, le Système d'Information Météorologique Routière est un outil utile pour les usagers de la route comme pour les gestionnaires. Les outils de mesure du temps sur la route compris dans les RWIS sont des détecteurs de surface de route, des détecteurs de brouillard, des détecteurs météo, etc. Chaque autorité de gestion routière installe et utilise certains de ces détecteurs pour évaluer les conditions météo en temps réel sur son réseau routier. La Korea Expressway Corporation a par exemple installé et utilisé de nombreux détecteurs comme ceux qui sont intégrés et ceux qui sont en surface. Les détecteurs de surface mesurent l'humidité et la température de la surface de la chaussée avec des moulins pour vérifier le sens et la vitesse du vent, des thermomètres pour mesurer la température de l'air, des hygromètres pour mesurer l'humidité, des détecteurs de brouillard pour vérifier le taux de visibilité et la densité du brouillard, etc.

4 Recherches et études menées pour améliorer la gestion hivernale

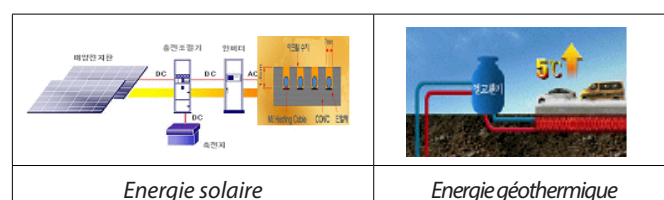
4.1 Nouvelles technologies

La Korea Expressway Corporation avait tenté d'appliquer le système de fonte de neige en appliquant un système électrothermique sous le revêtement d'aggloméré et de béton jusqu'à la fin des années 90. Cependant, le budget pour installer et faire fonctionner le système était trop élevé, vu qu'il demandait de trop grosses quantités d'énergie électrique

et que l'investissement de départ pour l'installer était trop important. Après cela, quelques chercheurs ont essayé de minimiser le coût d'opération et le coût de départ du système.

À l'heure actuelle, le monde entier s'intéresse au changement climatique et au réchauffement global. Cela devient urgent de développer des énergies écologiques ou des énergies nouvelles et renouvelables. En Corée, beaucoup se penchent sur la question de la croissance verte faible en carbone et sur la technologie verte écologique. Selon la loi fondamentale de la croissance verte faible en carbone du mois de janvier 2010, l'usage de combustibles fossiles devrait être réduit et les énergies renouvelables et économiques devraient être développées. L'énergie solaire et l'énergie géothermique réunissent cette condition. La Corée est en voie de développer un nouveau système de fonte de neige à travers l'énergie géothermique.

À titre expérimental, le KEC a installé des systèmes de fonte de neige sur les revêtements des autoroutes à travers l'usage de l'énergie géothermique en 2010 et l'usage de l'énergie solaire en 2011. L'énergie géothermique a été la plus économique et utile des deux. Ainsi, la KEC tente de développer une énergie plus utile pour l'entretien des autoroutes en hiver.



L'Institut de Recherche sur le Transport et les Autoroutes de la KEC (ETRI) est sur la bonne voie et travaille sur un projet de recherche permettant d'établir les spécifications standards pour les fondants de neige orientés vers le développement durable. L'ETRI suit une autre ligne de recherche ouverte pour extraire l'acide organique à partir de résidus d'aliments et l'utiliser comme matériau pour faire fondre la neige.

4.2 Nouvelles approches de gestion et d'organisation

Chaque autorité routière prépare et utilise son propre manuel de l'hiver. Suivant le manuel, les administrateurs et les fournisseurs réalisent leur gestion routière et contrôlent les quantités de matériaux basés sur les changements de température et l'épaisseur de la neige.

Les matériaux chimiques fondants comme le chlorure de calcium et le chlorure de sodium ont un effet particulièrement grave sur les installations et les véhicules. La corrosion rapide et

la détérioration des structures en béton de ciment, y compris le revêtement, constituent un problème urgent qu'il convient de résoudre le plus tôt possible. Ainsi, la plupart des organisations routières tentent de développer de nouveaux matériaux écologiques dégivrants et fondants..

5 Références

Eco-friendly Energy Green Snow-removal Plan.
Korea Expressway Corporation, 2011

Annual report on statistics of Land and Marine. Ministry of Land, Transportation and Marine, 2012

Maintenance and rehabilitation manual (Snow removal). Korea Expressway Corporation, 2012

Administrative division and population of District administrative authorities. Ministry of Administration and Safety, 2012

The effects and countermeasures of Chlorides on cement concrete structures.

Expressway and Transportation Research Institute, 2007

Sites internet:

www.roadplus.com

<http://metsky.kma.go.kr/> (Portal Meteorológico)

research.ex.co.kr (Institut de Recherches sur le Transport)

www.ex.co.kr (Korea Expressway Corporation)

www.mltm.go.kr (Ministère du Territoire, des Infrastructures et du Transport)

www.kma.go.kr (Agence de météorologie coréenne)



REPUBLIQUE TCHÈQUE



1. Démographies et routes

1.1 Informations au sujet du pays



Figure 1 – Situation de la République Tchèque en Europe

La République Tchèque est un pays de taille moyenne (78 867 km²), densément peuplé (10,46 millions d'habitants), qui est situé au centre de l'Europe. Ce pays qui n'a pas d'accès à la mer partage des frontières avec la Pologne, au nord-est, l'Allemagne, à l'ouest, l'Autriche, au sud et la Slovaquie, à l'est. La capitale et ville la plus importante est Prague (Praha). Le pays s'est formé à partir des régions historiques de Bohême et de Moravie, de même que de parties de la Silésie. Depuis l'an 2000, la République Tchèque est divisée en 13 régions en plus de la capitale de Prague. La République Tchèque fait partie de l'Union européenne depuis 2004.

La République Tchèque possède une économie développée au niveau de vie élevé; son PIB par personne représente 84 % de la moyenne des pays de l'Union européenne. La prospérité économique de la République Tchèque est en lien avec le haut niveau et la qualité de son infrastructure de transport. Avec une densité de routes et d'autoroutes de 0,7 km par kilomètre carré, la République Tchèque se classe parmi les pays européens de tête.

1.2 Réseau routier et trafic

Table 1 – Réseau routier

Superficie	78 867 km ²	
Population	10,46 millions	
Longueur des routes	Autoroutes	633 km
	Routes express	329 km
	Routes de classe I	5843 km
	Routes de classe II	14 660 km
	Routes de classe III	34 118 km
	Total	55 583 km

Le réseau routier comprend 633 km d'autoroutes, 329 km de routes express et 54 621 km de routes régionales et locales, pour un total de 55 583 km de routes pavées. Le transport routier compte pour 76,04 % de tout le transport de marchandises. Le parc national compte 4,9 millions de véhicules, dont 4,1 millions de véhicules de promenade.

La saison d'hiver en République Tchèque, comme définie par la Loi sur les routes s'étend du 1^{er} novembre au 31 mars de l'année suivante.

2. Climat

2.1 Vue générale des zones climatiques

La République Tchèque est un pays sans accès à la mer, situé dans les latitudes modérées de l'hémisphère nord. Le climat de la République Tchèque est doux, avec des variations locales et annuelles. Selon l'altitude, le climat montre des différences marquées entre les diverses régions de la République Tchèque.

2.2 Statistiques météorologiques

La température de l'air est fortement liée à l'altitude. Quand la température sur la plus haute montagne de la République Tchèque (1602 m) est de seulement 0,4 °C, celle des basses terres de la Moravie du Sud-Est atteint presque les 10 °C. Les précipitations annuelles de pluie sont également liées à l'altitude. Il faut se tourner vers les plus hauts sommets du pays

et leurs versants pentus du Nord-Est pour trouver la zone la plus pluvieuse de la République Tchèque. Les précipitations de pluie annuelles moyennes totales y sont de plus de 1200 mm.

Les mois de décembre, janvier et février sont les mois d'hiver. Le mois le plus froid est janvier, moment où la température chute sous 0 °C, même dans les basses terres. Les précipitations d'hiver se font surtout sous forme de neige dans les montagnes. Dans les basses terres, on peut s'attendre à des précipitations qui passent de la neige à la pluie. La couverture de neige dure plusieurs mois, habituellement, aux altitudes plus élevées. Toutefois, en mars, avril et mai, les températures montent rapidement. La couverture de neige disparaît habituellement au mi-printemps, même dans les plus hautes montagnes de la République Tchèque.

L'indice hivernal (IH) est un système d'analyse et de comparaison de la performance de l'entretien routier hivernal et des coûts associés, en fonction des conditions météorologiques réelles ayant prévalu sur une portion du réseau routier et autoroutier. Les principales activités faisant l'objet d'un suivi sont les suivantes :

- Épandage de sel ou de gravillons sur les routes et utilisation de sel et d'autres matériaux;
- Déblaiement de la neige;
- Itinéraires d'inspection.

Il y a un lien direct entre les conditions réelles de météo et les paramètres mentionnés ci-dessus.

Quand les conditions hivernales deviennent plus rudes (chutes de neige, températures autour du point de congélation, pluie verglaçante, formation de glace sur les routes, etc.), il devient

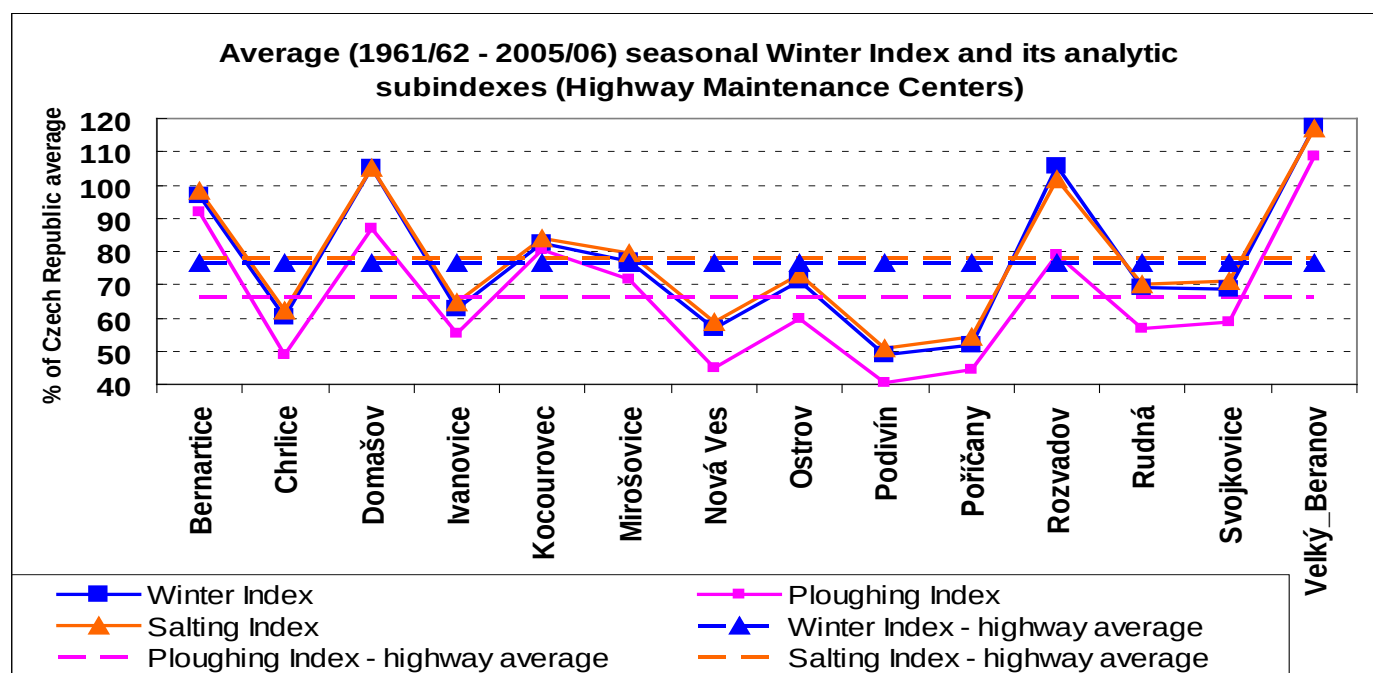


Figure 2 – winter index and its sub-indexes, comparison between different maintenance centres

2.3 Indices hivernaux

L'indice hivernal (IH) est un système d'analyse en profondeur et de comparaison de la performance de l'entretien hivernal et des coûts afférents. Les utilisateurs de ce système sont principalement les gestionnaires des budgets, mais aussi les entrepreneurs chargés de l'entretien hivernal des routes. L'IH décrit avec précision les conditions hivernales d'un territoire donné pendant une période déterminée et compare le coût réel de l'entretien hivernal.

L'Administration des routes et autoroutes de la République Tchèque utilise l'IH pour évaluer l'efficacité de l'entretien hivernal et la performance des divers centres de gestion des routes, en collaboration avec l'entreprise Cross Zlin et l'Institut de météorologie tchèque.

nécessaire d'utiliser plus de véhicules d'entretien et davantage de sel, ce qui constitue le poste de dépense le plus important de l'entretien hivernal. L'IH est un outil unique qui permet un contrôle rétrospectif de la performance de l'entretien hivernal et la comparaison des niveaux d'entretien entre les différents centres de voirie, ou des entrepreneurs. Sur la base des analyses, on peut détecter des divergences par rapport aux normes établies et signaler tout cas isolé ou anomalie à long terme ainsi que tous accroissements de coûts injustifiés.

La figure 2 présente sous forme graphique, l'utilisation de l'indice hivernal. La performance de l'entretien routier ou autoroutier de divers centres de voirie s'y trouve évaluée.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

L'entretien hivernal en République Tchèque est réglementé par la Loi sur les routes, n° 13/1997 et par le règlement n° 104/1997 du ministère des Transports qui explicite la Loi sur les routes.

L'Administration des routes et autoroutes de la République Tchèque (ARA) s'occupe de la gestion et de l'entretien de 715 km d'autoroute et de quelques routes express. Les administrations régionales gèrent l'entretien hivernal des autres routes. En 2004, l'ARA a publié Le régime de gestion et d'entretien hivernal et en 2007, Méthode technologique d'entretien des autoroutes et routes express.

3.2 Organisation des activités de l'entretien hivernal

L'entretien hivernal réduit selon leur importance l'effet des intempéries et des conditions hivernales sur la viabilité des routes. En situation hivernale, l'administrateur des routes élimine ou du moins réduit les problèmes de viabilité en conformité avec le programme établi dans le plan d'entretien hivernal et les dispositions de la Loi sur les routes.

Cela signifie que les services de voirie doivent enlever la neige et la glace des routes au moyen d'une machinerie adaptée. Les couches de neige de plus de 3 cm sont déblayées avec des chasse-neige. Les couches de verglas, de glace ou de neige de moins de 3 cm sont traitées avec des fondants. Il convient de distinguer entre le déneigement seul, l'épandage de fondants seul ou les deux activités effectuées simultanément. De plus, on pratique régulièrement des contrôles de la viabilité de la route.

L'ARA gère 16 centres de gestion et d'entretien des autoroutes (SSUD) et 1 centre de gestion et d'entretien des routes express (SSURS) qui constituent la base de l'entretien hivernal des autoroutes. Un centre SSUD s'occupe de l'entretien hivernal d'environ 50 km d'autoroute, ce qui équivaut à environ 1000 km² de chaussée.

Chaque SSUD dispose des installations et de l'équipement suivant :

- 6-8 camions équipés d'épandouses de saumure et d'une lame de déneigement;
- Un dépôt de sel (NaCl) contenant de 2000 à 3500 tonnes, le dépôt étant généralement dimensionné pour contenir la provision nécessaire pour une année;
- Une installation de préparation de saumure (chlorure de sodium en solution) avec 2 réservoirs de stockage, auxquels

s'ajoutent des réservoirs pour les solutions concentrées de chlorure de calcium qui servent à humidifier le sel d'épandage;

- Une chargeuse munie d'un godet de 1,5 m³ environ utilisé pour charger le sel dans les épandouses;
- Un bureau de commande dans le bâtiment du SSUD équipé d'un système de communication avec les véhicules d'épandage, de téléphones et l'accès aux données météorologiques et aux caméras de surveillance, etc.

D'autres installations et matériels sont décrits dans le Régime de gestion et d'entretien hivernal. La description des systèmes reliés à l'entretien hivernal, comme les stations météo, les dispositifs d'alerte et les caméras de surveillance sont décrits dans Le régime de signalisation et marquage routiers et les installations d'administration et d'entretien.

Généralement, les exigences des usagers sont très élevées. Ils s'attendent à une utilisation rapide et sécuritaire des routes et si possible, complètement libres de neige, (« chaussée noire ») sur toute la longueur. Les exigences en matière de qualité de l'entretien, de confort de conduite, de sécurité et de vitesse sont toujours plus élevées.

Les gestionnaires des routes essaient de satisfaire ces demandes en utilisant des équipements performants, en collaborant étroitement avec l'organisme de météorologie, en installant des capteurs de données météorologiques et en pratiquant, des alertes mutuelles, etc. De même, l'utilisation de matériels d'épandage toujours plus performants associée à des technologies permettant l'utilisation combinée de sel et de saumure facilitent l'offre de service. L'ARA utilise également des matériaux inertes (pierre concassée) sur un tronçon de l'autoroute D2, d'environ 1,6 km, en raison de l'interdiction d'y utiliser des fondants pour préserver la qualité de l'eau.

Les opérations directes d'entretien hivernal consistent en un suivi des situations météorologiques et routières, à l'épandage de sel, au déneigement et à l'enlèvement de la neige au moyen de turbines à neiges et aux opérations de déneigement et d'épandage. Autant de raisons pour les gestionnaires des routes de se préparer le mieux possible pour faire face aux situations même imprévisibles.

En ce qui a trait à l'entretien routier, chaque SSUD est conçu pour couvrir une longueur de 50 à 60 km de réseau et ce, à partir d'un point central. Ainsi, une épandouse qui quitte le SSUD avec une charge normale de fondants et dans des conditions normales d'utilisation de sel au mètre carré devrait pouvoir revenir au centre sans rouler à vide. Cette longueur est choisie en fonction d'une durée de parcours de moins de 2 heures.

L'entretien hivernal est exécuté en conformité avec le plan d'entretien hivernal du SSUD. La structure organisationnelle garantit que le personnel n'est pas soumis à des horaires brisés et que les travailleurs, les contrôleurs compris, se relèvent en quarts réguliers. Certains travailleurs sont en astreinte. Le contrôleur (chef de quart) soumet l'information sur la viabilité de la route à un poste désigné par le ministre des Transports à des intervalles prédéterminés ou au besoin. Le contrôleur coopère avec les forces policières ou les autres organismes de l'Administration des routes et autoroutes, le système de sauvetage intégré, auxquels il fournit de l'information à caractère opérationnel, etc.

L'ARA surveille régulièrement et évalue le déroulement de l'entretien hivernal. À la fin de la saison hivernale, elle produit une évaluation technique et économique des données disponibles tout en les commentant.

3.3 Évaluation des mesures de déneigement et de déglçage

Tableau 2 – Données d'entretien hivernal pour la période 1999

seasons	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08
consumption salt-t.	18,139	14,076	18,921	17,614	28,339	27,005	34,840	14,472	18,829
tonnes/km	35.6	27.2	34.7	32.3	50.2	46.0	58.0	20.6	26.0
km-check-ups	182,038	131,776	171,531	157,483	166,720	155,042	152,202	83,329	126,503
km-winter operations	327,160	250,770	362,658	276,191	489,984	436,911	583,617	239,283	333,888

Les données de base relatives à l'entretien hivernal pour la période 1999-2008 sont indiquées au tableau 2 ci-après. Cela comprend particulièrement, la consommation totale de sel, la consommation moyenne de sel au km linéaire d'autoroute, le nombre de km parcourus en inspection autoroutière et le nombre de km parcourus durant les opérations d'entretien hivernal.

Les coûts de l'entretien hivernal se composent principalement de l'achat des fondants et du fonctionnement de chaque SSUD. Si l'entretien hivernal nécessite un nombre exceptionnel d'interventions, les conséquences financières se feront sentir sur le budget d'entretien d'été.

L'entretien hivernal est un cas particulier, car ses coûts sont fortement liés à la météo qui est pour le moins imprévisible, au moment où on prépare les budgets. Il est par conséquent difficile de prévoir les coûts de l'entretien

hivernal. Par ailleurs, on ne peut pas réduire l'entretien hivernal en raison de son importance et en raison des conséquences immédiates que pourraient avoir des économies inconsidérées sur la circulation et la viabilité des autoroutes et routes express.

Toutefois, l'interrelation entre la météo et l'entretien d'hiver ne signifie pas que ce dernier ne peut pas être efficace au plan économique.

Les fondants sont achetés à la suite d'appels d'offres. Une fois les exigences préliminaires satisfaites, le coût est le facteur décisif. Les coûts trimestriels sont déterminés pour chacun des SSUD et ils incluent tous les tarifs douaniers et les frais de transport. Les coûts varient donc d'un SSUD à l'autre et en fonction du trimestre où l'achat a été effectué. Dans le second et le troisième trimestre, les prix sont de 10 % inférieurs à ceux des premier et quatrième trimestres. Il paraît donc que l'achat de sel en été est une bonne économie. Toutefois, la capacité limitée des entrepôts et la possibilité d'acheter du sel dont on n'aurait pas besoin en raison d'un hiver doux militent contre cette stratégie.

On procède donc aux achats de base de façon hâtive en été, tout en conservant la possibilité d'acheter les quantités manquantes au cours de l'hiver. Les contrats d'approvisionnement sont préparés de telle manière que l'on puisse acheter seulement les quantités qui correspondent aux besoins réels et à la situation financière.

Un dosage précis du sel revêt une grande importance sur sa consommation. Il est important d'utiliser des mécanismes qui distribuent de manière fiable la quantité déterminée à épandre. Ce n'est pas seulement une question d'économie, mais également une question de sécurité routière.

La somme des coûts pour l'entretien hivernal est presque indépendante de toute planification. En effet, comme les fonds sont tirés d'un budget annuel, un hiver difficile se traduit par une pénurie d'argent pour l'entretien de l'été suivant. C'est pourquoi la planification des coûts en fonction de l'hiver le plus

rude semble la meilleure méthode. Si toutefois, les fonds sont alloués selon un niveau de service donné, cela peut se traduire par un gaspillage relatif des fonds. Dans ce cas, il est idéal d'actualiser le budget après le premier trimestre, en fonction de l'hiver précédent. Selon une planification à long terme, le montant optimal de financement se situe aux environs de 50 millions de couronnes tchèques par année.

3.4 Informations sur la sécurité routière

Avant tout, l'entretien routier se fonde sur :

- a) Une surveillance permanente des conditions météorologiques et de leur évolution potentielle dans un secteur routier donné;
- b) La collecte d'information auprès des usagers, des services de police et d'autres services publics;
- c) Le suivi des données des stations météorologiques et de certains capteurs;
- d) Les données de stations météo spécialisées.

L'élément déclencheur du début immédiat des opérations (épandage, déblaiement, etc.) est la précipitation et son intensité. La précipitation peut être sous forme de pluie, de chute de neige, ou d'un mélange des deux, d'une formation de givre ou de verglas. Le point crucial, c'est celui du moment de lancer les opérations ou, si possible, de les lancer en avance. L'expérience du superviseur peut faire la différence.

Les circonstances, les niveaux et les situations d'intervention peuvent être déterminés par des règles techniques ou technologiques, mais avec certaines difficultés.

Les niveaux d'intervention sont déterminés par la perception du public et du personnel d'entretien à l'égard de la qualité des conditions de chaussée qui sont considérées comme non sécuritaire. En entretien hivernal, les situations les plus difficiles sont celles où la viabilité de la route n'est pas apparente (givre, verglas), sans compter qu'elles se produisent localement et qu'elles changent très rapidement.

Dans le tableau 3, ci-après, on résume les problèmes et les situations particulières exigeant une intervention, de même que les solutions à mettre en place.

Tableau 3 – Problèmes et solutions

Problème	Conséquence	Moment de l'intervention	Condition de retour
Neige, chutes de neige et congères	Fluidité de la circulation et sécurité	Début de l'événement	Conditions originales
Verglas, glace	Fluidité de la circulation et sécurité	De façon préventive si possible ou début de l'événement	Conditions originales
Bruine	Fluidité de la circulation et sécurité	Début de l'événement	Conditions originales

Depuis quelques années, de plus en plus d'exigences technologiques et environnementales apparaissent. Parmi celles-ci, on trouve la protection de la nappe phréatique, celle de la végétation aux abords de la route et la préservation de la qualité des sols. Pour garantir un niveau approprié d'entretien hivernal, il est nécessaire d'harmoniser un certain nombre de facteurs sur les plans administratif, social, organisationnel avec les opérations de distribution et de réparation. Il faut aussi prendre en compte des facteurs climatiques et géographiques et mettre à profit les expériences des années antérieures. Le gestionnaire est toujours critiqué pour un service d'urgence insuffisant, un retard dans les opérations et sur le fait qu'il aurait pu utiliser des méthodes différentes et ainsi prévenir des dommages et des blessures.

4. Recherches et études en cours pour améliorer l'entretien hivernal

Des représentants de la République Tchèque ont participé à la mise au point de projets comme le COST 343 : Réduction des fermetures de route par de meilleures méthodes d'entretien des chaussées; COST 353 : stratégies d'entretien hivernal pour améliorer la sécurité des routes européennes, etc. De cette manière, les dernières avancées des connaissances et de la technologie en matière d'entretien hivernal des routes sont mises à profit.

4.1 Module de répartition des communications pour l'entretien hivernal

Le principe de ce système est de simplifier au maximum les informations pertinentes à l'évolution probable des conditions météorologiques et routières pour l'opérateur. Les informations sont ciblées en fonction des responsabilités de l'opérateur,

c'est-à-dire pertinentes pour un tronçon de route particulier du réseau. Les données provenant des stations météorologiques ou celles en provenance de d'autres sources sont toujours disponibles et ce faisant la possibilité d'une analyse détaillée et d'une évaluation des informations qui y sont présentes est maintenue.

Cette nouvelle solution part d'une analyse détaillée des données météorologiques pour présenter sous forme graphique, un tableau clair et synthétisé de l'évolution supposée de l'état de la chaussée pour la période des quelques heures à venir (environ 6 heures). Ainsi, cette approche permettrait de s'assurer qu'un employé moins qualifié ou moins expérimenté pourrait utiliser ce système informatique sans impact négatif sur la qualité de l'entretien hivernal.

Le but du système est de prédire correctement l'état futur de la chaussée en se basant sur les prédictions de la météo, mais sans déterminer la manière ni l'importance des travaux d'entretien hivernal.

Ce système a été mis à l'essai dans la région de Pardubice.

Les intrants du système sont :

- Les données météo provenant de l'Institut de météorologie national (CHMI) et des stations météorologiques;
- La cartographie thermique;
- Les informations basées sur l'expérience;
- Les données géographiques;
- Les données techniques sur les chaussées;
- Les données sur les travaux d'entretien.

Les produits du système sont :

- Une cartographie thermique de la chaussée;
- Une cartographie des conditions de la chaussée.

La figure 3 présente un exemple des sorties graphiques du système.

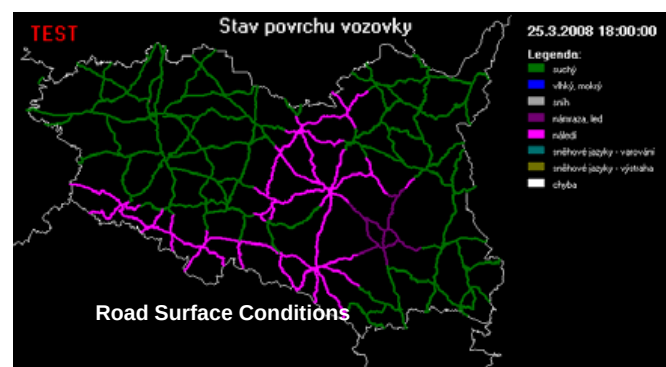


Figure 3 – Sortie du module

5. Références

République Tchèque – le site Web officiel du ministère des Affaires étrangères

Routes et autoroutes de la République Tchèque 2007. Administration des routes et autoroutes de la République Tchèque (ARA), 2007

Gestion et entretien des autoroutes en République Tchèque. Régime de gestion et d'entretien hivernal ARA 2004

Procédure d'entretien hivernal des autoroutes et routes express, ARA 2007

Module de répartition des communications pour l'entretien hivernal (MDSS). Cross Zlin, 2008

Sites Internet :

www.ARA.cz

www.ceskedalnice.cz



ROYAUME-UNI

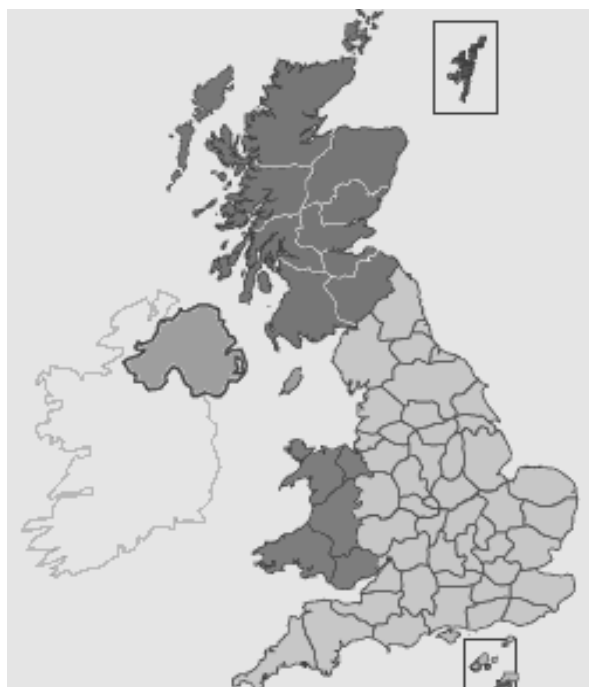


1. Données démographiques et routières

1.1 Information au sujet du pays

Le Royaume-Uni est constitué de quatre pays, à savoir l'Angleterre, l'Irlande du Nord, l'Écosse et le Pays de Galles. La superficie totale du Royaume-Uni est de 243 800 km², répartis comme suit :

- Angleterre – 130 400 km²;
- Irlande du Nord – 13 800 km²;
- Écosse – 78 800 km²;
- Pays de Galles – 20 800 km².



La géographie physique du Royaume-Uni est d'une grande diversité. Elle comprend les falaises calcaires de la côte sud, les vallons et les champs du sud-est de l'Angleterre, les falaises de granit de la péninsule du sud-ouest, les montagnes du Pays de Galles, les lacs et les montagnes du nord de l'Angleterre, les basses-terres, hautes-terres et îles d'Écosse, et les champs, lacs et montagnes d'Irlande du Nord. La population (61 millions d'habitants) est répartie assez inégalement entre les quatre

pays : 51 millions en Angleterre, 2 millions en Irlande du Nord, 5 millions en Écosse, et 3 millions au Pays de Galles.

1.2 Réseau routier et circulation

Le réseau routier du Royaume-Uni comprend 14 568 km d'autoroutes et de routes principales et 405 473 km de routes d'intérêt local.¹ Le trafic routier sur ce réseau est de 490 milliards de kilomètres parcourus par les véhicules par an (hors Irlande du Nord).² Chaque pays au sein du Royaume-Uni a sa propre approche en matière de gestion de réseau.

Angleterre – Le réseau anglais consiste en 7300 km d'autoroutes et de routes principales et 294 800 km de routes d'intérêt local. Le ministère des Transports gère les transports par l'intermédiaire de plusieurs établissements publics chargés des différents modes de transport : la Highways Agency est chargée de la gestion de la majeure partie du réseau d'autoroutes et de routes principales. Les collectivités locales, généralement les County Councils, sont chargées de la gestion des routes d'intérêt local. Transport for London est responsable de tous les modes de transport en commun à Londres, ainsi que des routes.



Autoroutes et routes principales. Réseau de routes d'intérêt national géré par la Highways Agency (Source : Highways Agency)

Irlande du Nord – Le réseau d'Irlande du Nord comprend 2380 km de routes d'intérêt national et 22 500 km de routes d'intérêt local. Le Service des Routes est responsable de l'ensemble des routes d'Irlande du Nord.



Principaux itinéraires de salage en Irlande du Nord
(Source : service des Routes)

Écosse – Le réseau routier écossais comprend 3.400 km de routes d'intérêt national et 56.000 km de routes d'intérêt local. Le gouvernement écossais est chargé de la gestion des routes d'intérêt national. Les 32 collectivités locales sont chargées de la gestion des routes d'intérêt local.



Réseau routier principal écossais (Source : Gouvernement écossais)

Pays de Galles – Le réseau routier gallois comprend 1 688 km de routes d'intérêt national et 32 173 km de routes d'intérêt local. L'Assemblée nationale du Pays de Galles est chargée de la gestion des routes d'intérêt national, qui comprennent les routes principales et les autoroutes. Les autorités unitaires locales sont responsables de l'ensemble des voies publiques, qui ne sont pas d'intérêt national.



Réseau routier stratégique gallois (Source : Assemblée nationale du Pays de Galles)

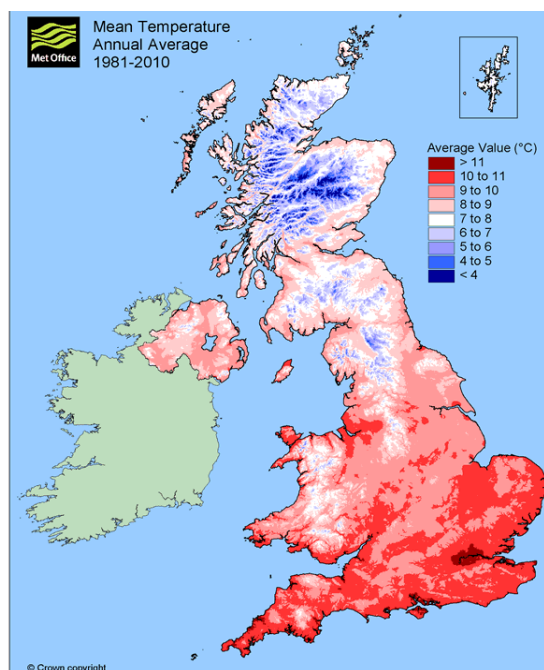
En Angleterre et en Écosse, la gestion et l'entretien du réseau routier d'intérêt national et autoroutier sont sous-traités. Des prestataires de services sont nommés pour exploiter des zones géographiques particulières pendant une période de cinq à sept ans. Au Pays de Galles, la gestion et l'entretien du réseau routier national sont essentiellement assurés par les agents des collectivités locales. Le Service des Routes est responsable de l'ensemble des routes d'Irlande du Nord.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

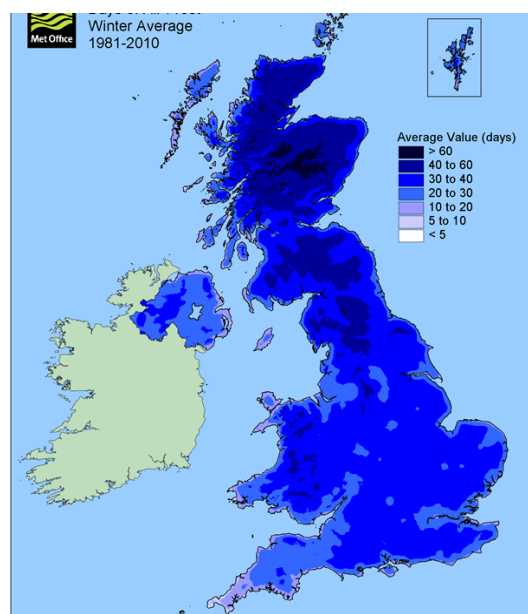
Le Royaume-Uni se caractérise par un climat tempéré, avec des étés relativement chauds, des hivers froids et des précipitations abondantes tout au long de l'année. Parmi les principaux facteurs d'influence sur le climat figurent la latitude boréale du Royaume-Uni (qui s'échelonne de 50° à 60° N), la proximité immédiate de l'Océan Atlantique et, particulièrement le réchauffement par l'eau qui entoure les îles Britanniques, par la dérive nord-atlantique et le Gulf Stream. Le temps est connu pour ses variations d'un jour à l'autre, mais les fluctuations de température sur l'ensemble de l'année sont relativement modestes.

2.2 Statistiques météorologiques : températures, jours de gel et de précipitation



Température moyenne (°C) sur la période 1981 - 2010

Le Royaume-Uni est dans la zone de convergence entre l'air tropical chaud au sud et l'air polaire froid au nord. Dans cette zone, les importantes variations de température génèrent une instabilité constituant un facteur majeur qui influence le temps variable et souvent inconstant que connaît le Royaume-Uni, où une seule journée peut être le théâtre de nombreux changements météorologiques.

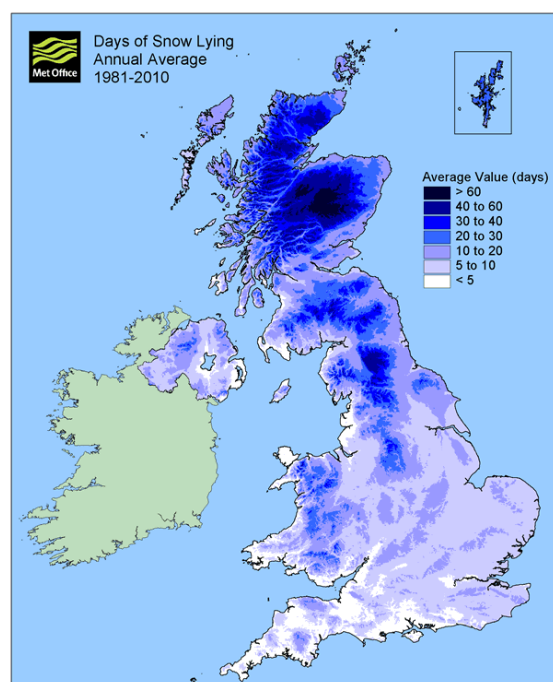


Nombre annuel moyen de jours de gel atmosphérique pour la période 1981 - 2010

	Temp. max. [°C]	Temp. min. [°C]	Jours de gel [jours]	Précipitations [mm]
Angleterre	13,5	5,9	49,1	855
Irlande du Nord	12,4	5,4	42,8	1136
Écosse	10,7	4,2	67,4	1570
Pays de Galles	12,6	5,7	49,3	1460

Moyennes 1981-2010 (Source : Met Office)

L'hiver au Royaume-Uni est généralement une saison froide, pluvieuse et venteuse. Les températures sont rarement inférieures à -10 °C la nuit et rarement supérieures à 15 °C la journée. Les précipitations sont abondantes tout au long de la saison et les chutes de neige sont devenues plus fréquentes durant ces cinq dernières années.



Nombre annuel moyen de jours d'enneigement 1981 - 2010

Vers la fin de la saison hivernale, le temps se stabilise généralement, avec moins de vent, des précipitations et des températures inférieures. Cette variation est particulièrement prononcée à proximité des côtes, et ce, principalement en raison du fait que l'Océan Atlantique atteint souvent sa température la plus basse à cette époque après avoir été refroidi tout au long de l'automne et de l'hiver.

2.3 Indices hivernaux utilisés dans le pays

En Angleterre, en Irlande du Nord et en Écosse, le Met Office (la météorologie nationale) a défini un indice des routes hors agglomérations (le Meteorological Office Open Road Index ou MOORI). Cet indice indique les conditions météorologiques

et est généralement présenté sous forme (i) de moyennes sur plusieurs années des nuits au cours desquelles le réseau routier a dû être traité, (ii) d'écarts d'un mois sur l'autre par rapport à la moyenne, et (iii) d'écarts par rapport aux moyennes sur l'ensemble de l'hiver, pour chaque station météorologique. De plus, une droite de régression des moindres carrés est produite pour déterminer les tendances à long terme.

Il existe généralement au Royaume-Uni trois périodes d'activation du service hivernal : (i) Haute période (normalement décembre, janvier et février), lorsque l'on peut raisonnablement s'attendre à des conditions difficiles; (ii) Basse période (novembre et mars), lorsque des conditions difficiles peuvent survenir; et (iii) Période marginale (mi-septembre, octobre et avril), lorsque des conditions difficiles ne sont habituellement pas prévues.

Les gestionnaires de routes d'intérêt local à travers le Royaume-Uni emploient un système de classement similaire. Ces périodes ont un impact sur la couverture du service hivernal imposée aux prestataires de services.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Les gestionnaires de réseau routier au Royaume-Uni ont l'obligation légale d'entretenir les routes, un service hivernal efficace faisant partie de leurs responsabilités. Les obligations légales de service hivernal diffèrent d'un pays à l'autre.

Les gestionnaires routiers en Angleterre et au Pays de Galles ont l'obligation légale de «s'assurer, dans la mesure du possible, que le passage en toute sécurité sur une route n'est pas compromis par de la neige ou du verglas»¹ De plus, la loi de 1980 sur le réseau routier principal (Highways Act) impose aux gestionnaires de réseau de dégager la route de tout obstacle, qu'il résulte de «l'accumulation de neige, de l'éboulement des bas-côtés, ou de toute autre cause»²

En Irlande du Nord, le décret de 1993 sur les Routes (Roads Northern Ireland Order) exige du gestionnaire de réseau routier qu'il débaille la neige et prenne les mesures qu'il juge raisonnables pour éviter que la neige ou le verglas n'entrave le passage en toute sécurité des personnes et véhicules empruntant la route.

En Écosse, les gestionnaires de réseau routier³ ont l'obligation légale de prendre «les mesures qu'ils jugent raisonnables pour éviter que la neige et le verglas ne compromettent le passage en toute sécurité sur les voies publiques»⁴

En Angleterre, la Highways Agency a pour objectif d'assurer un service hivernal qui permette, dans la mesure du possible, une circulation en toute sécurité sur les autoroutes et les routes d'intérêt national, et limite les retards et accidents liés aux intempéries. Les procédures d'entretien hivernal en Angleterre sont définies dans le Network Management Manual et le Routine and Winter Service Code, incluant les exigences et les conseils relatifs au service hivernal sur les routes principales.

Le Welsh Assembly Government Trunk Road Maintenance Manual; Part 4: Winter Maintenance définit les exigences et les conseils de la National Assembly for Wales [Transport Wales] concernant la viabilité hivernale sur les autoroutes et le réseau routier principal relevant de la responsabilité de l'Assemblée, selon lesquels la priorité est accordée aux autoroutes et au réseau routier principal d'intérêt prioritaire.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Le budget dépensé pour la viabilité hivernale des routes du Royaume-Uni est estimé à 150 millions de livres par an. L'Angleterre et le Pays de Galles dépense en moyenne près de 20 millions et 4 millions de livres respectivement pour la viabilité hivernale sur les autoroutes et autres routes d'intérêt national, tandis que l'Écosse dépense plus de 14 millions de livres. 5 millions de livres environ sont affectées chaque année à la viabilité hivernale en Irlande du Nord.

Les guides anglais et gallois d'entretien du réseau routier principal décrivent tous deux les rôles, les responsabilités, les objectifs de service, les techniques d'exploitation, l'épandage de sel et autres matériaux de déverglage, l'utilisation de matériels et équipements d'entretien, ainsi que les moyens de liaison et de communication.

Rôles et responsabilités – La Highways Agency (Angleterre), le Service des Routes d'Irlande du Nord (Roads Service), Transport Scotland et le gouvernement du Pays de Galles [Gouvernement Local et Communautés - Transport] sont chargés de définir la politique générale de viabilité hivernale sur le réseau d'autoroutes et de routes d'intérêt national. Le maître d'œuvre et l'entreprise chargés de l'entretien et de l'exploitation assurent la gestion opérationnelle de la viabilité hivernale et fournissent le matériel nécessaire et la plupart du temps les équipements

En Angleterre, sur le réseau routier stratégique, la Highway Agency fournit la flotte complète d'épanduses pour préhumidifier et des turbines à neige pour que les prestataires de services puissent travailler et environ 75% des réservoirs.



Les fournisseurs de services et les services de voirie du Royaume-Uni préparent généralement un plan d'entretien hivernal pour hiver rigoureux, mis à jour annuellement. Il décrit la politique, les objectifs, les procédures et les dispositions opérationnels. Ce document est souvent mis à la disposition du grand public afin que les résidents, les sociétés de transports et les industries locales puissent être informés du niveau de service auquel s'attendre. De plus, le document détaille les conditions locales particulières et la manière dont sera fourni un niveau de service satisfaisant, en conformité avec la législation particulière aux paliers de gouvernement local, régional et national.

Objectifs et techniques d'exploitation – Les dispositions opérationnelles dans le plan d'entretien hivernal pour hiver rigoureux définissent le réseau de prétraitement préventif, les préparatifs, les plans d'épandage sélectif et de déblaiement, les stocks de fondants situés stratégiquement, les prévisions de verglas et de neige et les procédures de surveillance et de traitement de la neige et du verglas, de même que les procédures établies pour l'information du public et des médias et le suivi de l'efficacité de toutes ces mesures.

Le traitement préventif est entrepris sur l'ensemble des routes prioritaires du réseau et offre le moyen le plus efficace de garantir la sécurité des itinéraires les plus empruntés par les véhicules. Les définitions et les critères appliqués pour déterminer le réseau susceptible de bénéficier d'un traitement préventif varient considérablement d'un pays et d'un gestionnaire de réseau routier à l'autre.

Le guide utilisé par bon nombre d'entre eux est celui de l'Appendice H du code de pratique des routes correctement entretenues (Well-Maintained Highways Code of Practice) qui fixe le standard national général. Le réseau de traitements préventifs inclue, normalement, un ordre de priorités selon la catégorie d'entretien comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Catégorie d'entretien	Type de route	Fonction
1	Autoroutes	Route à grande circulation
2	Route nationale importante	Route à grande circulation
3	Autre route nationale	Route à grande circulation
4	Route de comté importante	Routes interurbaines et de transit
5	Route de comté secondaire	

Outre la définition du réseau par catégorie d'entretien, des critères tels que la circulation, la population des agglomérations, les services d'urgence et équipements publics, les réseaux de salage des gestionnaires de réseaux routiers voisins en ce qui concerne les niveaux de priorité d'intervention inférieurs et les infrastructures importantes destinées aux cyclistes et aux piétons, sont pris en compte.

Des exercices d'optimisation des itinéraires de traitement sont conduits pour une meilleure efficacité et garantir une coordination avec d'autres itinéraires. Les opérations de prétraitement sont ainsi mieux ciblées et en déterminant les mesures à prendre pour chaque itinéraire, on minimise tout traitement inapproprié en cas de prévisions météorologiques marginales. Le réseau de traitement préventif est généralement représenté sur une carte. De plus, des fiches et cartes d'itinéraires sont produites pour chaque itinéraire susceptible de bénéficier d'un traitement préventif et des copies sont conservées en permanence dans les engins. Le réseau susceptible de bénéficier d'un traitement préventif est révisé chaque année pour refléter les développements, les améliorations et les changements des conditions de trafic.

Les gestionnaires de réseau routier et leurs prestataires de services définissent l'organisation de la prochaine campagne hivernale avant la fin de l'été. Les questions généralement abordées avant l'hiver sont la préparation des équipements et matériels nécessaires à la viabilité hivernale, la qualification des agents, le calibrage des capteurs météorologiques routiers, la permanence à assurer en cas de conditions météo défavorables, les stocks de fondants, les systèmes de transmission et les tableaux de service.

En plus des traitements préventifs, l'Écosse possède des patrouilles d'hiver qui interviennent sur toutes les autoroutes et quelques routes principales. Elles sont déployées pour superviser les conditions, fournir des traitements à base de sel et éliminer la neige si besoin.

Les patrouilles d'hiver interviennent sur les routes les plus fréquentées et les principales routes nationales qui sont soumises au climat le plus rude en hiver, lorsqu'une baisse des températures et un risque de verglas sont annoncés. Les patrouilles opèrent dès le petit matin jusqu'à midi et à d'autres moments de la journée qui s'annoncent compliqués, selon l'appréciation des responsables des entreprises chargées de la viabilité hivernale.

Les véhicules de patrouille sont équipés de capteurs de température à la surface ce qui permet aux responsables décideurs de la viabilité hivernale de contrôler en temps réel la température de la route à l'endroit même où se trouve chaque véhicule. Toutes les autoroutes disposent d'un temps de réaction maximal de 30 minutes pour intervenir sur les incidents en hiver, à partir du moment où les patrouilles sont déployées.

L'épandage de sel – La gestion des stocks de sel et de leur réapprovisionnement constitue un enjeu majeur. Des réserves minimales sont spécifiées pour chaque dépôt, pouvant varier au cours de la période hivernale. Les niveaux de stocks de sel sont généralement basés sur les hivers précédents et sont suffisants pour gérer un hiver moyen. Les stocks sont réapprovisionnés en cas de conditions météorologiques particulières.

Les abris à sel, de plus en plus répandus à travers le Royaume-Uni, permettent que le sel conserve une faible teneur en humidité, empêchant toute dissolution et facilitant sa manipulation.

La qualité, la composition chimique et l'homogénéité du sel sont importantes pour garantir un contrôle du débit d'épandage. La plupart des gestionnaires de réseaux préfèrent le sel gemme au sel raffiné ou marin, principalement pour des raisons de coût. En général, un sel gemme fin est utilisé pour le salage préventif afin de limiter les dégâts causés aux véhicules et obtenir un épandage plus uniforme sur la chaussée, tout en minimisant les épandages excessifs et la contamination de la végétation environnante.

Type de sel	Calibre	Tamis de contrôle BS410	% en sortie de tamis
Sel gemme	Gros	10 mm 6,3 mm 2,36 mm 300 µm	100 75-95 30-70 0-20
	Fin	6,3 mm 2,36 mm 300 µm	100 30-80 0-20
Sel raffiné et sel marin	Gros	10 mm 1,18 mm 150 µm	100 0-80 0-10
	Fin	1,18 mm 150 µm	100 0-30

Calibre du sel (BS3247)

En 2008, la Highways Agency d'Angleterre a mis en route un plan d'approvisionnement de quatre ans de nouveaux véhicules d'entretien hivernal, capables d'épandre du sel préhumidifié. Des réservoirs installés sur les côtés de la caisse de ces nouveaux véhicules contiennent de la saumure qui peut être mélangée au sel dans des proportions établies pour obtenir un mélange optimal, qui correspond généralement à 70 % de sel pour 30 % de saumure. Ce mélange de sel préhumidifié s'épand de la même manière que le produit sec. En Écosse, tous les véhicules de première ligne utilisent également le sel préalablement humidifié et les itinéraires de traitement préalables sont conçus pour permettre un traitement de sel de 40 g maximum pour épandre en un seul passage.

Pour les traitements contre le froid extrême, Transport Scotland a développé un guide pour les entreprises exploitantes sur l'usage de fondants alternatifs qui agissent à des températures pour lesquelles le sel (chlorure de sodium) est moins efficace. Le guide prodigue des conseils aux entreprises de gestion des routes principales sur le stockage, la gestion et l'application d'une large gamme de fondants alternatifs. Transport Scotland a obtenu des stocks d'Eco Thaw, Safectoreet et de chlorure de magnésium. L'expérience concernant l'utilisation de fondants alternatifs est de plus en plus importante et les spécifications de rendement amélioré pour les traitements sur des tronçons à haute altitude de l'A9 sont testés et évalués tout comme en Angleterre où les températures extrêmement basses sont moins fréquentes.

L'utilisation de l'équipement et des matériels d'entretien

– La disponibilité de l'équipement d'entretien hivernal est cruciale pour l'efficacité des opérations. Le parc de véhicules d'épandage doit être bien entretenu.

Les gestionnaires de réseau routier disposent d'une grande variété d'équipements et d'engins pour exercer leurs responsabilités d'entretien hivernal. La topographie et les besoins de chacun des pays et des régions étant différents, il est nécessaire d'employer des matériels adaptés aux conditions particulières. Le choix de la taille et du type de véhicules utilisés dépend des caractéristiques du réseau routier et de la longueur de l'itinéraire à traiter.

Les nouveaux véhicules de la Highways Agency ont été achetés auprès de deux entreprises : Romanquip et Schmidt. La caisse de l'épandeur Romanquip est construite presque entièrement à partir d'une cuve en acier inoxydable. Les avantages de ce mode de construction : une maintenance réduite et une vie utile prolongée. Le véhicule Schmidt est muni d'une trémie modulaire Stratos au fini obtenu par l'utilisation d'une peinture en poudre (pulvérisation électrostatique et cuisson au four), ce qui est un avantage pour le travail dans l'environnement

rigoureux de l'hiver. Initialement, les véhicules étaient montés sur des châssis MAN Euro IV et à la fin du programme, sur des châssis Volvo Euro V. Ci-dessous un véhicule équipé d'une cuve en acier inoxydable.



Une attention particulière est apportée aux ressources requises pour faire face à d'importantes chutes de neige. Un engin d'épandage spécialisé à quatre ou six roues motrices est affecté aux terrains en altitude ou aux itinéraires comprenant des pentes à forte déclivité où une traction et une propulsion supérieures sont indispensables en cas de chutes de neige abondantes. Des chasse-neige de réserve sont prévus pour assurer une assistance et une couverture en cas de dégâts causés aux équipements de première ligne.

Les « points vulnérables », où la pente peut rendre difficile la progression des camions ou des autres véhicules dans des conditions hivernales sont identifiés. Les prestataires de services évaluent les points les plus vulnérables dans leur zone et planifient différentes mesures, documentées dans leurs plans de service hivernal, qu'ils utilisent lorsque les prévisions de temps sont mauvaises. Les mesures comprennent des épandages supplémentaires de sel lors des traitements préventifs, une attention spéciale lors des patrouilles hivernales, et un déploiement préalable des chasse-neige pour anticiper les tempêtes de neige. De plus, des accords comprenant le remorquage des véhicules sont passés avec des entreprises pour améliorer le dépannage des véhicules en difficulté ou éliminer les incidents.

Si le traitement préventif s'avère insuffisant pour éviter la présence de verglas ou de neige sur une route d'intérêt national, un traitement supplémentaire comprenant salage, chasse-neige et/ou turbine à neige est entrepris pour rétablir des conditions de sécurité satisfaisantes sur toutes les routes et les mettre au noir dès que possible. La neige est raclée dès que son épaisseur dépasse 30 mm. Chaque passage de chasse-neige est accompagné d'un épandage de sel, en général conformément au tableau ci-après.

La Highways Agency a acquis une nouvelle flotte, ce qui a entraîné une baisse de la consommation de sel, grâce à un épandage plus précis qui altère les taux de propagation par des augmentations de 1g/m². La Highways Agency a ainsi adopté une matrice de nouveaux traitements qui marche avec des taux d'épandage plus bas que ceux utilisés précédemment. Les types de traitement contre le verglas et la neige actuellement utilisés par la Highways Agency sont les suivants :

5.1.2 Treatment Matrix *Cold*

Weather Conditions Road Surface Conditions Road Surface Temperature (RST)	Air Temp	Treatment Dry Salting (g/m ²)	Pre-wetted Salting (g/m ²) (see Note 1)
Frost or forecast frost. RST at or above +2°C (irrespective of dry, damp or wet conditions)		5	5
Frost or forecast frost. RST below -2°C and above -5°C and dry or damp road conditions (see Note 3 if damp and lightly trafficked)		10	5
Frost or forecast frost. RST below -2°C and above -5°C and wet road conditions (see Note 5 if lightly trafficked)		15	15
Frost or forecast frost. RST at or below -5°C and above -10°C and dry or damp road conditions (see Note 3 if damp and lightly trafficked and Note 6)		15	15
Frost or forecast frost. RST at or below -5°C and above -10°C and wet road conditions (see Note 3 if damp and lightly trafficked and Note 6)		2 x 10	2 x 10
Light snow forecast < 10 mm		20	15
Medium/heavy snow or freezing rain forecast		2 x 20	See Note 2 below
Freezing rain falling		20 (maximum)	See Note 2 below
After freezing rain		20	See Note 2 below
Ice formed (minor accumulations)	above -5°C	20	See Note 2 below
Ice formed	at or below -5°C	2 x 20	See Note 2 below
Hard packed snow/ice	above -5°C	20 (maximum)	See Note 2 below
Hard packed snow/ice	at or below -5°C	2 x 20 (maximum)	See Note 2 below

Figure 11: Treatment Matrix *Cold*

Page 5-3

Taux de traitement d'élimination du verglas et de la neige
(Source: Highways Agency)

En cas de chutes de neige extrêmes, les gestionnaires de réseau routier emploient également des turbines à neige, qui sont des engins soit automoteurs soit démontables. En Écosse, où les chutes de neige abondantes sont fréquentes, les engins automoteurs sont indispensables. Les turbines à neige modernes sont puissantes et capables de déplacer un volume important de neige.

Transport Scotland a récemment introduit de nouveaux équipements innovants comme des chasse-neige avec des lames en étrave inversée et des turbines à neige pour les trottoirs.



Le calibrage des épanduses de sel est essentiel à l'efficacité des opérations de viabilité hivernale et chaque véhicule est testé pour s'assurer qu'il respecte les débits et largeurs d'épandage correspondant aux paramètres définis. Le calibrage des équipements est conduit avant les premières gelées prévues par la Highways Agency. Les véhicules de Transport Scotland sont calibrés deux fois durant l'hiver, en septembre et en janvier.

Entraide – Même si chaque organisation donne la priorité au traitement de ses propres réseaux, des accords sont fréquemment passés entre les organisations pour s'entraider. Cette aide comprend l'usage en commun de machines, de main d'œuvre et de sel. Un exemple de cette entraide se trouve en Écosse où le sel obtenu par le prestataire de services des routes nationales est stocké par l'autorité locale, avec des accords de travail intéressants et flexibles. Les accords d'entraide facilitent l'échange de chasse-neige afin de répondre rapidement aux modèles météorologiques variables.

Systèmes d'informations de météorologie routière

– Les prévisions précises de verglas et de neige constituent un facteur décisif pour le bon déroulement des opérations hivernales et minimisent les travaux d'épandage de sel qui n'aboutissent pas tout en maintenant le réseau le plus sûr possible.

Les autorités routières réalisent un investissement considérable dans la technologie de pointe afin de fournir les moyens nécessaires qui permettent de faire des prévisions précises et de prendre ainsi les mesures hivernales opportunes. L'Angleterre compte actuellement 242 stations actives sur le réseau routier de la Highways Agency qui recueillent des informations météo. L'Écosse en compte 153 sur tout le réseau routier du Transport Scotland qui possède également 50 véhicules de patrouille équipés de capteurs de

température mobiles commandés à distance et des caméras CCTV sur les épanduses afin d'indiquer les conditions de la route en temps réel.

Les systèmes d'information météorologique routière permettent un suivi à distance des conditions météorologiques qui affectent la sécurité du réseau routier en temps réel. Ils se basent sur l'élaboration de prévisions météorologiques et apportent une aide au personnel de l'entretien et des opérations dans la prise de décision en temps et en heure.

Un système d'information météorologique routière est normalement constitué de stations équipées de capteurs environnementaux (ESS), plus connues sous le nom de stations météorologiques et d'un service web permettant la diffusion aux usagers de l'information générée par les ESS.

Toutes les autorités routières du Royaume-Uni utilisent les systèmes d'information météorologique routière.

Dernières avancées en matière de systèmes d'information météorologique routière au Royaume-Uni – Service d'information météorologique de la Highways Agency

- Au cours de l'année 2011/2012, la Highways Agency a présenté son nouveau service d'information météorologique (HAWIS) qui a remplacé la série de contrats de systèmes d'information météorologique routière précédente fournie par Vaisale. La constitution d'une unique source d'information météorologique mise à la disposition de l'ensemble de la Highways Agency et de ses associés ainsi que d'un service d'information météorologique pour toute l'année centré sur tout type de conditions météorologiques constitue le changement le plus important.

Le nouveau service HAWIS est constitué de quatre éléments principaux :

- Un réseau de stations de capteurs environnementaux (ESS) tenue par des prestataires de services chargés de l'entretien technologique ainsi que d'autres aspects technologiques ;
- Un service de bureau central ;
- Des fournitures de prévisions météorologiques
- Des conditions de connectivité entre l'ESS et le bureau central.

Les données provenant du réseau de stations météorologiques de la Highways Agency sont émises toutes les 10 minutes pendant toute l'année pour être diffusées sur le site de HAWIS.



Une station météorologique sur le réseau de la HA

HAWIS offre aux usagers les types d'information météorologique suivants :

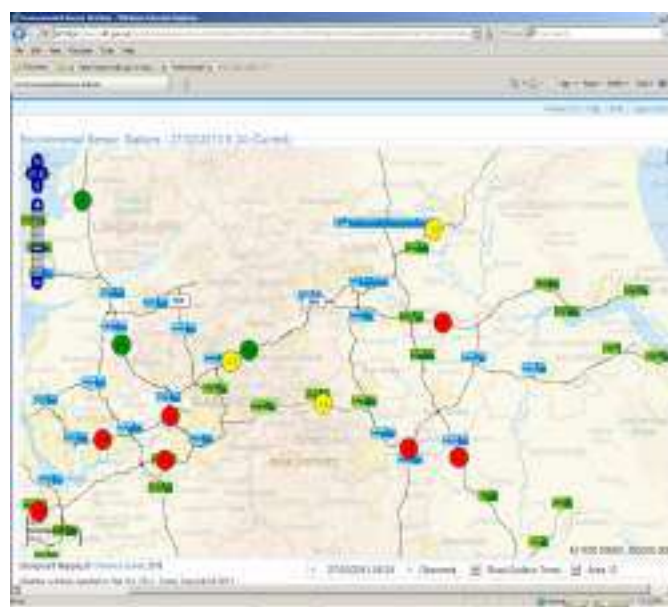
Prévisions météorologiques : Les prévisions météorologiques de HAWIS sont divisées en deux parties : des contrats de prévisions pour des zones concrètes et un service national de prévisions météorologiques incluant le conseil en météorologie de la Met Office. Les prévisions météorologiques pour des tronçons de route sont des bulletins simples couvrant toute la zone d'opérations pour une autorité / un fournisseur de services routiers. L'information se présente selon un modèle classique de bulletin météorologique comme dans un journal ou sur internet, avec la seule différence que toutes les prévisions décrites se rapportent à des conditions du réseau routier. Des prévisions de 24 heures, de 2 à 5 jours et de 6 à 10 jours sont fournies et les derniers avertissements de temps extrême et d'inondations de l'agence de l'environnement sont accessibles sur le site de HAWIS.

Les prévisions spécifiques pour un lieu en particulier sont communiquées pour un seul point dans une zone du réseau sur 24 heures et en principe pour les endroits qui possèdent un capteur routier. Les données d'ESS alimentent, à travers un service de bureau, des organismes de prévisions qui combinent les données existantes à leurs propres modèles de prévisions pour fournir des prévisions spécifiques détaillées de la zone sur HAWIS. Ces prévisions sont fournies sous forme de tableaux qui

regroupent les différents paramètres météorologiques comme la température et l'état de la route, la température de l'air, la température de friction, la vitesse du vent les précipitations et l'état des nuages. Ces tableaux apportent aux prestataires de services de plus grandes capacités de motorisation et de vérification que les prévisions météorologiques traditionnelles. Les fournisseurs de services utilisent cette information pour déterminer leur méthode de traitement et, le plus important, les délais.

Stations d'observation de l'information à capteurs environnementaux – Les données de chaque ESS sont relevées toutes les 10 minutes. HAWIS les reçoit sous forme de tableaux et de cartes contenant des informations sur différents paramètres météorologiques et sous une forme commune pouvant être comprise par tous les usagers. Les exemples comprennent la température, l'état de la surface, la température de l'air, la visibilité, la vitesse et le sens du vent. L'information indiquée pour chaque ESS dépend du type de capteur.

Il est important de disposer d'une information mise à jour pour pouvoir comparer les conditions réelles du réseau stratégique routier avec celles qui étaient prévues et permettre aux prestataires de services de réagir face aux conditions variables lorsqu'un événement extrême a lieu. Un graphique interactif permet également aux usagers de contrôler les variations d'un paramètre météorologique de leur choix dans le temps. De plus, un réseau de caméras de surveillance situées dans certains ESS permet aux usagers de voir des images fixes et mises à jour de la situation réelles « sur le terrain ». Elles sont utiles au suivi en direct d'épisodes neigeux.



Carte d'observation des températures à la surface de la route avec HAWIS.

Informations par satellite et images de prévision – HAWIS offre la possibilité de fournir aux usagers des informations météorologiques provenant de satellites ainsi que des images des prévisions. Ces informations proviennent du Met Office à travers la Highways Agency. Les informations météorologiques par satellite sont utiles pour déterminer le mouvement des systèmes météorologiques et évaluer un possible épisode de mauvais temps ainsi que la couverture nuageuse, ce qui est très important lorsque les prévisions sont minimales. Elles sont également utiles pour définir la durée des traitements. Les images des prévisions fournies par HAWIS sont disponibles pour les précipitations, le vent, la visibilité et la pression / fronts.



HAWIS – Radar de précipitations

Alarmes et alertes – Une fonction alarme et alerte disponible sur HAWIS permet aux usagers de configurer des alarmes qui se déclenchent en présence d'une série de critères prédéfinis. Les alertes peuvent être créées pour avertir certains usagers qu'une alarme a été activée. Par exemple, une alarme peut être configurée pour alerter tous les responsables sur le besoin de prendre des décisions concernant le traitement à suivre lorsque les températures de la surface de la route tombent en dessous d'un certain seuil. Lorsque ce seuil est atteint, les usagers sélectionnés reçoivent une alerte directement à travers le site internet et également à travers un email. De tels avis permettent de ne pas être connecté en permanence au site HAWIS et garantissent que les usagers soient informés à tout moment des derniers événements sur le réseau.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Les procédures d'évaluation des opérations de viabilité hivernale sont généralement intégrées au plan d'exploitation de la viabilité hivernale. Au Royaume-Uni, les gestionnaires de réseaux routiers locaux suivent le principe du meilleur rapport qualité-prix. Différents indicateurs de performance (IP) sont employés pour contrôler la qualité du service hivernal.

Exemples d'indicateurs de performance :

Objectif :	Respect à 100 % du temps de réponse concernant la sortie du dépôt
IP :	Nombre de départs en retard
Objectif :	Respect à 100 % des temps de réponse concernant l'achèvement des itinéraires.
IP :	Nombre d'arrivées en retard
Objectif :	Réception du journal du prestataire de services.
IP :	Nombre d'événements reçus après les délais convenus; en pourcentage du total des événements signalés dans le journal de la campagne hivernale.
Objectif :	Réception de l'ordre de début d'intervention
IP :	Nombre d'ordres reçus après les délais convenus; en pourcentage du total des ordres de début d'intervention pour l'hiver
Objectif :	Coût moyen de salage au kilomètre.
IP :	Coût par campagne hivernale

Un contrôle du service fait peut être conduit de deux manières différentes et indépendantes. À distance, on analyse des documents écrits tels que tachygraphes, listes informatisées (avec les éventuelles données GPS), consommations de sel, confirmations d'intervention, registres de formation des conducteurs, procédure opérationnelle d'assurance qualité ou guide de la viabilité hivernale, et registres de gestion du salage par itinéraire. Sur le site, on conduit des inspections aléatoires pour vérifier que les opérations de salage sont exécutées sur le réseau au bon moment et de façon adéquate. Un rapport complet doit être rédigé à chaque contrôle.

L'un des points forts des systèmes d'informations de météorologie routière est l'enregistrement des données de base afin d'être en mesure de déterminer la validité des prévisions. En général, on peut dire qu'une prévision météorologique routière est valable lorsqu'elle conduit à prendre une bonne décision : soit pour empêcher la formation de verglas ou l'accumulation de neige sur les routes, soit pour éviter des épandages inutiles de produits de déverglaçage. Toutefois, l'étude de la validité de la prévision est compliquée par des facteurs externes tels que le fondant chimique résiduel sur la route ou les considérations politiques, qui peuvent entraîner des interventions inutiles.

Afin de juger de la validité d'une prévision, il est préférable d'analyser les prévisions de gel sur les chaussées. En général, on compare alors les prévisions et la réalité dans un tableau de contingence selon le format ci-dessous :

Tableau de contingence 2x2

	Gel prévu	Gel non prévu
Le gel s'est produit	Coûts associés à la protection : (Gel/Gel)	Coûts associés aux dégâts : (Pas de gel/gel)
Aucun gel ne s'est produit	Coûts associés à la protection : (Gel/Pas de gel)	Rejet correct : (Pas de gel/pas de gel)

En attribuant des valeurs financières à ces contingences, il est possible d'en déduire une mesure de la validité de la prévision. À l'aide du tableau de contingence, il est possible de produire plusieurs variables dérivées :

- Pourcentage de prévisions correctes;
- Probabilité de détection;
- Taux de fausses alertes;
- Fréquence du gel.

3.4 Sécurité et information routières

Une communication à travers les médias est primordiale pour tenir les usagers de la route informés des intempéries et promouvoir la sécurité sur les routes.

Grâce à cette communication vers la population locale et les usagers de la route, les opérations de viabilité hivernale sont plus efficaces, mieux comprises et encouragent un échange de points de vue positif avec le public. Les gestionnaires de réseaux routiers emploient par conséquent divers outils de communication, notamment :

- Des dépliants indiquant aux automobilistes comment améliorer la sécurité routière;
- Un plan du réseau traité;
- Des communiqués de presse portant sur la viabilité hivernale et les incidents routiers particuliers;
- Des articles de presse;
- Des interviews dans la presse, à la radio ou à la télévision;
- Des informations transmises par l'intermédiaire d'associations d'automobilistes et de stations de radio locales. ;
- Des informations et des conseils à travers les pages internet des autorités routières ;
- Des informations sur les panneaux à message variable, avant et au moment même des épisodes de mauvais temps ;
- Des informations transmises à travers les réseaux sociaux comme Facebook et Twitter.
- Des vidéos de YouTube pour expliquer comment se déroule le service hivernal.

Bon nombre d'autorités routières fournissent des informations aux usagers à travers leurs sites internet qui comprennent des détails sur les routes prioritaires en matière de traitement et des conseils sur la façon de se préparer à l'hiver. Ces dernières

années, l'utilisation des réseaux sociaux pour diffuser des informations aux usagers s'est considérablement développée. Quant aux conditions météorologiques adverses, les autorités routières utilisent leurs pages Twitter et Facebook pour informer les usagers de la route de l'existence d'épandeurs sur la route et fournir des prévisions concernant les conditions météorologiques adverses.



Utilisation des médias sociaux par les autorités routières

Pour le réseau routier d'intérêt national anglais, les informations météorologiques et les conditions de la chaussée sont communiquées aux médias et aux usagers de la HA depuis le Centre national d'information de la circulation de la Highways Agency (NTOC), situé à Birmingham. Pendant les mois d'hiver, des météorologues sont basés au NTOC pour garantir que la HA puisse lancer des alertes hâtives lors de conditions météorologiques difficiles et diffuser des conseils ciblés sur la sécurité routière et les conditions de la chaussée au niveau régional ou national selon le cas.

En Angleterre, la Highways Agency possède un système basé sur un site internet d'information hivernale qui fournit des informations sur l'état de la route et les incidents en rapport avec le temps à l'équipe de direction de la Highways Agency, les ministres et le Service de presse (Press Office). Ce système de notification hivernale permet que les prestataires de services adjacents, les autorités locales, la police et les équipes de la zone de la HA soient informés des décisions des services hivernaux. Les prestataires de services sont tenus de rendre compte des conditions du réseau et des décisions d'intervention chaque jour à 8 h 30 et à 15 h. De plus, ils doivent soumettre une analyse des prévisions météorologiques et des mesures envisagées pour le week-end avant 15 h le vendredi.



Au vu du succès du système d'information hivernale basé sur le site de la HA et en particulier la gestion des installations de sel, toutes les autorités routières anglaises et galloises utilisent maintenant ce système et ont ainsi une vision générale des stocks de sel. Cette information réelle, fiable et précise des stocks est d'une grande aide pour les autorités et les fournisseurs de sel.

En Irlande du Nord, les informations sur les activités de salage sont transmises par voie électronique aux médias pour que les automobilistes disposent, avant les périodes de forte circulation, des informations les plus récentes sur les conditions de la chaussée.

La réponse hivernale de Transport Scotland est coordonnée depuis le centre de contrôle du trafic d'Écosse, l'ITS (Intelligent Transport System), contrôlé et exploité depuis un centre de contrôle, construit à cet effet et inauguré en 2013 dans l'actuel Forth Road Bridge, idéalement situé pour effectuer une gestion optimale du pont existant et du nouveau Forth Replacement Crossing, qui sera inauguré en 2016.

En Écosse, les plans quotidiens d'action hivernale sont mis à la disposition du public sur le site internet de Traffic Scotland. L'information est publiée tous les jours à 15h00 après avoir reçu les prévisions. L'information concernant le plan d'action indique à la population le lieu où seront situés les distributeurs de sel, l'heure et les quantités épandues.

Transport Scotland, en collaboration avec la police écossaise, a développé une stratégie d'information sur les conditions météorologiques adverses pour avertir et informer les usagers de la route lorsqu'une interruption du réseau routier est prévue. Des informations de prévention et de service sont diffusées et les prévisions météorologiques sont fournies avant et pendant les épisodes de mauvais temps.

Les conseils diffusés sont classés en quatre niveaux spécifiques de risques, avec une alerte émise en fonction de la gravité des conditions décrites dans les prévisions météorologiques. Ces quatre niveaux sont :

- Opérations normales – Pas de mauvais temps
- Prudence - La police indique aux voyageurs que les conditions de déplacement sur les routes sont dangereuses et que les conducteurs doivent redoubler de vigilance.
- Risque élevé d'interruptions de la circulation – La police informe que les conditions de circulation sont extrêmement défavorables et qu'il existe un risque élevé d'interruption de la circulation. Les voyageurs seront probablement confrontés à des retards importants.

- Circulation à éviter – La police conseille aux conducteurs d'éviter de prendre la route. Les voyageurs seront confrontés à des retards très importants, de plusieurs heures.

Ces recommandations sont destinées aux usagers de la route et diffusées à travers le réseau de panneaux à messages variables de Transport Scotland, le site internet écossais consacré au trafic, les émissions radiophoniques d'information sur la circulation et la ligne d'aide aux usagers de Traffic Scotland (Traffic Scotland Customer Careline) afin d'aider ces usagers lors d'épisodes météorologiques extrêmes.

La Scottish Multi Agency Response Team, MART), est un groupe de collaborateurs qui travaillent conjointement pour améliorer la qualité et la planification de l'information sur le transport, qui coordonne le flux d'information entre les agences et le public. Un représentant de l'office météorologique travaille à la MART pour s'assurer que tout changement en ce qui concerne la gravité ou les zones affectées par le mauvais temps puisse être mis à jour et à la disposition du public. La MART est formée par Traffic Scotland, la Met Office, les entreprises opératrices, Network Rail, First Scotrail, la confédération de transport des passagers (Confederation of Passenger Transport), la police écossaise et la société de directeurs des transports en Écosse (SCOTS). Par ailleurs, Transport Scotland dispose d'autres moyens pour informer les usagers :

- Diffusion d'images des caméras CCTV sur son site internet afin que les usagers puissent vérifier les conditions du réseau en direct avant de prendre la route.
- L'application Travelline pour les Smartphones.

Au Pays de Galles, le gouvernement incite les prestataires de service à développer des liens et une communication effective avec la police, les médias, les services d'urgence, les opérateurs de transport public, le transport de marchandises et les associations de transport et de l'automobile de façon directe dans le but d'éviter de longues chaînes d'information. Il existe un centre de gestion du trafic au nord et au sud du Pays de Galles qui donne des informations routières au public à travers le « Traffic Wales ». Toutes les informations les plus récentes des zones où le fonctionnement de l'autoroute ou du réseau routier national est perturbé pour cause de mauvais temps ou d'incidents sont mises à la disposition du public.

En cas de conditions météorologiques sévères, les installations du centre de gestion du trafic sont utilisées pour coordonner et gérer les activités de service hivernal et servir de lien avec les autres autorités routières.

3.5 Collaboration de la communauté locale

Bon nombre d'autorités locales ont pris des mesures de collaboration avec les communautés locales concernant la prestation de service hivernal. Ces mesures sont par exemple la distribution de bacs à sel et sable dans les endroits qui ne sont pas habituellement soumis à un traitement ou dans des points où il existe un danger particulier. Le public peut accéder à ces bacs et les utiliser pour la communauté, sur les voies publiques et les trottoirs. Cet aspect peut se révéler particulièrement utile pour faire le lien entre les traitements des routes principales réalisés par les épanduses et ceux des voies d'accès plus petites. A titre d'exemple, le conseil du comté de Norfolk, en 2010, a sponsorisé l'approvisionnement en sel et en sable à travers les conseils de l'église, de la ville, du district et de la municipalité. En 2012, Nortfolk possédait 1.500 bacs à sel et/ou sable disponibles dans tout le pays et destinés à un usage public.



Bac à sel/sable fourni par le conseil du comté

Certaines autorités locales ont lancé le programme « champion de la neige ». les « champions » se voient remettre un équipement et les indications sur comment et quand déblayer les trottoirs. Il n'existe pas un lien contractuel avec l'association et la participation est entièrement volontaire. Le conseil du comté de Cumbria, pendant la saison d'hiver 2012/2013 a par exemple recruté 300 volontaires (50 dans chaque district) pour aider à nettoyer la neige et le verglas des trottoirs et des revêtements routiers près de leurs domiciles.

Un programme similaire utilisé par d'autres conseils du comté fait faire appel aux mairies et à la paroisse pour aider à entretenir les chemins et les trottoirs en hiver. La localité et les assemblées paroissiales s'approvisionnent gratuitement en sel et de cours de formation gratuits pour déblayer la neige et la glace des trottoirs de façon sécurisée sont proposés. En échange, le conseil de ville et la paroisse doivent fournir des détails sur les routes traitées avec le sel, nommer un « gardien de la neige » pour coordonner les activités au niveau local et fournir au conseil du comté des informations sur les conditions locales ainsi que désigner quelqu'un chargé de demander le remplissage des bacs au nom de du conseil de la paroisse ou de la ville.

D'autres autorités locales ont sous-traité des agriculteurs et des conducteurs de grands véhicules pour réaliser des travaux de déneigement dans des villages isolés, des zones industrielles et des écoles qui ne sont pas soumises à des traitements, dans le cadre d'un processus d'appel d'offres pour disposer de moyens supplémentaires en cas de mauvais temps. Un des avantages de faire appel à ces personnes appartenant aux communautés locales est lié au fait que ces personnes connaissent parfaitement les routes devant être traitées.



Déneigement effectué par un agriculteur sur une route secondaire

Le conseil du comté de Suffolk a passé des contrats avec plus de 200 agriculteurs (et autres prestataires) et le conseil du comté de Kent a passé des accords avec près de 180 agriculteurs de tout la province pour aider à déblayer la neige si nécessaire. C'est le cas pour de nombreux conseils de comté. Le conseil du comté de Norfolk nous offre un exemple de ce système. Un mélange de pelles à neige modifiées fournies par le conseil et des pelles à neige appartenant aux agriculteurs sont utilisées pour déneiger les routes secondaires qui ne sont pas prioritaires. Les agriculteurs sont formés au début de la saison et assistent à des réunions d'information pour leur expliquer comment mener les activités de déneigement. De même, tout l'équipement est inspecté par le conseil avant d'entamer la saison d'hiver afin de vérifier qu'il respecte les conditions de sécurité et qu'il est opérationnel.

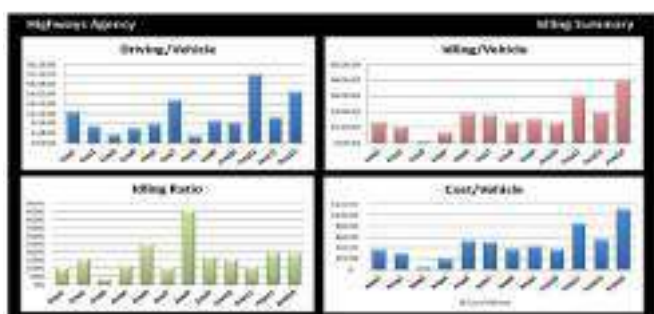
4. Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

4.1 Évolution des technologies d'épandage

Depuis le milieu des années 1990, les services de voirie de tout le Royaume-Uni ont cherché à réduire l'utilisation du sel par l'intégration de nouvelles technologies, comme le système de positionnement global (GPS), le système d'information géographique (SIG), les communications radio numériques et les prévisions par cartographie thermique. La recherche récente et l'expérimentation de diverses initiatives au Royaume-Uni ont

fait la preuve que le salage préventif est à la fois possible et souhaitable. La possibilité de démarrer et d'arrêter le gravillonnage fournit également la possibilité de modifier, sur un itinéraire donné, le taux d'épandage, en fonction des prévisions de la cartographie thermique. L'étape logique suivante consisterait à utiliser des données de météo en temps réel captées par le véhicule en route; la chose est maintenant possible grâce aux épanduses qui lisent et enregistrent la température de surface de la chaussée tout en procédant à leur travail.

La nouvelle flotte de la Highways Agency en Angleterre est dotée de capacités d'enregistrement de données, ce qui constitue la base de la capture de données en temps réel. La quantité de sel épandu, la largeur de l'épandage, le temps nécessaire pour couvrir l'itinéraire, la consommation de carburant constituent des exemples des éléments que l'enregistrement des données peut capter. L'utilisation de ce dispositif aide la Highways Agency et ses fournisseurs de service à faire un suivi de l'utilisation du sel, du comportement du conducteur de l'épanduse, permettant ainsi d'améliorer la viabilité du service fourni.



Exemple de rapport résumé de « ralenti »

A titre d'exemple, un rapport résumé de « ralenti » est présenté ci-dessus. Il permet de déterminer la quantité d'épanduses dont le moteur tourne alors qu'elles sont arrêtées. L'excès de « ralenti » entraîne un gaspillage de combustible. Le fait d'enregistrer toutes les données permet de contrôler ce type de situation et d'en informer les conducteurs impliqués.

La technologie d'enregistrement constitue également un outil de défense contre les réclamations d'usagers de la route. C'est un aspect fondamental pour la HA car l'enregistrement de données constitue une preuve solide en cas de litige. Cette technique permet de déterminer avec précision la situation d'un véhicule à n'importe quel moment.

En octobre 2012, la HA, en association avec Masternaut, a développé une interface de programmation d'applications pour envoyer les données depuis les épanduses sur les panneaux à messages variables (VMS). Le développement

de cette interface permet aux épanduses d'émettre automatiquement les messages de VMS afin d'informer les usagers de la route que des épandages de sel ont lieu. L'interface est actuellement appliquée dans une des zones de la HA dans le but de l'implanter sur tout le réseau national si les essais sont fructueux. On prévoit que l'application de cette interface de VMS peut réduire environ 1/3 de l'énergie face aux méthodes actuelles qui consistent à envoyer des VMS depuis les centres de contrôle, ainsi que fournir aux usagers de la route des informations plus précises. L'économie sur tout le réseau de la HA pourrait être de l'ordre de 100.000 £ par saison d'hiver.

4.2 Matériaux de substitution

Dans le cadre des efforts entrepris pour réduire l'utilisation du sel, la Highways Agency étudie l'intérêt de l'utilisation de saumure uniquement. La saumure est particulièrement appropriée dans les traitements préventifs pendant certaines nuits, ce qui peut-être considéré comme typique étant donné le genre de climat d'une grande partie du Royaume-Uni. On évalue l'aspect économique et social des traitements de la chaussée en hiver pour mesurer l'effet corrosif des différents fondants sur l'infrastructure routière. De même, les études sur les effets environnementaux des traitements hivernaux se poursuivent.

Une grande partie des études en cours sur l'usage de matériaux de substitution au Royaume-Uni est basée sur la nécessité d'une application intelligente de ces matériaux de traitement afin de mieux s'adapter aux conditions environnementales du lieu. L'environnement géopolitique est également concerné. Le conseil du comté de Norfolk a testé des liquides fondants alternatifs sur les routes prioritaires en utilisant un goutteur asperseur monté sur un petit véhicule d'entretien de jardins. L'objectif de ces tests est de réduire le nombre de plaintes concernant l'introduction de sel dans les boutiques et de réaliser un traitement des trottoirs plus efficace à des températures inférieures. Les tests se sont révélés efficaces et ont permis d'éviter la formation de verglas lors des basses températures enregistrées lors de la saison d'hiver 2010/2011 et de réduire les plaintes des commerçants.

4.3. Mesures de sel résiduel

Une grande partie des recherches en cours au Royaume-Uni est centrée sur la mesure de sel résiduel à la surface de la route. Actuellement, des inspections routières ont lieu afin de confirmer l'existence suffisante de sel résiduel sur la route pour faire face aux conditions actuelles. Il est fort probable que dans le futur, cette mesure puisse s'effectuer au moyen de systèmes intelligents.

4.4. Capteurs mobiles

En Écosse, quatre épandeurs qui patrouillent la M8 utilisent un capteur mobile qui contrôle l'état du revêtement -adhérence et température- en temps réel. Les données s'affichent sur un Smartphone sur le tableau de bord du véhicule ou bien elles sont transmises à travers le réseau mobile du téléphone pour que le software de gestion du temps de trajet puisse être vu par d'autres personnes dans une salle de contrôle central. Ce capteur fournit des informations qui peuvent être utilisées pour apporter un complément aux stations météorologiques fixes existantes et permettre au conducteur de la patrouille et au personnel de service hivernal de prendre des décisions concernant la nécessité d'effectuer des traitements ad-hoc sur le réseau basés sur les informations fournies.



Transport Scotland collabore avec le fournisseur d'équipement pour continuer à développer la fonctionnalité du site internet et fournir un outil polyvalent pour le suivi et la révision des conditions du réseau routier.

(Endnotes)

- 1 - Article 41 (1A) de la loi de 1980 Highways Act; Article 111 de la loi de 2003 Railways and Transport Act; Article 150 de la loi de 1980 Highways Act
- 2 - Article 150 de la loi de 1980 Highways Act
- 3 - En Écosse, la terminologie employée est «road» au lieu de «highway» (tous deux «route» en français).
- 4 - Article 34 de la loi de 1984 sur les Routes (Écosse)



SLOVENIE



1. Données démographiques et routières

1.1 Informations au sujet du pays



La Slovénie se trouve au point de convergence des régions géographiques méditerranéennes, alpines et pannoniennes. De même, elle se trouve en Europe, au croisement de l'espace linguistique roman, germanique et slave. Depuis le 1^{er} mai 2004, elle fait d'ailleurs partie de l'Union européenne. Depuis le 21 décembre 2007, elle fait partie de l'espace Schengen. Sa superficie est de 20 273 km² dont 63 % sont des zones boisées, ce qui fait d'elle un des pays les plus boisés de l'Europe. Quarante-huit pour cent de sa superficie se trouvent à plus de 500 m au dessus du niveau de la mer ce qui caractérise un paysage vallonné et montagneux. La Slovénie a des frontières communes avec quatre autres pays : l'Italie (280 km), l'Autriche (330 km), la Hongrie (102 km) qui sont tous membres de l'Union européenne et la Croatie (670 km).

En ce qui concerne l'organisation politique, le pays est une république parlementaire dont la capitale est Ljubljana. Depuis le 1^{er} janvier 2007, la monnaie en Slovénie est l'euro. Sa population est de 2 008 500 habitants, vivant dans 5996 agglomérations et 211 municipalités : 7,6 % d'entre eux sont fermiers. Il y a plusieurs nationalités en Slovénie, les Slovènes

représentent 83,06 % de la population, deux minorités sont présentes : les Hongrois (0,32 %) et les Italiens (0,11 %). La densité de population est de 99,07 hab./km². Économie : Le Produit Intérieur Brut (PIB) est de 17 076 euro(€)/hab.

Les ressources naturelles de la Slovénie sont bien préservées. Elle possède 144 509 ha d'espaces protégés et de parcs naturels.

- Parc national de Triglav 84 805 ha;
- 9 réserves naturelles 1 515 ha;
- 4 parcs régionaux 5 168 ha;
- 10 monuments naturels;
- 25 monuments naturels paysagés.

NATURA 2000 couvre 36 % de la Slovénie.

Par son ordonnance sur les espaces particuliers protégés le gouvernement de la République de Slovénie a constitué le 29 avril 2004 les espaces Natura 2000.

On a ainsi délimité 286 espaces dont 260 en vertu de la Directive sur l'habitat et 26 en vertu de la Directive sur les oiseaux. Ces espaces couvrent 36 % du territoire national. La majorité des espaces est boisée. Toutefois il y a une grande partie sans végétation (majoritairement des affleurements rocheux). Neuf pour cent de la superficie se trouvent au-dessus de la zone limite où pousse la végétation. Il y a également une importante zone d'herbages.



Les espaces protégés (le parc national de Triglav, les réserves naturelles, les parcs régionaux, les réserves et monuments naturels) représentent 25 % de la superficie totale des espaces Natura 2000.

1.2 Réseau routier et circulation

Histoire des routes en Slovénie

Ce sont surtout la configuration du terrain (tels que les caractéristiques du terrain alpin, pannonien et côtier) et sa position au sein de l'Europe qui ont, durant les millénaires passés, formé les voies de transport slovènes. L'Homme avec ses aspirations religieuses, sociales, économiques et militaires a aussi joué un rôle important dans ce développement. Les changements historiques survenus ont conditionné le développement des voies de transport.

C'est ainsi que déjà à l'âge de pierre a commencé à se former la liaison partant de la Méditerranée, longeant les Alpes orientales à travers le seuil montagneux de Postojna et passant près des marais de Ljubljana vers la plaine de Ptuj. Cette liaison a été créée en tant qu'axe longitudinal de transport terrestre le plus pratique et le plus direct, auquel toutes les routes transversales sont liées. Plus tard, d'importantes voies de commerce ont transité à travers le territoire slovène (les voies d'Ambre, de Fer, de Sel et de Norique) complétant et élargissant le réseau routier par les nouvelles directions longitudinales et spécialement transversales.

À l'époque romaine, le réseau routier était déjà si bien formé qu'il a pu satisfaire aux besoins économiques, commerciaux et militaires de nouvelles formes étatiques.

Au Moyen-Âge le réseau routier s'est développé à partir de l'ancien réseau romain. Les routes avaient une vocation de transit international, dû au fait de l'absence de grands pôles commerciaux sur le territoire slovène à cette époque. Les routes dans la région de Karst montrent un développement accru après que les Habsbourg aient obtenu l'accès à la mer.

Les routes aujourd'hui

En Slovénie, les routes publiques sont gérées par l'État et les communes. La longueur des routes au 31 décembre 2004 est la suivante :

TYPE DE ROUTE	LONGUEUR (km)
Autoroutes	576
Routes rapides	617
Routes rapides doubles	15
Routes principales	598
Routes régionales	4 897
Total des voiries d'état	6703
Routes locales	13 814
Chemins publics	18 245
Total des voiries communales	32 059
Total des voiries publiques	38 762

En plus des voies déjà mentionnées l'administration des eaux et forêts gère aussi 13 000 km de chemins forestiers qui sont majoritairement publics.



TRADUCTIONS :Italie Autriche Hongrie Croatie

La densité de la circulation routière sur les routes nationales
La densité de la circulation routière sur les routes slovènes est importante et s'accroît d'environ 3 % par an. La plus grande augmentation a été de 49 % entre 1992 et 1997.

La moyenne annuelle sur les autoroutes en 2003 a été de 22 616 véhicules par jour. La circulation des poids lourds sur les axes de transit fluctue entre 10 % et 20 %, atteignant un maximum de 40 % en direction de la Hongrie.

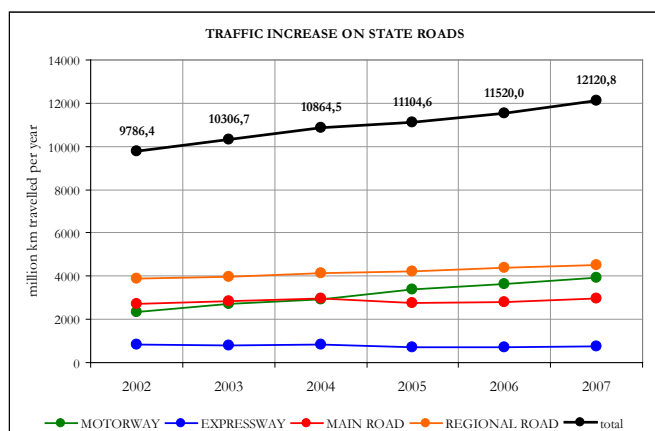
Le degré de motorisation a atteint 1,3 véhicule par foyer.

Nombre de véhicules motorisés recensés

ANNÉE	TOTAL	VOITURES PARTICULIÈRES
2004	1 151 758	938 166
2005	1 204 242	964 781
2006	1 235 297	985 567
2007	1 286 903	1 020 127

Carte du trafic en 2007





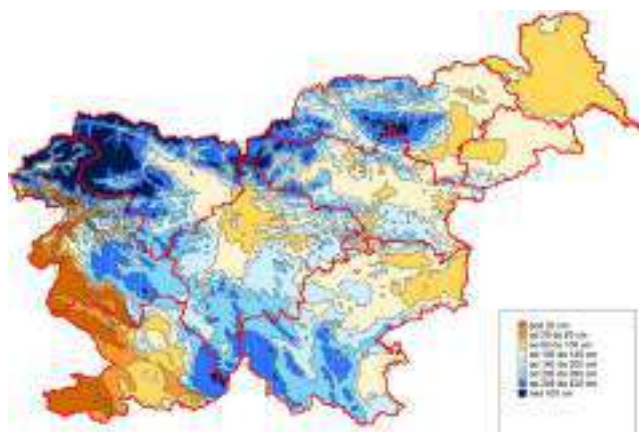
2. Données climatiques

La dispersion inégale des zones d'habitation et les ramifications du réseau routier provoquent de vastes migrations journalières du flux routier. Pour cette raison, durant la période hivernale, les routes, spécialement celles qui ont une forte circulation de passagers doivent être praticables même tôt le matin.

Compte tenu de la situation géographique de la Slovénie (au point de convergence des régions géographiques méditerranéennes, alpines et pannoniennes), les conditions climatiques sont très variables. Les variations journalières et saisonnières des températures et des précipitations font en sorte que les conditions de circulation sont changeantes, ce qui exige du service d'entretien hivernal de fréquentes et rapides interventions.

On remarque une grande différence climatique entre l'extrême est et l'extrême ouest du pays se manifestant par une différence du nombre moyen de jours d'enneigement annuel.

Épaisseur du manteau neigeux



Sur le littoral, à Primorje, nous avons deux jours d'enneigement par an. À Postojna qui se trouve à 30 km de la côte, il y a 45 jours d'enneigement annuel. En plaine, on en compte entre 50 et 70 jours et en altitude, plus de 100. Pour les services d'entretien d'hiver, le plus important est la moyenne annuelle des jours où les chutes de neige atteignent plus de 10 cm. Cette moyenne est de 15 à 30 jours en montagne et entre 10 et 15 jours en plaine. Primorje est une région particulière où la neige est rare, cependant des problèmes de circulation sont engendrés par le vent très violent qui crée parfois des congères.



Nombre moyen de jours d'enneigement

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Classement des routes

L'assurance de la praticabilité des routes est ordonnée en six niveaux de priorité selon :

- La catégorie;
- La densité et la structure de la circulation;
- Les conditions géographiques et climatiques;
- Les particularités régionales.

La praticabilité des routes est assurée selon les niveaux de service suivants :

1^{er} niveau : les autoroutes et les routes rapides qui doivent être praticables 24 heures par jour. En cas de neige, l'intégralité des voies doit être dégagée ainsi que les carrefours importants, les accès aux grands espaces de stationnement et les voies d'arrêt d'urgence. En cas de fortes précipitations de neige, il est indispensable qu'au moins une voie et les accès aux grands espaces de stationnement soient praticables.

2^e niveau : les routes principales, les grands axes urbains et les routes régionales importantes. Elles doivent être praticables entre 5 h et 22 h. En cas de neige, entre 22 h et 5 h il peut y avoir jusqu'à 2 heures d'arrêt de la circulation.



3^e niveau : les autres routes régionales, les routes locales importantes, les routes urbaines et locales qui doivent rester praticables entre 5 h et 22 h. En cas de neige, entre 20 h et 5 h il peut y avoir jusqu'à 2 heures d'arrêt de la circulation.

4^e niveau : les routes locales et les routes urbaines et suburbaines restantes. La praticabilité est garantie en règle générale, entre 7 h et 20 h, mais en cas de chutes de neige il peut y avoir de courts arrêts de la circulation. En cas de précipitations neigeuses importantes, il peut y avoir des arrêts de la circulation d'un jour.

5^e niveau : les chemins publics, les stationnements et les pistes cyclables. La praticabilité est assurée selon les nécessités locales. En cas de chute de neige il peut y avoir des arrêts de la circulation d'un jour et en cas de précipitations de neige importantes, de plusieurs jours.

6^e niveau : les routes fermées à la circulation pendant la saison hivernale.

Immobilisation des poids lourds en hiver

La circulation des semi-remorques et des transports de matières dangereuses est interdite, en cas de neige ou de vent violent, conformément à l'ordonnance sur la limitation de la circulation sur les routes en République de Slovénie. Elle stipule l'interdiction de circuler, c'est-à-dire l'immobilisation obligatoire du véhicule. Dans ce cas, il est prévu 25 lieux de stationnements qui peuvent accueillir 950 poids lourds, sur les autoroutes et routes rapides. Sur les autres routes nationales, il y a encore 51 lieux de stationnements qui peuvent accueillir 1990 poids lourds. Ces capacités étant insuffisantes en règle générale, on loue périodiquement des lieux de stationnements adéquats pour l'immobilisation des poids lourds.

Règles au sujet des matériaux

En Slovénie, sont utilisés pour le traitement des routes, le sel de mer (NaCl) et dans une moindre mesure le chlorure de calcium (CaCl_2) et de magnésium (MgCl_2). Ce dernier s'utilise surtout à titre préventif sur les autoroutes, routes rapides et routes principales lors d'épisodes de basse température (-8°C). Ces dernières années, le sel humidifié avec une saumure est également utilisé. De cette manière, on prévient la dispersion

du sel quand la route est sèche et le trafic dense. Cela permet aussi une réduction du temps de réaction du sel épandu et conséquemment, une fonte plus rapide de la glace.

Consommation en kg/m^2

	MIN	MAX	MOY.	% CaCl_2
Autoroutes	0,9	2,1	1,7	12 %
Autres routes	0,6	1,85	1,34	0,6 %

Coûts moyens pour l'entretien hivernal sur les 10 dernières années (en million d'euros) :

	MATÉRIEL D'ÉPANDAGE	ÉQUIPEMENT PERSONNEL
Autoroutes	1,25	13,25
Autres routes	3,10	13,2

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

En période hivernale qui s'étend du 15 novembre au 15 mars, l'entretien des routes est fait en accord avec le programme d'entretien hivernal. Ce programme est préparé par le prestataire de service d'entretien régulier et soumis à l'approbation du service spécialisé au plus tard le 15 octobre de l'année en cours. Le programme de l'entretien hivernal détermine notamment :

- Le schéma d'organisation de la Direction des opérations, des compétences et des responsabilités des exécutants de l'entretien hivernal;
- La répartition des travaux préparatoires;
- Le plan du réseau routier avec la signalisation des routes par ordre de priorité et les points de départ pour l'exécution des tâches (bases routières);
- La répartition des machines, de l'équipement, du matériel de sablage et des ressources humaines nécessaires pour l'exécution des travaux planifiés;
- Les permanences, l'obligation de présence, les niveaux d'alerte et la répartition des équipes de travail;
- Le plan de salage et de déneigement pour prévenir la formation de la glace;
- Les lieux et les procédés d'immobilisation de certaines catégories de véhicules en cas de conditions de circulation défavorables;
- Le mode de collecte de renseignements et le schéma d'information du public sur l'état et la praticabilité des routes.

Les travaux préparatoires se font avant la période hivernale dans le but de rendre efficace le travail de l'entretien hivernal. Les travaux préparatoires englobent en particulier :

- La préparation des machines, de l'équipement routier ainsi que de la signalisation et du matériel de salage;
- La préparation de la route et de son environnement (installation de la signalisation complémentaire aux points dangereux, placement des balises à neige et mise en place des dispositifs contre les congères);
- Les instructions et formations spécialisées pour les tâches reliées à l'entretien hivernal.

Après la période hivernale, il est impératif de retirer les restes des matériaux de sablage (graviers), l'équipement temporaire et complémentaire de signalisation, les dispositifs routiers pour la sécurisation des routes et de la circulation en hiver.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Depuis quelques années, on constate une augmentation des coûts d'entretien des routes nationales en hiver. Ils représentent déjà environ 50 % du montant total des coûts d'entretien. D'autre part, se pose la question de l'utilisation du sel en raison des dommages causés aux véhicules, à l'environnement, à l'équipement routier et à la nappe phréatique.

En ce moment, l'abandon total du salage est impossible, car cette suppression menacerait la sécurité routière. Le remplacement du sel par des abrasifs, étant donné le trafic actuel, est inefficace sur les plans technique et économique. Les avantages économiques de l'utilisation du sel sont plusieurs fois supérieurs aux coûts et aux dommages causés.

Pour protéger l'environnement, on utilise seulement la quantité de sel nécessaire pour assurer la sécurité de la circulation. Le salage a donc été réduit au minimum.

L'équipement technique moderne et la formation technique de tout le personnel sont déterminants pour la rationalisation. L'attitude des cadres techniques a dû être changée par rapport à la problématique d'entretien. L'équipement moderne est aussi déterminant pour assurer un entretien de qualité. Les opérations de déblayage et de salage ont été optimisées. Les usagers sont également contraints par la loi d'utiliser des équipements d'hiver sur leur véhicule.

Évolution dans le futur

L'analyse des coûts de l'entretien hivernal montre que les frais fixes, c'est-à-dire les frais de permanence et de mise à disposition d'alerte, représentent une dépense extrêmement élevée. Afin de la réduire, un système de monitoring des conditions de chaussée aux points critiques et d'observation des conditions climatiques locales (stations météorologiques, vidéosurveillance) a été mis en place : il a été inclus dans le système d'information routière. Un équipement technique moderne a également été mis en place permettant le dosage calibré des matériaux de sablage.

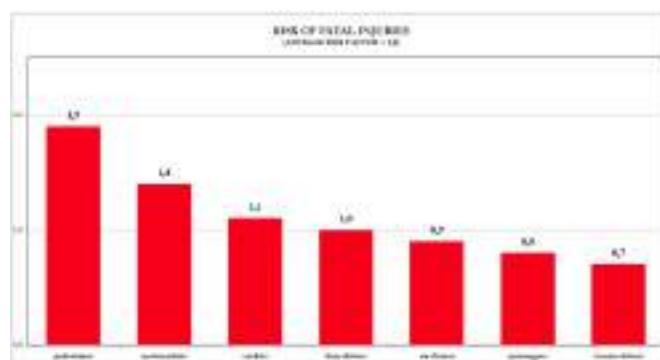
3.4 Sécurité et information routières

Sécurité routière

La sécurité routière n'est pas des meilleures en Slovénie. D'après l'analyse faite dans le cadre de la préparation du Plan national sur la sécurité routière, on a dénombré au cours de l'année 2007-2008 :

- 0,53 % d'accidents mortels;
- 25,88 % d'accidents avec dommages corporels;
- 73,59 % d'accidents avec seulement des dommages matériels.

Les bonnes conditions routières, les conditions météo et le respect de la législation (c'est-à-dire l'utilisation de l'équipement d'hiver) ont une grande influence sur la quantité et la gravité des accidents.



Risque d'accidents mortels par type d'usagers (facteur de risque moyen = 1)

La majorité des accidents en hiver survient dans des conditions de circulation relativement bonnes. C'est dans ce cas que leurs conséquences sont les plus graves. Cela est dû au fait que la majorité des conducteurs, conscients des dangers de la conduite en hiver, en oublie les risques sitôt que les conditions de circulation s'améliorent. Ils adoptent alors une conduite insouciance et parfois inconsidérée.

Le non-respect des limitations de vitesse, lié aux bonnes conditions de circulation, est la cause la plus fréquente des accidents en hiver. Plus les hivers sont doux et secs, plus les problèmes dus aux excès de vitesse sont nombreux.

Les buts déterminés par le Plan national de la sécurité routière dont le ministère de la circulation est responsable et, en conséquence, les administrateurs des routes, sont les suivants :

- construction des infrastructures;
- mesures pour réduire la vitesse de la circulation;
- éducation civique routière;
- actions de prévention et d'information;
- surveillance.

Information des usagers

En période hivernale plusieurs méthodes d'information du public sont organisées comme suit :

- diffusion en direct par les médias électroniques;
- appels téléphoniques à un numéro réservé à partir d'appareils portables;
- diffusion, via Internet sur les sites de circulation routière et de l'Automobile Club de Slovénie;
- diffusion de l'information via le système ERIC (Centre d'information routière européen) dont le siège est à Genève;
- information routière complète affichée sur des sites Web de type portail;
- mise en place de kiosques d'informations sur les aires de repos des autoroutes;
- diffusion individualisée dans les centres d'information.

D'après les articles de loi régissant les routes publiques et d'après le règlement sur leur entretien, le service responsable de l'entretien est tenu d'informer régulièrement sur les conditions routières.



Caméra de circulation routière

4. Recherches et études en cours

Dans le but d'améliorer l'entretien des routes en période hivernale ainsi que la protection de l'environnement, certaines études et recherches ont été réalisées. Par exemple :

- Méthode pour un contrôle rapide et efficace de la qualité des matériaux utilisés pour la fonte des glaces;
- Contrôle des possibilités d'immobilisation des poids lourds en cas de vents violents;
- Utilisation des stations météorologiques en appui à l'entretien hivernal des routes;
- Détermination des critères hydrogéologiques de base pour améliorer la protection de la nappe phréatique en cas de pollution sur le réseau routier;
- Influence du sablage sur l'environnement;
- Analyse de l'organisation et des activités de l'entretien hivernal.

Les conclusions de ces études sont résumées comme suit :

- Trop de matériaux de salage sont utilisés, ce qui entraîne des conséquences négatives sur les infrastructures routières, les véhicules, la nappe phréatique, la flore et la santé des personnes;
- La mise en place d'installations adéquates réduirait considérablement la pollution (particulièrement des eaux);
- Un entretien adéquat réduirait la détérioration des infrastructures routières, etc.

C'est pour ces raisons que les gestionnaires des routes de Slovénie utilisent de plus en plus le salage humidifié par une solution saline, ce qui a pour conséquence de réduire la quantité de matériaux utilisés. Des matériaux plus propres et de meilleure qualité sont utilisés contenant le moins d'éléments nocifs possible. L'utilisation de moyens techniques modernes, du monitoring et de la diffusion de l'information en temps réel contribue à la rationalisation des actions et à la préservation de l'environnement.



SUÈDE



1 Données démographiques et routières

Superficie	Total	410 929 km ² Surtout forêts Champs 8 %, Lacs et rivières 9 %, Villes 3 %
Population	Total	9,3 millions
Route - Longueur - km véhicules	Praticabilité totale en voiture	420 000 km
	Ouvert au public	210 000 km
	Routes nationales Incluant les autoroutes	98 400 km, 50 milliards de km-véhicules 1800 km
	Pistes cyclables nationales	2 200 km (incertain)
	Routes communales	40 000 km, 25 milliards de km-véhicules
	Pistes cyclables communales	11 000 km (incertain)
Nombre de véhicules	Routes privées (subventionnée)	75 000 km
Nombre de véhicules	Voitures privées	4,3 millions
	Tous véhicules	4,8 millions
Latitude (capitale)	59 ° 20' Nord	La Suède couvre environ 55–70° N

En Suède méridionale, l'hiver dure environ quatre mois alors que dans le nord du pays, il dure environ sept mois.

Selon les scénarios du changement climatique, les températures pourraient augmenter de 5 °C en hiver, cette augmentation pourrait être de un à quelques degrés dans les zones côtières nordiques et diminuée en proportion égale dans les zones côtières méridionales.



La Suède divisée en quatre zones climatiques

2 Données climatiques

Toutes les données statistiques sont calculées à partir d'une période de 30 ans par l'Institut météorologique et hydrologique suédois (SMHI). Les années 1990-2005 ont été plus douces que les données du tableau.

En raison de la forme allongée du pays dans le sens nord-sud, la température au sud diffère considérablement de celle du nord.

Le Gulf Stream rend le climat plus chaud que dans d'autres régions du monde situées aux mêmes latitudes (entre 55 et 70 ° Nord).

	Chutes de neige en cm 1961–1990		
	Chute de neige max. par jour	Hauteur de neige max. (date donnée)	Hauteur de neige cumulées
Kiruna	26	132	243
Luleå	30	111	233
Östersund	31	100	251
Stockholm	27	60	153
Göteborg	28	52	131
Jönköping	27	102	225
Malmö	26	38	113

Température journalière minimum Moyenne (°C) (1961-1990)						
Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril
-4,6	-12,2	-13,7	-18,8	-17,6	-13,9	-8,0
-0,6	-8,0	-14,3	-17,0	-16,0	-11,2	-4,0
1,2	-4,9	-9,6	-12,8	-11,6	-7,7	-2,7
5,3	0,7	-3,2	-5,0	-5,3	-2,7	1,1
6,5	2,1	-1,4	-3,2	-3,5	-1,0	2,4
3,1	-1,2	-5,1	-6,6	-7,3	-4,6	-1,1
6,7	2,8	-0,8	-2,5	-2,5	-0,5	2,4



3 Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

Obligation légale

D'après la Constitution suédoise, la Direction suédoise du transport (STA) est responsable du système de transport routier et doit chercher à atteindre les objectifs de la politique des transports. La STA doit notamment s'assurer que le système de transport routier est disponible, accessible et performant et qu'il contribue à l'équilibre régional. La SRA doit aussi s'efforcer d'adapter et de concevoir le système de transports routiers conformément aux attentes en matière d'environnement et de sécurité routière. Un paragraphe du « Statut routier » stipule que l'exploitation des routes inclut l'enlèvement de la neige et de la glace, et prévient le risque de glissement, de sorte que la route soit toujours accessible à la circulation normale, aussi bien des véhicules que celle des piétons.

Classement des routes suivant le niveau de service hivernal

L'entretien hivernal des routes nationales en Suède est assuré conformément aux directives intitulé « Description technique générale des niveaux de service opérationnel en hiver. Hiver 2003 » (VV Publ 2002 : 147 et 148).

Définitions

Aménagement latéral

Un aménagement latéral désigne une surface auxiliaire sur laquelle on peut garer un véhicule à l'extérieur de la chaussée.

Frottement

Le coefficient de frottement doit être déterminé en conformité avec les spécifications des méthodes de la SNRA 110 : 2000, Mesure de frottement sur les chaussées en hiver (Mesures de retardement avec Coralba ou l'équivalent).

Inégalité

L'inégalité sur des routes couvertes de glace épaisse ou de neige tassée se mesure avec une règle de 60 cm de long. Ceci vaut à la fois pour le sens longitudinal et transversal de la route de même que sur la route nationale avoisinante. La règle doit reposer sur deux points d'arête ou entre une arête et la surface de la route, la mesure étant prise perpendiculairement à la règle.

Épaisseur de neige

L'épaisseur de neige se calcule en valeur moyenne sur une superficie de 1 m². Chaque cm de neige fondante compte pour 2 cm de neige fraîche.

Matériaux de déglacage et antigel

Le NaCl (sel gemme ou sel marin) est le seul sel utilisé comme fondant que ce soit à titre curatif ou préventif. Le NaCl doit être pur à 97 % et ne pas contenir plus de 100 g de potassium ou de ferrocyanure de sodium par tonne de NaCl. Une courbe granulométriques est spécifiée et la taille maximale des grains est d'environ 4 mm.

Le matériau normalement utilisé pour le déglacage mécanique est le sable, 0-8 mm, mélangé à environ 2 % en poids de sel. Sur les routes à limitation de vitesse supérieure à 70 km/h, la taille maximale de grain autorisée est de 4 mm. Le sel est ajouté avant tout pour faciliter le stockage du sable par temps froid et partiellement pour en améliorer l'adhésion et la durabilité. Depuis quelques années, on utilise, surtout en zone urbaine, du granulats concassé (gravillons), dont la taille normalement varie de 2-5 mm. Le granulats concassé de 2-4 mm est utilisé pour les voies piétonnes et les pistes cyclables. L'ajout de sel n'est pas nécessaire.



Classes standard :

Le choix du classement pour un réseau routier donné s'effectue conformément aux recommandations données dans la description technique:

Débit du trafic, TJMA	Classes hivernales standard
≥ 16 000	1
8000 – 15 999	2
2000 – 7999	3
500 – 1999	4
< 500	5

Classes standard 1 à 3

Éléments de la section transversale	Exigences pendant la précipitation - Durée temps d'action après la précipitation				
	Valeur de déclenchement		Temps d'action en heures		
	Chute de neige	Pluie			
	Épaisseur neige cm	Frottement (μ)	Classes standard		
Voie de circulation Accotement Aménagement latéral	1	0,30	1	2	3
	1	0,25	4	6	8
	1	0,25	4	6	8

Classe standard « Haut » et « Normal » pour voies piétonnes,

Éléments de la section transversale	Exigences par temps sec quand le temps d'action après la précipitation est expiré			
	Température de surface de la route			Uni (cm)
	Plus chaud que -6 °C Coeff. de frottement	Entre -6 °C et -12 °C Coeff. de frottement	Plus froid que -12 °C Coeff. de frottement	
Voie de circulation	Sans neige ni glace	0,35	0,25	1,5
Accotement	0,25	0,25	0,25	1,5
Aménagement latéral	0,25	0,25	0,25	1,5

Classes Standard 4-5

Éléments de la section transversale	Exigences par temps sec quand le temps d'action après la précipitation est expiré							
	Valeur de déclenchement				Temps d'action			
	Épaisseur neige (cm)		Coeff. de frottement (μ)	Uni (cm)	Épaisseur neige - frottement heures		Uni (heures)	
	Classes standard				Classes standard		Classes standard	
	4	5			4	5	4	5
Voie de circulation	2	3	0,25	1,5	5	6	48	72
Aménagement latéral	2	3	0,25	1,5	8	8	48	72

Éléments de la section transversale	Exigences pendant la précipitation - Durée temps d'action après la précipitation				
	Valeur seuil			Temps d'action (heures)	
	Chute de neige		Pluie		
	Épaisseur neige (cm)		Coeff. de frottement (μ)		
	Classes standard			Classes standard	
	4	5		4	5
Voie de circulation	2	3	0,25	5	6
Aménagement latéral	2	4	0,25	8	8

pistes cyclables et arrêts d'autobus prioritaires

Exigences par temps sec quand le temps d'action après la précipitation est expiré					
Valeur de déclenchement		Temps d'action - friction (h)		Temps d'action - uni (h)	
Frottement	Uni	Classes standards		Classes standards	
Coeff. Frottement (μ)	(cm)	Haut/P	Normal	Haut/P	Normal
0,30	1	1	2	2	4

Éléments de la section transversale	Exigences pendant la précipitation - Durée du temps d'action après la précipitation			
	Valeur de déclenchement		Temps d'action (heures)	
	Chute de neige	Pluie		
	Épaisseur neige (cm)	Coeff. de frottement (μ)	Classes standard	
			Haut/P	Normal
Voie de circulation	2	0,30	2	4

Une nouvelle stratégie pour réduire l'usage du sel dans l'entretien des routes en hiver, depuis 2004

La gestion hivernale des routes adaptée à l'environnement doit s'assurer que la Direction suédoise du transport (STA) maintient un haut degré d'accessibilité au réseau routier et garantit la sécurité routière, tout en minimisant l'usage du sel dans l'entretien hivernal des routes, de manière à satisfaire les besoins des usagers et de la communauté d'affaires. Cette stratégie doit être compatible avec les normes environnementales en vigueur, et la SRA doit avoir pour ambition d'être un gestionnaire soucieux de l'environnement, efficace et dont le style de gestion est axé sur la clientèle.

La STA s'efforce depuis 20 ans de limiter l'usage du sel dans l'entretien des routes en hiver. Un comité d'enquête appelé « MINSALT » a présenté dès le début des années 1990 les recommandations suivantes :

- Les routes avec moins de 2000 TMJA ne devraient pas être traitées au sel, sauf en automne et au printemps;
- Augmenter l'usage de la saumure, surtout à titre préventif;
- Améliorer les prévisions météorologiques;
- Améliorer les équipements pour le déneigement et le déglacage.

Même si tous ces résultats n'ont pas été appliqués partout dans le pays, la consommation totale de sel en Suède peut être considérée comme relativement faible dans une perspective

internationale, bien qu'il y a lieu de croire que l'on puisse la réduire encore. Parmi les autres mesures prises au fil des années, on compte notamment la protection physique des sources d'eau particulièrement vulnérables.

Objectifs

Consommation de sel

L'objectif est de maintenir un haut degré d'accessibilité au réseau routier et de garantir la sécurité routière, tout en minimisant l'usage du sel. Un indice de salage permettra de vérifier l'atteinte de ces objectifs. Pendant la saison d'hiver 2006/2007 et les années suivantes, aucune zone opérationnelle ne doit avoir un indice supérieur à 1 (voir 3.3).

Eau

L'objectif est de réduire et d'éliminer éventuellement l'impact négatif du sel de voirie sur les sources d'eau importantes qui alimentent plus de 50 personnes.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Organisation

En 1991, le gouvernement suédois a décrété que la conception et la construction des nouvelles routes, ainsi que les travaux d'intervention et d'entretien sur le réseau de transport routier national, devaient être sous-traités par à l'aide d'un système d'appel d'offres. Ceci a entraîné pour la STA des changements importants. Après avoir été un organisme gouvernemental central traditionnel, exerçant le rôle d'une autorité publique tout en assurant, en interne, des travaux de construction et d'entretien, la STA a dû être divisée en une organisation client et entrepreneur. De plus, il était stipulé que le bras entrepreneur de l'organisation devait fonctionner comme un entrepreneur privé, c'est-à-dire être soumis aux termes concurrentiels d'un libre marché, et, en outre, être susceptible d'afficher des bénéfices pour son propriétaire.

Impératifs

Coordination

L'entrepreneur devra planifier et coordonner ses actions avec celles entreprises dans les zones voisines de façon à assurer une continuité dans les conditions de la chaussée. Des contacts seront maintenus entre les entrepreneurs des zones adjacentes pour coordonner le déneigement et les mesures de prévention contre le glissement.

Niveau de service

Les besoins doivent toujours être satisfaits, sauf si des conditions météorologiques particulièrement difficiles empêchent de respecter les délais. Le client (SRA) devra être informé si de telles conditions se présentent.

Actions opérationnelles

Le balayage et le ramassage du sable seront effectués de manière à n'exposer à la poussière ni les usagers de la route ni les environs de celle-ci.

Formes de paiement

La forme de rémunération actuelle s'établit sur un prix unitaire en fonction des statistiques météorologiques. À cela s'ajoute un système de primes et de pénalités visant à réduire la consommation de sel.

Financement

Une portion de 25 % des affectations de la STA pour l'exploitation et l'entretien des routes, soit presque 1,8 milliard de SEK (220 millions de dollars US) au total, sont dépensés pour le déneigement, le déglacage et autres travaux d'entretien hivernal. Environ 50 % de cette somme sont des coûts fixes : disponibilité, gares de camions, installations de stockage, etc.

Il existe en Suède 132 zones de contrat d'entretien pour toutes les routes nationales. Les zones de contrat d'entretien couvrent entre 600 et 1000 km de route (ligne médiane). Cette taille s'avère suffisante pour être financièrement viable pour les entrepreneurs. Au total, 2600 chasse-neige sont en service, ce qui donne une moyenne de 37,7 km par engin. De plus, des niveleuses automotrices et des tracteurs agricoles sont utilisés. Ceux-ci sont utilisés surtout pour les voies piétonnes et les pistes cyclables.

Situation concurrentielle

L'année 1992 a vu les premières attributions de contrat par appel d'offre touchant l'entretien périodique de base. Depuis cette date, les attributions de travaux d'exploitation et d'entretien n'ont cessé d'augmenter, et depuis 1999, 100 % de l'entretien hivernal du réseau routier est adjugé sur appel d'offres. Quatre entrepreneurs se disputent normalement les contrats de route en Suède. Au début de 2009, la répartition des contrats est la suivante : 58 % à la Svevia, entreprise nationale, 10 % à Skanska, 15 % à NCC, 14 % à PEAB et 3 % à d'autres. Dans les régions les plus au nord et les plus au sud de la Suède, quelques petits entrepreneurs ont réussi à s'introduire sur le marché, quatre zones en tout leur ayant été attribuées.

3.3 Évaluation des mesures d'entretien hivernal

Indice hivernal

Ces dernières années, des essais de calcul d'un certain nombre d'indices hivernaux à partir de la situation météorologique ont été entrepris. Des valeurs moyennes sont calculées chaque mois pour chaque département. On utilise des données représentatives et proportionnées de stations météorologiques et MESAN pour chaque contrat et les valeurs utilisées par la STA sont publiées. Les indices météorologiques indiquent l'occurrence respective de glissement observé, de l'enneigement et des congères.

L'indice de salage indique la consommation de sel en vigueur (kg/km) comparée à la quantité recommandée (kg/km) pour chaque type de situation météorologique. Une valeur > 1 signifie davantage de sel que la quantité recommandée, et la valeur < 1 indique moins de sel que la quantité recommandée.



Consommation de sel et indice de salage pour les routes nationales

Entraînement et formation

Tous les contremaîtres, chargés des décisions sur les mesures d'entretien hivernal à mettre en place, doivent recevoir une formation théorique et pratique assurée par le Centre de formation et de développement du secteur routier de la STA.

Information climatique

Stations météorologiques

La Suède possède plus de 800 stations raccordées au système SMR. Ces stations sont équipées de capteurs destinés à mesurer la température de l'air et celle de la surface de la route, l'humidité, le volume et le type de précipitation et le vent. La température au point de rosée est également calculée et indiquée pour chaque station. Certaines stations sont aussi équipées de caméras.

Information météorologique

Pendant la saison d'hiver (1^{er} octobre – 30 avril) l'Institut météorologique et hydrologique suédois (SMHI) fournit au système SMR des informations radar et satellitaires 24 heures sur 24. Chaque demi-heure, des images à différentes échelles provenant du réseau radar nordique sont distribuées aux ordinateurs centraux du système SMR.

À partir du satellite géostationnaire Meteosat et du satellite NOAA en orbite, des images météorologiques codées sont envoyées au moins toutes les heures au système SMR.

Des cartes météorologiques commentées sont actualisées deux fois par jour, à 1 h et à 13 h. Jour et nuit, des prévisions spéciales de nébulosité servent à réaliser un modèle mixte statistique et énergétique qui, chaque heure, permet de prévoir la température de surface des routes pour les deux prochaines heures.

Internet

L'information provenant des stations météorologiques locales et celle du SMHI est recueillie et analysée au centre d'information du quartier général de la STA et mise à disposition sur Internet. (Voir exemple sur www.trafikverket.se).

Mesure d'efficacité

Interne

La STA et les communes suivent ensemble la consommation de sel et d'abrasifs.

Externe

La satisfaction des usagers de la route concernant l'entretien des routes est suivie chaque année par la SRA. Les usagers de la route se divisent en deux catégories de conducteurs : privés et professionnels.

Conditions de chaussée

Dans les régions les plus méridionales de la Suède, les routes les plus importantes en bordure sont couvertes de glace et de neige pendant environ 5 % de la période hivernale (4 mois) alors que les plus petites routes le sont pendant 40 %. Tout au nord, les chiffres correspondants sont 20 % et 70-80 %, alors que l'hiver dure 7 mois.

Impact environnemental

La majeure partie du sel utilisé sur les routes est éliminée par les écoulements, ou déposée en bordure dans un espace de 10 mètres, bien qu'une partie peut être transportée encore plus loin de la route. La formation de dépôts varie en fonction du volume de sel utilisé, de l'intensité, du type et de la vitesse de la circulation, du type et du volume des précipitations, de la direction et de la vitesse du vent.

L'ion de sodium participe aux réactions d'échange ionique et, dans une certaine mesure, se trouve retardé dans le sol et dans la nappe phréatique, tandis que l'ion de chlorure est conservateur et hautement soluble. L'ion de chlorure n'étant pas sujet à retardement ou dégradation, c'est un bon détecteur. Si du chlorure provenant du sel est détecté dans un puits ou dans l'eau de surface, le risque est grand que d'autres polluants soient également présents. De fortes concentrations de chlorure ont été observées tant dans les sources d'eau communales que dans des puits privés situés à proximité des routes. De plus, une augmentation de la concentration de chlorure a été notée dans les lacs de Suède, avec des pointes au printemps. L'exposition le long des routes au sel risque de modifier la composition de la végétation et influencer les conditions de croissance et l'aspect esthétique des arbres.

D'autres polluants liés à la route et à la circulation routière, surtout en hiver, sont les métaux provenant de la corrosion des véhicules, l'usure du revêtement des routes et des pneumatiques. Le problème des particules d'usure a beaucoup augmenté au cours de la dernière décennie.

3.4 Sécurité et information routières

Information aux usagers de la route

Tous les centres opérationnels sont tenus de rendre compte au moins 3 fois par jour au TIC (centre d'information routière) et ce chaque fois que les conditions routières ont changé (par ex. après une intervention). L'information est ensuite diffusée par le TIC de différentes manières :

- Radio : les stations de radio locales reçoivent l'information du TIC;
- Journaux;
- Internet : une carte montrant l'état actuel des routes est disponible sur le site de la STA (Voir exemple sur www.trafikverket.se);
- Le système RDS-TMC pour les conditions routières en temps réel et les systèmes de navigation embarqués, etc.;
- Les usagers de la route peuvent aussi appeler le TIC pour obtenir de l'information;

- En certains endroits des panneaux de circulation indiquent la température de surface de la chaussée et celle de l'air.

Sécurité routière

Vitesse et limitation de vitesse jouent un rôle important en matière d'accidents susceptibles de se produire, en fonction des conditions de la chaussée ou de l'adhérence. Pour qu'une voiture de tourisme s'arrête sur une distance à peu près équivalente à celle sur une route sèche, elle doit rouler deux fois moins vite si la route est couverte de neige ou de verglas. L'adaptation des conducteurs suédois à la neige et au verglas est cependant très inférieure à la norme. En cas de mauvaises conditions de la chaussée et d'une visibilité insuffisante (chute de neige), les réductions de vitesse sont d'environ 25 %, mais en cas de neige ou de verglas seulement, la réduction de vitesse est souvent de 10 à 20 %.

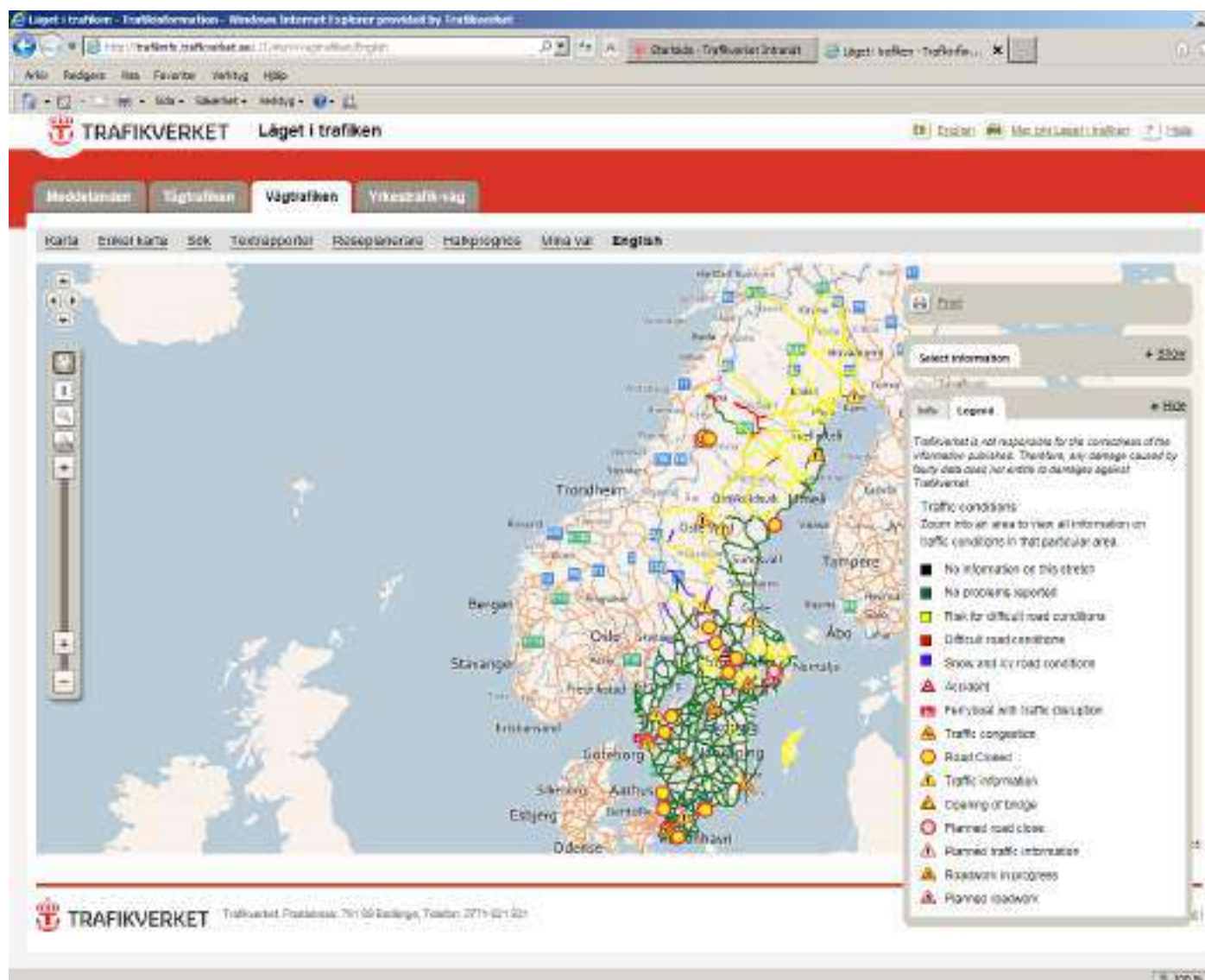
Lorsque l'adhérence varie en fonction des conditions de la chaussée qui, sont elles même variables, il s'avère que c'est l'aspect de la route et non pas le degré d'adhérence de la chaussée qui incite les automobilistes à réduire leur vitesse

de conduite. Ce phénomène a été constaté à la fois dans les simulateurs et sur le terrain. Des simulations ont été effectuées pour déterminer la meilleure manière d'informer les automobilistes et obtenir la meilleure adaptation de la vitesse en fonction de l'adhérence disponible. L'affichage de vitesse recommandée donnent les meilleurs résultats, tant en la réduction de vitesse qu'en distance à respecter entre les véhicules.

On calcule le risque d'accident comme étant le nombre d'accidents constatés par la police par million de kilomètres-véhicules et cet estimé est affiché comme un taux d'accidents.

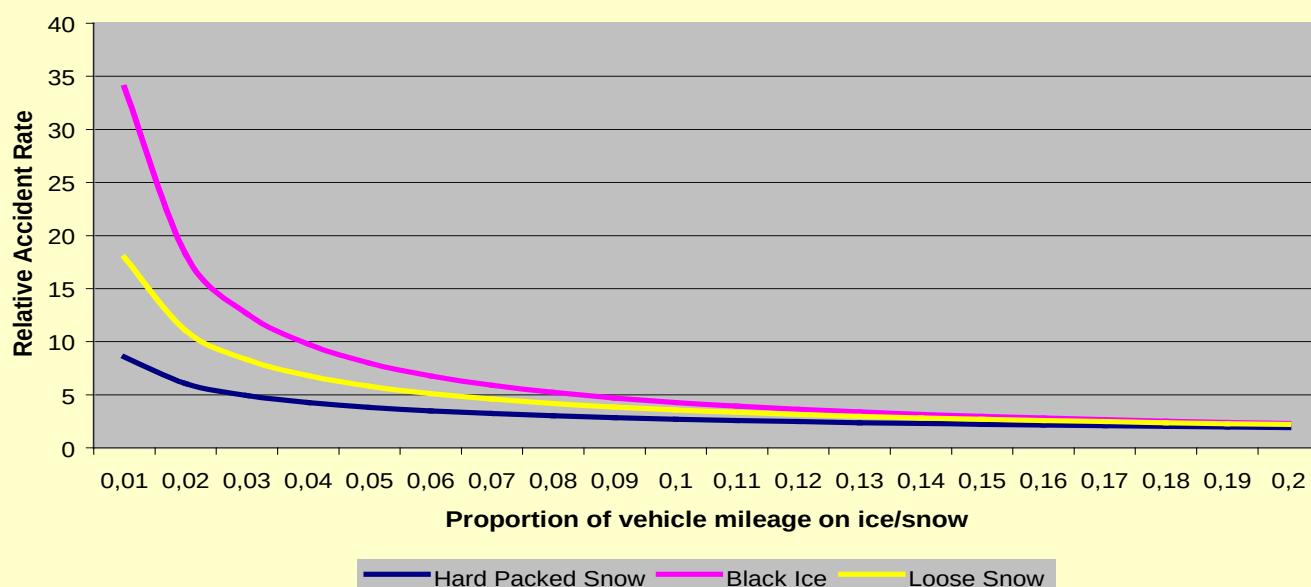
Le taux d'accidents peut être calculé en valeur absolue, ou comme risque associé à une route sèche et propre en hiver.

De façon générale les routes enneigées ou verglacées présentent un taux d'accidents de 3 à 30 fois supérieur pour la circulation routière que sur une surface sèche et propre. La glace dite « noire » est la condition routière la plus dangereuse. Le taux d'accident peut aussi être calculé en fonction de la fréquence d'occurrence pour une condition routière donnée pendant la saison d'hiver.



Exemple tiré de www.vv.se sur l'état actuel des conditions routières

Accident Rate Relative to Dry, Bare Road, whole of Sweden



Taux d'accidents en fonction de l'état de la chaussée, pour l'ensemble de la Suède. Proportion du kilométrage parcouru sur la neige durcie et la glace

Les taux d'accidents pour diverses conditions de chaussée (neige et verglas) sont en rapport exponentiel avec le volume total de kilomètres-véhicules, pendant la saison d'hiver, en fonction de l'état de la route en question (voir figure page précédente).

Pour étudier de plus près quel impact a la fréquence des conditions de la chaussée, la période hivernale est divisée en courtes périodes au début et à la fin de l'hiver, avec une longue période intermédiaire. Le taux d'accidents au début de l'hiver n'est pas plus grand qu'à la fin de cette saison. Ce qui signifie que ce n'est pas la première apparition du phénomène de glissance en hiver qui cause le plus d'accidents, mais l'occurrence inattendue du verglas et de la neige qui surprend les automobilistes.

Équipement des véhicules

Depuis 1999, les voitures de tourisme, camions et autocars d'un poids supérieur à 3,5 tonnes doivent être munis de pneus d'hiver, ou l'équivalent, du 1^{er} décembre au 31 mars, au moment où les conditions de chaussées glissantes apparaissent. L'usage de pneus cloutés est autorisé du 1^{er} octobre au 30 avril.

Il résulte d'une étude que cette législation a permis de réduire de 11 à 14 % le nombre d'accidents graves ou mortels lorsque les conditions de chaussées étaient glacées et enneigées. L'intervalle dépend de la façon dont cette mesure a aussi un effet sur une chaussée dégagée. Quel que soit les condition routières, la réduction était de 8 % durant tout l'hiver. Ces

réductions ne sont pas statistiquement significatives à un niveau de risque de 5 %.

Au cours de l'hiver 2005-2006, on a relevé sur le réseau national, 1860 accidents causant des blessures sur des chaussées enneigées ou glacées. Une réduction du nombre d'automobilistes utilisant des pneus cloutés de 70 à 50 % augmentera le nombre d'accidents avec blessures de 56 et une réduction à 20 % se traduira par une augmentation des accidents de 140. Un meilleur entretien hivernal, une classe au-dessus, ne peut pas combler cette différence.

Le système de freinage antiblocage et le système de contrôle électronique de la stabilité (ESP) répartissent la force de freinage ou de traction de manière à ne pas bloquer ou faire patiner les roues. La réduction en Suède des accidents graves comme les pertes de contrôle mortelles sur des routes couvertes de neige ou de glace montre un efficacité de 49,2 % à plus ou moins 30,2 %. On a estimé qu'en Suède, sur un total de 500 décès dans des accidents de la route, 80 à 100 décès auraient été évités si tous les véhicules étaient équipés d'un système ESP.

Piétons

Le risque de blessures pour les piétons est plus élevé que pour les conducteurs lorsque les routes sont glissantes. La neige et la glace sur les voies réservées aux piétons se traduisent par un risque d'accident 8 fois plus élevé que lorsque ces voies sont complètement dégagées.

Équipement routier

En Suède, il était habituel que les routes aient une largeur de 13 m. Elles ont été construites à 2 voies de 3,5 m de largeur, avec un très large accotement. Ces routes présentaient un taux de risque d'accident très élevé, et certaines ont été converties à 2 voies de 5 m de largeur. Mais le résultat est meilleur avec la nouvelle norme, soit un rail protecteur au milieu. Souvent, les routes ont 1 voie dans un sens, et 2 voies dans l'autre (voie à sens unique avec câbles). Le nombre de voies dans le même sens change aux intersections. Cette norme a permis de réduire considérablement le nombre d'accidents graves. Les accidents mortels sont passés à 9 au lieu des 60 prévus sans câbles, et les blessures graves ont diminué de 50 %.

4 Recherches et études en cours pour améliorer la gestion hivernale

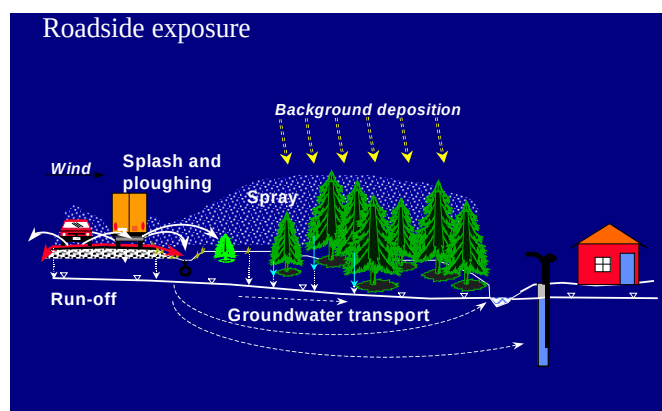
Un projet a pour but de créer un modèle hivernal (Système de gestion de l'entretien hivernal = WMMS). Initiée en 2001, la première version du modèle sera mise en œuvre par la STA en 2009. Le modèle inclut l'influence de diverses conditions routières sur les usagers de la route, les administrateurs de l'entretien des routes, et sur la société en général. Des calculs socio-économiques ont été effectués, et le meilleur niveau possible d'entretien des routes en hiver est proposé.

La condition routière est essentielle quant aux effets obtenus. Elle joue donc un rôle primordial dans le modèle hivernal. Quel est l'impact du temps, de la circulation et des diverses interventions sur la conditions routière ? Quels effets et quels coûts résultent des diverses conditions routières ? La création d'un modèle se fait en trois étapes :

Description théorique à partir des processus physiques.

- Études empiriques établissant la relation entre le temps, la circulation et les actions avec les observations et les mesures prises sur le terrain;
- Développement d'un modèle prenant en compte les divers facteurs;

Impact environnemental



L'impact de l'exposition au sel de voirie apparaît d'abord sur la végétation et les eaux souterraines à proximité de la route.

La partie environnementale du modèle hivernal décrit, au moyen de plusieurs sous-systèmes la relation entre :

Action et exposition;
Exposition et conditions environnementales;
Conditions environnementales et conséquences;
Conséquences et coûts environnementaux.

D'autres sous-modèles importants donneront des informations sur les accidents, la durée des trajets et les coûts par véhicule pour divers types d'entretien hivernal, ainsi que les coûts afférents à l'administration du réseau routier.

5 Références

Carl Magnus Berglund. Tema Vintermodell. Nyttä och kostnader för vinterväghållning. VTI notat 55-2005. Résumé en anglais.

Bergström, A. Tema Vintermodell. Olycksrisker under för-, hög och servinter. VTI notat 19-2003.

Carlsson, A & Brüde, U: Utvärdering av mötesfri väg: halvårsrapport 2003:1 VTI notat 36-2004

Friction Measurement on Winter Road Surface, SNRA Spécifications et méthodes 110:2000

Ihs, A. Winter maintenance in Sweden, Compilation pour le COST 344. VTI särtryck 351, 2002.

Kircher, Katja, INTRO - Intelligent roads. Deliverable D2.3: Simulator study. Final report VTI, EU-project report, 2007

Lie, A et al, The Effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) in Reducing Real Life Crashes and Injuries Traffic Injury Prevention, 7:38–43, 2006

Möller, S & Wretling, P, Estimate of the distribution of road surface conditions during the 1993/94 to 1996/97 winters, VTI meddelande 848, 1998. Résumé en anglais.

Möller, Staffan, Tema Vintermodell. Vägslagsmodellen, VTI rapport 529, 2006. Résumé en anglais.

National Environmental Programme 2002-2005. SNRA Publ nr 2001:57

Niska, Anna. Tema Vintermodell. Olycksrisker och konsekvenser för olika olyckstyper på is- och snöväg. VTI rapport 556, 2006. Résumé en anglais.

TRB, 7th International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology, Transportation Research Board/Circular E-C126, juin 16-19, 2008. Indianapolis, É.-U.

Blomqvist, Göran & Gustafsson, Mats. Winter, Model: Roadside Salt Exposure Under Different Weather Conditions, page 159.

Möller, Staffan, Winter Model: Road Condition Submodel, page 512.

Wallman, Carl-Gustaf. Driver behaviour on winter roads: A driving simulator study. VTI rapport 419A, 1997.

Wallman, Carl-Gustaf. Tema Vintermodell – Olycksriskmodellen. VTI notat 60-2001, 2001.

Wallman, Carl-Gustaf. Hastighet/flöde – väglag. VTI meddelande 953, 2003. Résumé en anglais.

Wallman, Carl-Gustaf et al. Tema Vintermodell: Etapp 1. VTI meddelande 958, 2004. Résumé en anglais.

Wallman, Carl-Gustaf et al. Tema Vintermodell, etapp 2. Huvudrapport. VTI rapport 531, 2006. Résumé en anglais.

Wiklund, Mats. Tema Vintermodell. Anpassning av vinterväglagsmodell till empiriska data med censurerade observationer. VTI notat 25-2006. Résumé en anglais.

Spécifications techniques générales pour l'hiver 2000, ADMINISTRATION DES ROUTES NATIONALES SUÉDOISES. DOCUMENT NON PUBLIÉ.

HIVER 2000, INSTRUCTIONS INTERNES DU SIÈGE SOCIAL AUX ADMINISTRATIONS RÉGIONALES, ADMINISTRATION DES ROUTES NATIONALES SUÉDOISES. DOCUMENT NON PUBLIÉ.

VINTER 2003. Val av vinterväghållningsstandard. .Swedish National Road Administration VV Publ 2002: 147

VINTER 2003. Allmän teknisk beskrivning. Administration des routes nationales suédoises VV Publ 2002: 148

Andel trafikarbete på is/snöväg under en vinter

Öberg, G., Effect of sanding. Traffic and friction studies. VTI Rapport 164, 1978. Résumé en anglais.

Öberg, G., Friction and journey speed on roads with various winter road maintenance, VTI rapport 218, 1981. Résumé en anglais.

Öberg, G; Gustafson, K & Axelson, L., More effective de-icing with less salt, Rapport final du projet MINSALT, VTI rapport 369 SA, 1991.

Öberg, G et al, Single accidents among pedestrians and cyclists, VTI meddelande 799A, 1996.

Öberg, G; Wiklund, M & Velin, H., The effect of the winter tyre law on the use of tyres and on accidents, VTI rapport 479, 2002. Résumé en anglais.

Öberg, Gudrun (editor), PIARC 2006, XII Winter Road Congress, 27–30 March 2006, Torino, Italy. VTI notat 19A-2006.

Öberg, Gudrun. Tema Vintermodell. Fordonskorrosion beroende på vintervägsaltning. Kunskapssammanställning. VTI notat 24-2006. Résumé en anglais.

Öberg, Gudrun & Möller, Staffan, Hur påverkas trafiksäkerheten om restriktioner av dubbdäcksanvändning införs? Kan en förbättrad vinterväghållning medföra att trafiksäkerhetsnivån bibehålls? VTI rapport 648, 2009. Résumé en anglais.

La plupart de ces rapports peuvent être téléchargés à partir des pages Internet suivantes:

www.vti.se Swedish Road and Transport Research Institute (VTI)
www.trafikverket.se Swedish Transport Administration (STA and in Swedish VV)

www.smhi.se Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI)



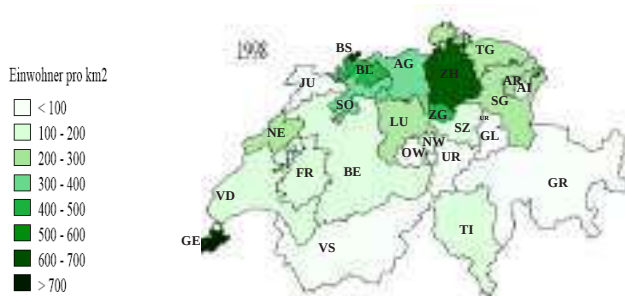
SUISSE



1. Données démographiques et routières

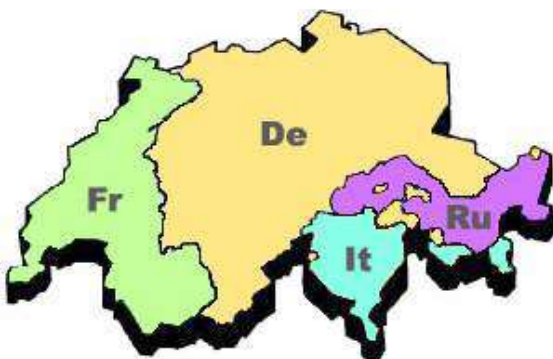
1.1 Information au sujet du pays

La Suisse est un petit pays (41 285 km²), enclavé au cœur du continent européen. Les deux tiers de sa superficie environ sont montagneux. Le Plateau, situé entre les Alpes et le Jura, est densément peuplé.



La Suisse est un État fédéral composé de 26 cantons. Sa capitale est Berne. Zurich et Genève sont des centres financiers internationaux. Genève est le siège de plusieurs organisations des Nations Unies ou d'autres organisations internationales. Bâle est le siège d'importantes multinationales pharmaceutiques.

Quatre cultures ou régions linguistiques cohabitent en Suisse : alémanique : 64 % de la population, romande : 20 %, italienne : 7 % et romanche (dans quelques vallées alpines) : < 1 %.



9 % de la population parle d'autres langues.

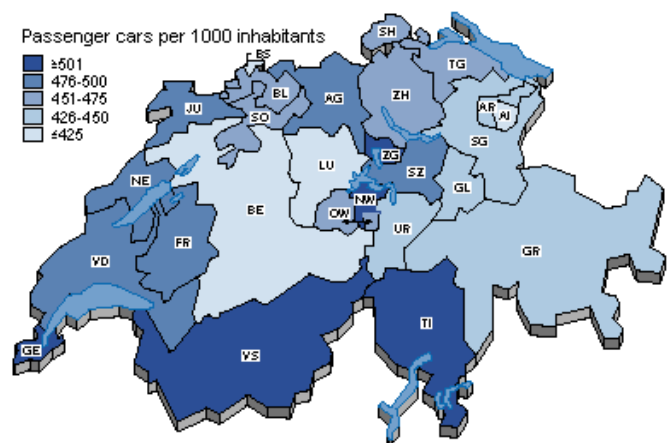
L'économie repose sur les services (71 %), l'industrie (25 %) et l'agriculture (4 %). Les biens destinés à l'exportation sont : les machines, les produits chimiques, les métaux, l'horlogerie et les produits agricoles.

1.2 Réseau routier et circulation

Routes	Routes nationales	1700 km
	Routes cantonales	18 000 km
	Routes communales	51 000 km
Véhicules	Véhicules utilitaires	292 329
	Voitures de tourisme	4 147 500

La Confédération est propriétaire des routes nationales et est maître d'ouvrage. Le réseau des routes nationales suisses, d'une longueur de 1907 km, a été défini comme un ensemble en 1960. Construit à près de 90 %, il sera achevé, en théorie, en 2020. La construction fait place aujourd'hui à l'adaptation et au réexamen de ce réseau.

Les cantons et les communes sont propriétaires des routes cantonales et communales respectivement.



Voitures particulières par milliers d'habitants

En moyenne, le Suisse parcourt 11 000 km par an en véhicule privé et 2100 km en chemin de fer. Le trafic quotidien moyen sur autoroute atteint 100 000 véhicules sur certains tronçons (3+3 voies). Le transport routier représente 85 % du total des tonnes de fret. Les routes revêtent donc une très grande importance économique. L'entretien des routes en tout temps incombe aux autorités routières fédérales, cantonales et communales.

Le service hivernal est actif entre octobre et avril et représente 20 – 25 % des coûts opérationnels annuels.

2. Données climatiques

2.1 Aperçu des zones climatiques

Une centaine de sommets montagneux suisses atteignent ou dépassent les 4000 mètres, et le pays compte plus de 3000 kilomètres carrés de glaciers. Les forêts occupent environ un quart du pays.

Le climat varie selon l'altitude. On peut distinguer quatre régions climatiques caractéristiques :

Le Jura

Le Jura est une chaîne de montagne située au nord-ouest du pays, et qui culmine à 1300 mètres.



Des précipitations élevées accompagnées de vents violents fréquents prédominent. Le climat est rude en hiver. Les précipitations atteignent en moyenne de 120 à 180 cm sur 140 à 160 jours de précipitations par an. Les vents violents atteignent un maximum de 140 km/h et de 210 km/h au sommet des montagnes. La neige transportée est fréquente en hiver.

Le Plateau

La région située entre le Jura et les Alpes héberge plus des deux tiers de la population. Toutes les grandes villes sont situées dans cette région, dont l'altitude varie de 300 à 700 mètres.



La distribution des précipitations est essentiellement équilibrée. La quantité de neige varie d'un hiver à l'autre et le brouillard est un phénomène fréquent.

Les précipitations atteignent en moyenne de 90 à 140 cm sur 120 à 140 jours de précipitations par an. Les vents violents culminent à 170 km/h.

Les Alpes

Les Alpes et les Préalpes couvrent près des deux tiers de la superficie de la Suisse. Le pic le plus élevé culmine à 4500 m. Les Alpes et les Préalpes sont généralement riches en précipitations. Leur moyenne varie de 140 à 200 cm pendant 140 à 160 jours de précipitations par an. Des vents violents atteignant une vitesse maximale de 270 km/h sont possibles dans les vallées. Des tempêtes de foehn (vent chaud et sec) sont fréquentes dans les vallées orientées nord-sud.



Le sud des Alpes

Le Tessin, partie ensoleillée de la Suisse, se trouve au sud des Alpes, où poussent les palmiers. L'altitude descend à 200 mètres.



Des précipitations annuelles élevées allant jusqu'à 220 cm prévalent par suite de l'accumulation de pluie sur le versant sud des Alpes au printemps et à l'automne. Le vent atteint des vitesses de 120 km/h.

2.2 Statistiques de températures

Le tableau montre les caractéristiques hivernales des différentes régions climatiques.

Climat	Temp. de l'air		Précipitations					
	Jours où la T < 0°C	Jours de verglas	Jours avec pluie	Pluie en cm/an	Jours avec chute de neige	Jours d'enneigement	Max. de neige cm/jour	Quantité de neige cm/an
Jura	121	30	157	140,6	64	123	55	317
Plat.	96	22	126	104,2	30	51	22	53
Alpes	140	42	138	148,7	59	128	50-90	433
SdA	45	4	107	184,8	14	19	63	43

2.3 Indice hivernal

Un indice hivernal a été élaboré pour montrer la corrélation entre les coûts du service hivernal et divers paramètres météorologiques. Il sert de base à l'indemnisation du service hivernal depuis 2008.

3. Gestion hivernale des routes

3.1 Normes et réglementation

La législation varie selon qu'il s'agit des routes nationales, cantonales ou communales. Il existe une obligation juridique d'assurer le service hivernal sur les routes nationales.

Les codes de pratique officiels pour les routes comprennent 18 documents sur le service hivernal :

SN 640 750b	Bases;
SN 640 751	Protection contre les avalanches;
SN 640 752b	Instruction et besoin en personnel;
SN 640 754a	Informations météorologiques, relevé des conditions de la chaussée;
SN 640 756a	Degrés d'urgence, niveau du service hivernal, plan et registre des itinéraires et plan d'intervention;
SN 640 757a	Matériel d'intervention;
SN 640 760b	Caractéristiques de la neige;
SN 640 761a	Déneigement;
SN 640 763	Engins de déblaiement de la neige;
SN 640 764b	Dispositif de fixation des lames de déneigement;
SN 640 765a	Caractéristiques des lames de déneigement;
SN 640 772b	Lutte contre le verglas;
SN 640 774a	Exigences requises pour les épanduses;
SN 640 775a	Pare-neige;
SN 640 776b	Ouvrages de stabilisation de la neige;
SN 640 778a	Signalisation, installations.

Classes de routes

Pour le déneigement et la lutte contre le verglas, les classes suivantes ont été définies :

- autoroutes, semi-autoroutes;
- Artères principales de circulation, routes escarpées;
- Routes utilisées par les transports publics;
- Routes menant à des gares, hôpitaux, etc.;
- Stations de transports publics;
- Voies piétonnières et cyclables importantes, escaliers.

Niveaux de service

Niveau A:	routes noires, élimination complète de la neige et lutte contre le verglas;
Niveau B:	prévention de la glissance, routes noires à moyen terme;
Niveau C:	routes praticables sans recourir au déverglage, routes blanches;
Niveau D:	pas de service hivernal.

Niveaux de priorité

Niveau 1: Premier passage du chasse-neige achevé 3 h après la mobilisation (2 h sur les autoroutes). Premier passage de l'épandeur achevé 2 h après la mobilisation.

Niveau 2: Premier passage du chasse-neige achevé 4 h après la mobilisation. Premier passage de l'épandeur achevé 3 h après la mobilisation.

Niveau 3: Premier passage du chasse-neige achevé 5 h après la mobilisation. Premier passage de l'épandeur achevé 4 h après la mobilisation.

Toutes les autorités routières sont tenues d'avoir des cartes routières couvrant l'ensemble du réseau routier, et indiquant les classes de routes, les niveaux de service et les niveaux de priorité.

Règlements relatifs à la main d'œuvre

La durée maximale de conduite est fixée par une ordonnance fédérale. Elle ne doit pas dépasser 9 h (10 h autorisées deux fois par semaine). La durée hebdomadaire du travail est de 46 h. Le maximum d'heures supplémentaires par semaine est de 5 h (10 h dans des cas exceptionnels).

Des exceptions sont toutefois autorisées pour les services de maintenance. Les conditions varient légèrement d'un canton à l'autre.

Règlements relatifs aux équipements et au matériel

Les réglementations relatives aux équipements décrivent les types, les méthodes de test et les domaines opérationnels des véhicules, des chasse-neige, des turbines à neige, et des épandeurs. Les principaux objectifs sont les suivants :

- Vitesse la plus élevée possible pour les chasse-neige / épandeurs;
- Élimination complète de la neige par des moyens mécaniques (chasse-neige, balais rotatifs);
- Utilisation minimale d'agents de déverglaçage.

Les codes de pratique décrivent les types et les domaines opérationnels des agents de déverglaçage (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , urée, solutions salines, méthanol, glycol) et des abrasifs.

Les prescriptions de dosage sont les suivantes :

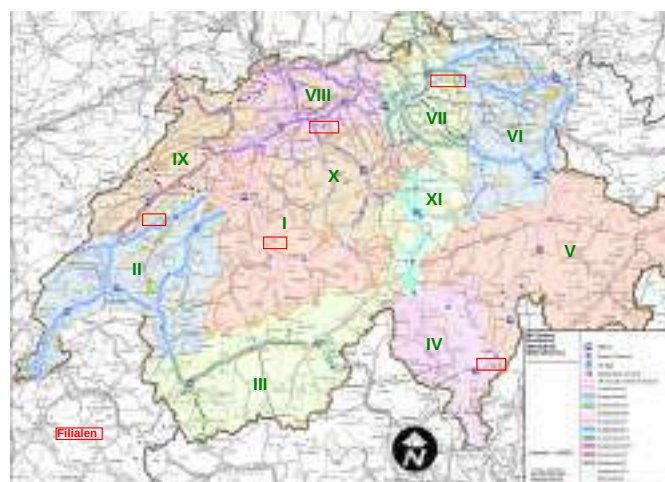
Épandage	Températures °C	
	0 °C à -8 °C	-8 °C à -20 °C
	g / m ²	g / m ²
Sel sec	7 - 15	10 - 20
Sel humidifié	7 - 15	10 - 20
Saumure en ASI	5 - 10	5 - 10
Abrasifs	£ 200	£ 200
Pourcentage de mélange	seulement NaCl	2/3 NaCl 1/3 CaCl_2

Certaines conditions de surface peuvent exiger un dosage de sel plus élevé.

Le recours à la technique du sel humidifié (sel et saumure mélangés sur le dispositif rotatif) progresse. En 2005, cette technique est utilisée dans 90 % de tous les centres de maintenance des autoroutes.

3.2 Organisation et réalisation de l'entretien hivernal

Pour les routes nationales, la Confédération est responsable du service hivernal. Elle passe des contrats de prestations avec 11 unités territoriales réparties sur l'ensemble du territoire suisse qui se chargent du service hivernal.



Le service hivernal des routes cantonales est réalisé par les cantons et celui des routes communales par les communes. De manière générale, les centres de maintenance se chargent du service hivernal. Toutefois, des contrats sont souvent passés avec des entreprises privées pour les charger d'une partie ou, dans certains cas, de l'ensemble du service hivernal. Ces contrats sont conclus entre les autorités routières cantonales ou communales et le sous-traitant.

Types de contrat :

A: Le sous-traitant est chargé d'un tronçon de route pour le déneigement et la lutte contre le verglas. Il travaille avec son propre équipement, sauf les chasse-neige et les épandeurs, qui sont fournis par le centre de maintenance. L'appel d'intervention est donné dans la plupart des cas par le centre de maintenance.

B: Le sous-traitant fournit les véhicules et les chauffeurs qui collaborent avec les équipes du centre de maintenance.

C: Le sous-traitant fournit les véhicules pour la saison d'hiver.

Les paiements sont effectués au prorata du nombre d'heures prestées avec un forfait pour la fourniture des véhicules.

Routes nationales

Équipement : Les routes nationales disposent de 45 centres de maintenance. La longueur autoroutière moyenne desservie par chaque centre est définie par l'obligation de procéder au premier passage du service hivernal dans les 2 heures.

L'équipement comporte: 2 – 3 camions par direction, équipés de chasse-neige, largeur 3,5 – 6,0 m., épandeurs démontables, 4 – 6 m³ pour le sel et 2 m³ de saumure. Une personne par camion. Sur les tronçons de montagne et sur les tronçons où la neige ne peut pas être mise sur les côtés, des turbines à neige sont nécessaires pour charger la neige dans les camions.

Le sel est toujours stocké sous un toit, soit dans des granges (jusqu'à 4000 tonnes) soit dans des silos (200 tonnes par silo). L'avantage des silos est le peu de temps requis pour le chargement (2 – 3 minutes), qui peut être assuré par le chauffeur seul. Avec une disposition appropriée des silos, 2 – 3 épandeurs peuvent être chargés en même temps.

Des installations d'épandage et de déverglacement automatiques sont en service sur des tronçons spécifiques présentant un microclimat particulier ou qui sont particulièrement exposés. Deux installations se trouvent sur les ponts élevés, 1 installation (longueur 6 km) sur un tronçon à forte densité de trafic (80 000 véhicules par jour) et ayant un microclimat particulier.



Le chauffage de la chaussée n'est pas utilisé, à une exception près. Sur un pont particulièrement exposé, une application pilote à l'énergie solaire est en service depuis 1995. Un système de tube à échange de chaleur intégré dans la couche d'asphalte d'un pont, couvrant une superficie de 1300 m², collecte la chaleur au cours de l'été et l'utilise pendant les périodes de gel en hiver, pour chauffer la surface du pont, évitant ainsi la formation de verglas. Le liquide est stocké dans un accumulateur de chaleur souterrain.

Main d'oeuvre

Le personnel d'un centre de maintenance se compose généralement :

- d'un chef de route responsable du service hivernal;
- d'un administrateur, responsable de la comptabilité et de l'administration;
- de 2 – 3 chefs de groupes;
- d'équipes, chauffeurs et autres professions;
- de 2 – 3 mécaniciens automobiles;
- de 1 - 4 électriciens, en fonction de la quantité d'installations électromécaniques le long de l'autoroute.

Les chefs de groupe sont chargés des tâches opérationnelles. Ils décident des interventions, sur la base du système SMR. Chaque centre de maintenance possède une organisation de garde toute l'année. Chaque employé a l'obligation de se tenir à disposition à titre temporaire.

Les horaires de travail sont fixés par le responsable des opérations de maintenance dans chaque canton. Le travail hebdomadaire est en général de 42 h. Les heures supplémentaires pendant l'hiver sont généralement compensées en été.

Le travail par pose devient de plus en plus fréquent dans les centres de maintenance au fur et à mesure que l'intensité du travail s'accroît. Le travail de maintenance dans les tunnels s'effectue principalement de nuit, ce qui s'applique de plus en plus aussi aux autres travaux susceptibles de perturber la fluidité du trafic.

Des règles de sécurité strictes s'appliquent à tous les types de maintenance (vêtements, manipulation des outils, équipements, comportement sur la route, etc.). Chaque centre désigne son contrôleur de la sécurité.

Formation et éducation

Le responsable du centre de maintenance est chargé de la formation de l'équipe. La formation inclut :

- les tâches relevant du service hivernal;
- l'organisation générale;
- les véhicules et engins;
- l'organisation des interventions;
- l'organisation du personnel et la mise à disposition;
- la fourniture d'informations;
- les instructions sur les outils;
- la préparation des chefs de groupes;
- les instructions sur la planification des itinéraires, les

niveaux de service et les degrés de priorité;

- le dosage du sel selon les prévisions du SMR et le sel résiduel;
- le déneigement par équipes;
- ce qu'il convient de faire en cas d'accident, la « gestion des risques »
- les comptes rendus.

Au début de l'hiver, des formations sont données aux exploitants des routes et portent sur la météorologie de base, la technologie des prévisions, le travail sur le SMR et le radar météorologique.

D'autres cours couvrent la manipulation des systèmes de détection du verglas.

Méthodes, équipement et matériel pour problèmes spéciaux

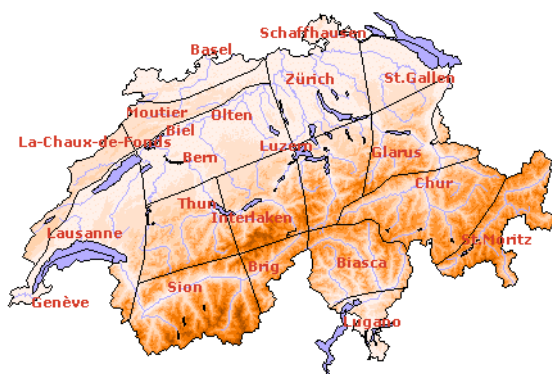
Des problèmes spéciaux sont posés par les congères, les avalanches et l'asphalte drainant. Pour réduire la quantité de neige soufflée sur la route, des pare-neige sont installés là où le phénomène se produit régulièrement.

Certains hivers, les avalanches causent de graves problèmes aux autorités routières. Toutes les régions montagneuses se sont dotées d'une équipe spéciale en cas d'avalanche. Elle a pour mission d'observer les caractéristiques et la quantité de neige, de publier des bulletins d'alerte et dans certains cas de fermer la route. Un bulletin d'avalanche spécial et des alertes sont publiés quotidiennement par MeteoSwiss et par l'Institut suisse pour l'étude des avalanches. Des dispositifs d'alerte automatiques sont installés à certains endroits.

Informations météorologiques

MeteoSwiss fournit des informations pour la maintenance hivernale à plusieurs niveaux :

- Des prévisions météorologiques routières générales, disponibles gratuitement pour le grand public sur Internet et à la radio.
- Des prévisions météorologiques routières à 24 h spécialement conçues pour les centres de maintenance. Ces prévisions sont faites séparément pour plus de 20 zones présentant des climats locaux différents.



L'information est diffusée par lignes téléphoniques et par le réseau informatique et arrive directement dans l'ordinateur SMR du centre de maintenance. Le contrat est conclu entre MeteoSwiss et le centre de maintenance. La précision des prévisions se situe entre 86 % et 89 %.

- Des bulletins d'alerte sont publiés pour des cas ou situations spécifiques, généraux ou locaux, qui n'ont pas été annoncés dans les prévisions météorologiques générales. Ils sont transmis directement sur l'ordinateur SMR du centre de maintenance et déclenchent un signal d'alerte.
- Les prévisions météorologiques routières de MeteoSwiss s'appuient sur un réseau de stations météorologiques automatiques (ANETZ) et plusieurs modèles de prévisions. Une vérification est généralement effectuée avec une sélection de capteurs routiers.



Système SMR

Tous les centres de maintenance pour les routes nationales disposent d'un système SMR. Ce système combine les mesures et les alertes venant des capteurs routiers, des stations météorologiques et des prévisions locales. Les capteurs et les stations routières fournissent généralement les paramètres suivants : température de l'air à 2 m au-dessus du sol, température à la surface, humidité, point de condensation, température de congélation, précipitation, vent : direction et intensité, conditions de la chaussée : sec ou mouillé, sel résiduel.



Les prévisions météorologiques locales SMR sont publiées tous les jours à 15 h et couvrent 24 heures. Elles fournissent : la température de l'air à 2 m et à 5 cm au-dessus du sol, l'humidité et le point de condensation, la précipitation (type et quantité), la limite des chutes de neige, le vent (direction et intensité), la couverture nuageuse et les conditions de la surface de la route. La prévision est actualisée si un changement survient dans les 24 h.

Système de détection du verglas

Le réseau routier national est équipé d'un système de détection du verglas. Au total, environ 400 capteurs routiers sont installés, qui mesurent la température en surface et le point de congélation en refroidissant électriquement la surface du capteur. La distance moyenne entre les capteurs routiers est d'environ 6 km.



Le système le plus généralisé est le système Boschung. Dans quelques cas, le système Vaisala et le système Micks sont installés. Les capteurs routiers sont généralement combinés à des stations de mesure en bord de route. L'emplacement des capteurs a été déterminé par l'expérience ou à l'aide de la cartographie thermique. D'ordinaire, les endroits les plus dangereux ont été choisis. Des emplacements supplémentaires se trouvent sur les ponts, dans des endroits particulièrement exposés et à l'ombre.

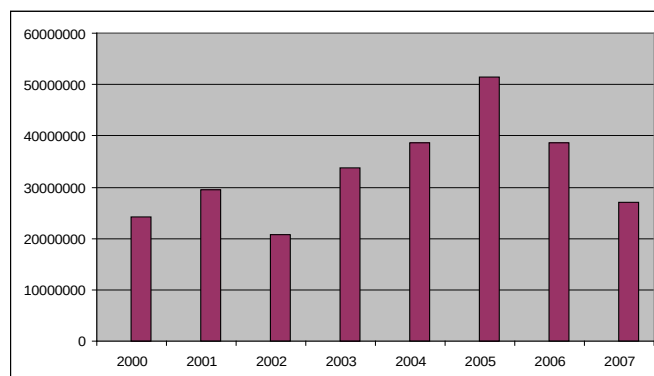
3.3 Évaluation des mesures de lutte contre la neige et le verglas

Frais d'exploitation sur les autoroutes nationales

Les coûts du service hivernal peuvent varier entre 15% et 25 % du coût total des frais d'exploitation annuels. Le graphique ci-après montre le coût du service hivernal exprimé en milliers de Franc Suisse (CHF) par kmv.

(kmv : kilomètres virtuels, où les surfaces de circulation supplémentaires telles que aires de service, rampes, voie de ralentissement, etc. sont calculées en kilomètres supplémentaires)

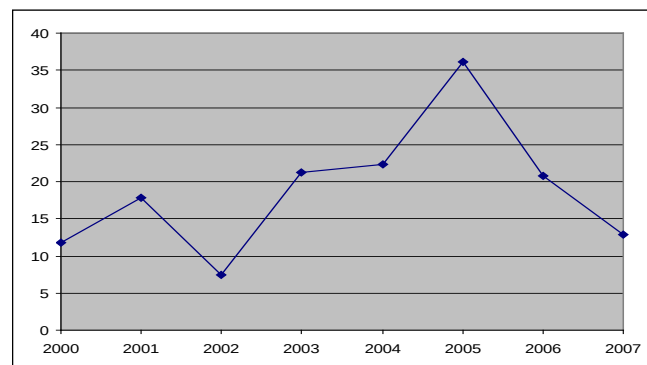
Coûts annuels du service hivernal.



Consommation de sel sur les autoroutes nationales

La consommation de sel est directement liée à la rigueur de l'hiver. Plusieurs mesures ont été introduites ces dernières années pour réduire le recours à des systèmes de déverglçage. La consommation annuelle est présentée en tonnes/km.

Historique – Consommation annuelle (t/km)



Mesures d'efficacité internes

Tous les centres de maintenance des routes nationales et certains de ceux destinés aux routes communales disposent d'un système de comptabilité analytique. C'est pourquoi le coût total du service hivernal, ainsi que les facteurs de coût

personnel, véhicules/engins, matériel, etc., sont exactement connus. Sur base de cette comptabilité analytique, le rendement fait l'objet d'une évaluation tous les hivers.

Un projet d'échange de connaissance couvrant toutes les activités de maintenance est en cours. Ce projet a pour objectifs :

- d'accroître l'efficacité;
- d'institutionnaliser les programmes d'apprentissage;
- de réduire les coûts.

Externes

Fondamentalement, l'efficacité externe peut être jugée par le nombre de fermetures de routes et d'accidents de la route provoqués par des routes mal entretenues. Ces cas ne sont cependant que sommaires.

Une méthode plus détaillée, qui comparera les activités à des normes données, est en phase préparatoire. Elle sera fondée sur une assurance de qualité générale de la maintenance routière.

Mesures visant à réduire la consommation de sel

Outre les méthodes approuvées telles que la technique du sel humidifié, les prescriptions de dosage en fonction des conditions de la surface et la formation annuelle du personnel, l'efficacité de nouvelles procédures et de nouveaux dispositifs est systématiquement mise à l'essai.

Un test réalisé pendant deux hivers avec un système de dosage automatique du sel basé sur des thermomètres infrarouges « ThermoMat » a prouvé que la consommation de sel sur une autoroute pouvait être réduite de 20 à 30 % sans aucune diminution de la sécurité routière, ce qui profite à la fois à l'environnement et à l'économie dans la lutte contre le verglas.

3.4 Sécurité et information routières

Mesures de sécurité

Un grand projet national visant à réduire le nombre de victimes sur les routes, « Via Sicura », a défini un certain nombre de mesures indirectement liées au service hivernal.

Informations liées à la météorologie pour les usagers de la route

Ce type d'informations est principalement disponible par la radio. L'administration des routes ne fournit pas d'information sur un site Internet au sujet de la météorologie routière ou des conditions de surface des routes.

Toutefois, des signaux routiers fixes et variables renseignent sur les routes fermées et les déviations recommandées.

Échange international d'informations routières

L'échange international d'informations concerne les fermetures de routes et les situations de conduite difficile. Il est assuré par le siège de la police.

Gestion du trafic sur les routes nationales

Il existe un siège supra régional de gestion du trafic. La portée des activités de ces centres de guidage du trafic inclut la collecte de données sur le flux de trafic et la densité, le guidage actif du trafic, la coordination des travaux de maintenance routière et l'information sur le trafic, la météorologie et les conditions de circulation.

4. Recherches et études en cours

4.1 Nouvelles technologies

Critères pour l'implantation d'installations d'épandage automatiques

Cette étude fournira des critères d'évaluation de projet pour le recours à des installations d'épandage automatiques en fonction du microclimat, du trafic, de la sécurité et du rapport coût/bénéfice.

4.2 Nouvelles approches de gestion

Indice hivernal

L'indice hivernal est une formule empirique basée sur le coût du service hivernal et les données météorologiques. Il peut s'appliquer pour évaluer le coût opérationnel théorique découlant des données météorologiques de l'hiver écoulé et donne ainsi une indication de l'efficacité du service hivernal.

Efficacité du service routier hivernal

La recherche montrera le flux de trafic avant et après le service hivernal, et permettra ainsi des considérations coût/bénéfice portant sur l'opportunité et la rapidité des opérations de service hivernal, y compris la sécurité routière, l'économie et l'impact sur l'environnement.

Utilisation de la technologie de communication moderne dans la maintenance des routes afin d'optimiser la sécurité routière

Cette étude fournira les critères techniques et financiers permettant de mettre en œuvre une telle communication en fonction du positionnement par satellite, le transfert de données en ligne entre la base et les véhicules, le contrôle à distance du dosage du sel, etc.

4.3 Coopération internationale

Dans le domaine du service routier hivernal, la Suisse collabore avec les organisations suivantes:

- AIPCR Association mondiale de la route, Comité technique B5 « Viabilité hivernale »;
- COST Coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique, projet 353 « Stratégies de service hivernal pour une sécurité routière européenne accrue »;
- SIRWEC Commission météorologique routière internationale permanente, Comité exécutif;
- CEN Comité européen de normalisation, CT 337 « Service hivernal et maintenance des zones de service routier »;
- D-A-CH Séminaires annuels organisés par les sociétés de recherche sur les routes d'Allemagne, d'Autriche et de Suisse;
- F-CH Séminaires réguliers sur les questions techniques et d'organisation réalisés par les sociétés de recherche sur les routes de France et de Suisse.

Dans le passé, la Suisse a accueilli les conférences internationales suivantes portant sur les questions liées à l'hiver:

- AIPCR, VI^{ème} Congrès international sur les routes en hiver, Davos, 1982;
- SIRWEC 10^{ème} Conférence internationale sur la météorologie routière, Davos, 2000.

5. Références

Office fédéral des routes
www.astra.admin.ch

Autres références
www.swissroads.ch
www.vss.ch



Contacts



ALLEMAGNE

Dr.-Ing. Horst Hanke

German Road Administration
horsthanke@yahoo.de

ANDORRE

M. Jordi Garcia Llevet

Ministeri d'Economia i Territori
jordi_garcia@govern.ad

M. David Palmitjavila Duedra

Ministeri d'Economia i Territori
david_palmitjavila@govern.ad

M. Rafel Cervós Isern

Ministeri d'Economia i Territori
rafel_cervos@govern.ad

AUTRICHE

M. Manfred Skerlan

Municipal Department 48
Waste Management, City Cleaning
and Motor Pool
Ville de Vienne
manfred.skerlan@wien.gv.at

BELGIQUE

M. Xavier Cocu

Centre de recherches routières
x.cocu@brrc.be

M. Thierry Decoux

Direction générale des routes et bâtiments
Ministère de la Région wallonne
thierry.decoux@spw.wallonie.be

M. Marcel Hoefmans

Direction Gestion et entretien des voiries
Ministère de Région de Bruxelles-Capitale
mhoefmans@mrbc.irisnet.be

M. Tom Roelants

Administration des routes et de la circulation
Ministère de la Région flamande
tomjj.roelants@mow.vlaanderen.be

CANADA

M. Miguel Tremblay

Service météorologique du Canada
Environnement Canada
miguel.tremblay@ec.gc.ca

CANADA – QUEBEC

M. Michel Brown

Direction du soutien aux opérations
Ministère des Transports du Québec
michel.brown@mtq.gouv.qc.ca

M. Richard Charpentier

Directeur
Direction de la Chaudière-Appalaches
Ministère des Transports du Québec
richard.charpentier@mtq.gouv.qc.ca

DANEMARK

M. Michel M. Eram

Administration des routes danoises
me5@vd.dk

M. Freddy Knudsen

Administration des routes danoises
fek@vd.dk

Contacts



ESPAGNE

M. Saúl APARCIO HILL

ALVAC, S.A.

saparciohill@alvac.es

M. José Carlos Valdecantos Álvarez

ALVAC, S.A.

jcvaldecantos@alvac.es

M. Jorge Lucas Herranz

Ministerio de Fomento

jluucas@fomento.es

M. Luis Azcue Rodríguez

Ministerio de Fomento

lazcue@fomento.es

ESTONIE

M. Kuno Mannik

Directeur régional

Administration routière estonienne

kuno.mannik@mnt.ee

M. Rain Hallimae

Direction de l'entretien des routes

Département de l'Administration

routière estonienne

rain.hallimae@mnt.ee

M. Tonu Asandi

Spécialiste en chef de l'entretien des routes

Département de l'Administration

routière estonienne

tonu.asandi@mnt.ee

ETATS-UNIS

M. Paul Pisano

Team Leader, Road Weather and Workzones

USDOT- Federal Highway Administration

1200 New Jersey Ave. SE

Washington D.C. 20590. USA.

Phone: 1-202-366-1301

Paul.pisano@dot.gov

M. Gabriel Guevara

Transportation Specialist, Road Weather Management Program

USDOT- Federal Highway Administration

1200 New Jersey Ave. SE

Washington D.C. 20590. USA.

Phone: 1-202-366-0754

Gabriel.guevara@dot.gov

FINLANDE

M. Tuovi Paivio

tuovi.paivio@liikennevirasto.fi

FRANCE

M. Didier Giloppé

Cerema, Dter, Normandie Centre

didier.giloppe@cerema.fr

ISLANDE

M. Skuli Thordarson

Chercheur sénior

Vegagerdin

skuli.thordarson@vegagerdin.is

ITALIE

M. Roberto Giannetti

ANAS S.p.A.

r.giannetti@stradeanas.it

JAPON

M. Masaru Matsuzawa

Team leader of the Snow and Ice Research Team

Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public

Works Research Institute

masaru@ceri.go.jp

Contacts



LETTONIE

M. Boriss Jelisejevs
Head of TIC
SJSC "Latvian State Roads"
boriss.jelisejevs@lvceli.lv

LITUANIE

Mme Inesa Seskauskienė
Administration routière lituanienne
inesa.seskauskienė@lra.lt

MAROC

M. Abdelhamid Janati Idrissi
Direction de la Division de la maintenance
et de la viabilité hivernale
Direction des routes - Maroc
janati@mtpnet.gov.ma

NORVEGE

M. Dystein Larsen
Département de Technologie
Directorat des Routes
Administration norvégienne
des routes publiques
dystein.larsen@vegvesen.no

PAYS-BAS

M. Rinse Nieuwsma
Ministère des Transports
Centre du Transport et de la navigation
rinse.nieuwsma@rws.nl

M. Bert Verkaik
Ministère des Transports
Centre du Transport et de la navigation
bert.verkaik@rws.nl

REPUBLIQUE TCHEQUE

Mme Radomira Plisřkova
Département des routes
Ministère des Transports – République Tchèque
radomira.pliskova@mdcr.cz

ROYAUME-UNI

M. Martin Hobbs
Head of Asset Resilience
Highways Agency
martin.hobbs@highways.gsi.gov.uk

SLOVENIE

M. Svit Cerne
DDC Consulting & Engineering Ltd.
svit.cerne@ddc.si

SUEDE

M. Jan Olander
Administration suédoise des routes
Direction nationale
jan.olander@vv.se

SUISSE

Mme Anne Gillardin
Office fédéral des Routes
anne.gillardin@astra.admin.ch

SNOW AND ICE DATABOOK 2014



Technical Committee 2.4

Winter maintenance



Govern d'Andorra



Andorra
2014

AIPCR - PIARC





ISBN -
Deposito legal -
Andorra la Vella del 2104



Foreword

This latest edition of the Snow and Ice Database follows a well-established custom. The first edition, was delivered in Sapporo, Japan during the XIth International Winter Maintenance Congress of PIARC in 2002. It has now become a tradition, and every Congress sees the publication of a new version of this valuable document.

Valuable, indeed, for it gathers, in a homogeneous and coherent way, a description of winter maintenance practices in more than 20 countries around the world. As a sign of unity, the framework of the document is common to all countries while highlighting their different approaches offers a glimpse into climatic and operational realities.

This fourth edition, published in 2014, goes along with the XIVth International Winter Maintenance Congress, held in Andorra, and is enriched not only with an update by all the participating countries, reporting on the latest developments in this domain, but also with the experience from new countries, which complete this very wide collection of knowledge and know-how.

The Snow and Ice Database also takes stock of the latest research carried out in every country, aimed at presenting the concepts and technology of tomorrow's winter maintenance.

As for winter, it remains unpredictable: sometimes mild, sometimes very hard, sometimes short, sometimes much longer. Climate change without doubt, affects these variations; every year, it has surprises in store, and turns winter maintenance into an activity difficult to plan or to program. Even though there is demand for increased service there is the reality of an increasingly restrained budgetary framework. We have to do as well, if not better, while spending less. The experience of others is now even more essential.

This activity is fundamental to many countries: it's about contributing to users' safety throughout one's different travel modes, be they automotive, walk, bicycle or public transport, as well as to the economy, for many sectors use just-in-time production methods and heavily rely on the possibility of circulating on roads.

It is also about coping more and more with the environment, and more globally to implement approaches promoting sustainable development.

For the fulfilment of this new version, I would like to express my gratitude the Andorran Organizing Committee, and particularly to David Palmitjavila, member of Technical Committee 2.4 and representative of Andorra, Jordi Garcia, Person in charge for the Exploitation and Conservation of the Roads of the Andorran government and corresponding member of the CT 2.4 who coordinated this project, as well as Richard Nelson and José Carlos Valdecantos, respectively English and Spanish speaking secretaries of this very committee.

Beyond delivering knowledge and information, the intent of this document is to offer a moment of pleasant reading, complete with illustrations and pictures, allowing us to witness what winter on the road really is, and how we must cope with it.

For the whole committee

Didier Giloppé,

chairman of PIARC Technical Committee 2.4 **Winter Maintenance**



Index

 **ANDORRA**

 **AUSTRIA**

 **BELGIUM**

 **CANADA**

 **CANADA-QUEBEC**

 **CZECH REPUBLIC**

 **DENMARK**

 **ESTONIA**

 **FINLAND**

 **FRANCE**

 **GERMANY**

 **ICELAND**

 **ITALY**

 **JAPAN**

 **LATVIA**

 **LITHUANIA**

 **MOROCCO**

 **NEW ZEALAND**

 **NORWAY**

 **SLOVENIA**

 **SOUTH KOREA**

 **SPAIN**

 **SWEDEN**

 **SWITZERLAND**

 **THE NETHERLANDS**

 **UNITED KINGDOM**

 **UNITED STATES**



ANDORRA



1. Demographic and Roads

1.1. Information about the country

The Principality of Andorra is a microstate (468 km²) located between Spain and France, in the middle of the Pyrenees mountain range. The current population is over 85,000 inhabitants, with a density of 182 inhabitants/km², with the majority of the population concentrated on the valley floors. The key economic sectors are construction and its derivatives, the financial sector, and above all the restaurant industry and trade. Every year more than 11 million tourists visit the country (approximately 80% leave the same day and 20% stay at least one night in the country), attracted mostly by the retail offerings and mountain sports, particularly in winter (the Principality of Andorra has the highest concentration of ski resorts in the Pyrenees, 315 km of trails).



1- Official road map

Administratively, the country is divided into seven parishes: Canillo, Encamp, Ordino, La Massana, Andorra la Vella, Sant Julià de Lòria and Escaldes-Engordany. More than half of the country's population is concentrated in the two major agglomerations of Andorre la Vieille (the country's capital) and Escaldes-Engordany.

1.2 Road network and traffic

Connections to the outside are possible solely by road using either one of the two border-crossing roadways: towards Spain, across the border at the Runer River, at an altitude of approximately 800 meters and 140 km from the city of Lleida or 200 kilometers from Barcelona. The connection to France is more difficult, because the border is at Pas de la Casa, at an altitude of 2,000 meters, making circulation more difficult in the winter months. The closest French cities are Perpignan at 170 km and Toulouse at 190 km.



2- Access isochrones for the Principality

Slightly more than 40 km separate the Spanish border from the French border. This road goes through the capital, where the average traffic is around 100,000 vehicles per day. The other main road is that connecting Andorre la Vieille to the parish of Ordino. The rest of the road system is composed almost entirely of high mountain roads.

2. Climate

2.1. Overview of climatic areas

From a regional point of view, the Principality of Andorra can be said to fall within the sphere of the Mediterranean climate; however, a set of geographical factors influencing the climatic behavior in particular must be taken into account.

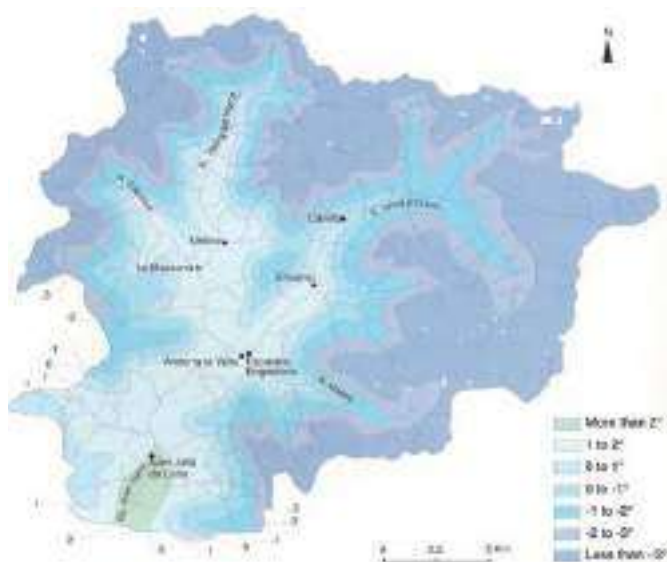
ANDORRA



First, the relief and significant altitudinal cline present in the Principality of Andorra. Most of the country is at 2,000 m, and accordingly falls within the realm of mountain climates where precipitations are higher than in the valleys, temperatures lower, the temperature range greater, and the wind more present. From 2,000 – 2,200 m, snow is likely to fall on a regular basis from December to April. The situation changes in the warmest part of the year, especially summer, when the convective activity generates intensive precipitation, often in the form of storms lasting a short time.

The other important geographical factor to be taken into account is Andorra's distance from the sea. Proximity to the Atlantic Ocean fosters the inflow of wet winds from the French side of the Pyrenees. This characteristic leads to major precipitation in the form of snow in the winter season, particularly on the mountains in the mid-north part of the country. Andorra is under the influence of temperate climates (depending on precipitations), particularly in winter. These northern advections arrive with more difficulty in the southern half, which is more under the influence of the inflow of masses of humid air from the Mediterranean, and at a higher continental degree.

Finally, it can be said that the climate in Andorra is defined by the following systems: Mountain – Mediterranean – Temperate.



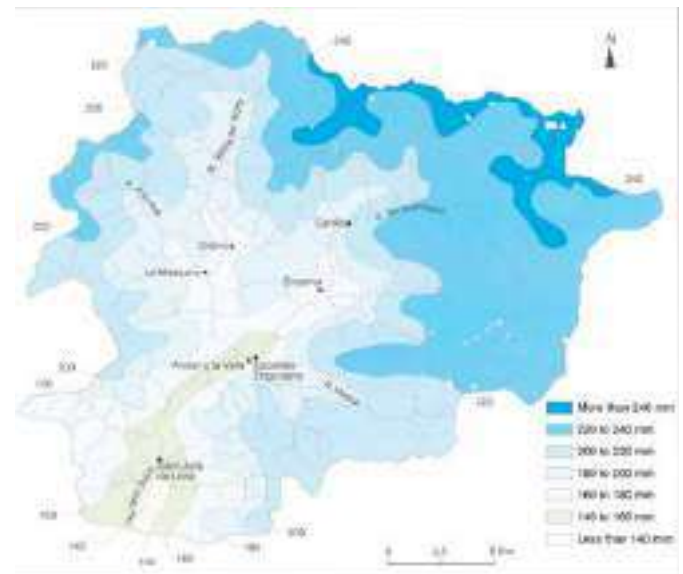
3- Average temperatures in the month of January in Andorra (Raso, 1999)

2.2. Noteworthy climatic data

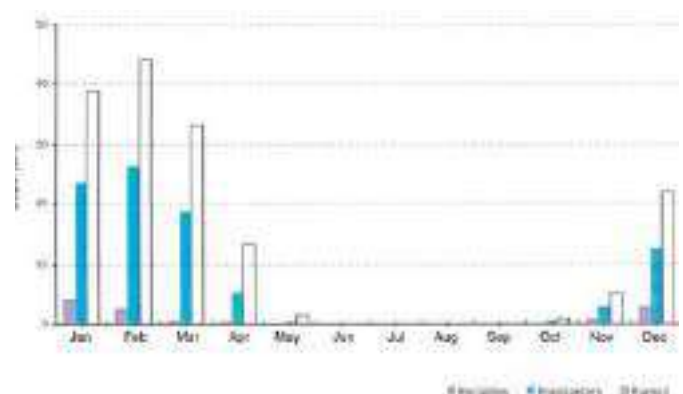
In maps 3 and 4, which show the average figures for precipitations and temperatures during the annual cold period in Andorra, we can see that the northern and eastern sectors of the Principality are the areas where the highest probability of snow on the ground is concentrated.

Graphic 5 provides information on the months when there is more snow on the ground: particularly January, February and March.

In conclusion, note that the maximum amounts of snowfall accumulated in 24 hours in the 1986-2003 period were 85 cm at 2,100 m (Pas de la Casa), 56 cm at 1,600 m (Ransol) and 40 cm at 1,100 m (Escaldes).



Average precipitations in the month of January in Andorra (Raso, 1999)



5-Monthly distribution of the average depth of snow in Escaldes (1,100 m), Engolasters (1,600 m / sunny) and Ransol (1,600 m / dark) (Raso, 1999)

2.3 Winter indices used in the country

The Government, directly through its crews, is responsible for road maintenance and uses indices that are not based solely on weather conditions to indicate the difficulties caused by winter. Snowfalls during the winter in question and the quantities of salt used are the benchmarks for assessing the season's harshness.



6-Graph of tonnes of salt per season

3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

Classification of roads.

Roads are classified into two types:

- General roads, property of the Government;
- Secondary roads, which belong to local corporations, communes.

Legal obligation

As owner, the central government is obligated to oversee the general roads, which ensure circulation at the national level. According to legislation on the delimitation of powers, the government is also responsible for maintaining secondary roads.

Levels of service

In the winter, the Ministry of Land Management, determines the level of service based on two criteria: the functional classification of the road and the daily average traffic intensity (DAI).

Level of service	Classification of roads
Level of service 1: Road always clear	General roads and secondary roads with a high DAI
Level of service 2: Road always clear during the day and partially clear at night	Secondary roads

removal with neighboring countries by assisting them in extreme situations. This was the case when Catalonia (Spain) saw major snowfalls in 1962 and 2001.



7-Col d'Envalira, 1960

In terms of winter maintenance, all road maintenance is managed by government crews. Communal crews are responsible only for roads within agglomerations. However, the effective collaboration between the seven communes and the central government in this area should be noted.

Sectoral organization of snow removal

The sectoral division is based on the "Y" shape of the road system, which follows the valley floors. Based on the physical and climatic characteristics, winter maintenance (WM) crews were divided into two sectors:

- The Vallée du Nord sector, with a network of 200 km of road;
- The Vallée d'Orient sector, which only has a network of 70 km, but which must make sure that the Col d'Envalira, at an altitude of 2,408 m, permanently remains open.

Staff labor program

The organization and work of the winter maintenance staff are planned according to the sector:

- In Vallée du Nord, all of the staff works on call. The labor force was increased a few years ago to achieve the levels of service required, because in the case of continuous snowfalls (more than 2 days), we had trouble providing sufficient crews, particularly at night. Remember that these crews are responsible for clearing the only road connecting to Spain;
- In Vallée d'Orient, a sector in which the connection to the French border must be ensured at an altitude of over 2,000 m, a different work method is employed. Near Col d'Envalira and the border, we have a work centre, strategically located, where snow removal staff are present from morning until evening every day of the week. At night, we have on-call staff that can be called depending on weather conditions.

Inspection and winter control

During the Winter Maintenance season, from November 1st to May 30, an inspection service covers all the roads. It focuses in particular on the most problematic areas. The mission of this service is to prevent the risk of morning frost on roads during the rush hour.

In the event of ice or snow, the inspectors notify the salt- ing or snow removal crews. Depending on the weather conditions, these teams monitor road conditions on an ongoing basis.

Snow removal equipment

The total number of snowplows in the Government's possession is 20 units. These are also equipped with salt and brine spreaders.



8- Snowplow

There are also salt/brine spreaders and snowblowers to clear those areas most affected by the snow.



9- Snowblower

Avalanche prevention

A technical assistance service with experts in avalanche prevention is on alert for the duration of the winter season. In the Principality, 12 sites where avalanches can reach roads are monitored.

This surveillance is ensured by a third-party company and comprises three types of actions:

1. Monitoring the snow cover and weather forecasts during snowfalls;



10- Protective barriers, screens, Nicolau Canal, El Serrat.

2. "Expert" estimates of a localized risk when the situation requires it;

3. Avalanche control using avalanche cannons, Catex and Gazex.



11- Gazex at Les Fonts, Arinsal.

3.3 Assessment of snow and ice control measures

Every year, all of the departments that take part in snow operations (government snow removal services, police department, traffic services and communal snow removal services) draw up an account of the season and work to make the necessary improvements in preparation for the next season. In our country's economy, there is a very strong link between winter maintenance, tourism and mobility, and the GDP. That is why it is important for all officers assigned to these strategic sectors to work together to provide the tools needed to make structural decisions.

3.4 Road safety and information

Information system

The Mobility Agency, the department that oversees the National Traffic Centre (CENATRA), and the snow removal crews of the Road Operation and Conservation Service (COEX) are committed to promoting and disseminating advertising campaigns to raise users' awareness of responsible driving and the use of road vehicles in the event of snow. These initiatives were carried out in the form of the "les couleurs de la neige" [the colors of snow] campaign.



12-Variable message sign

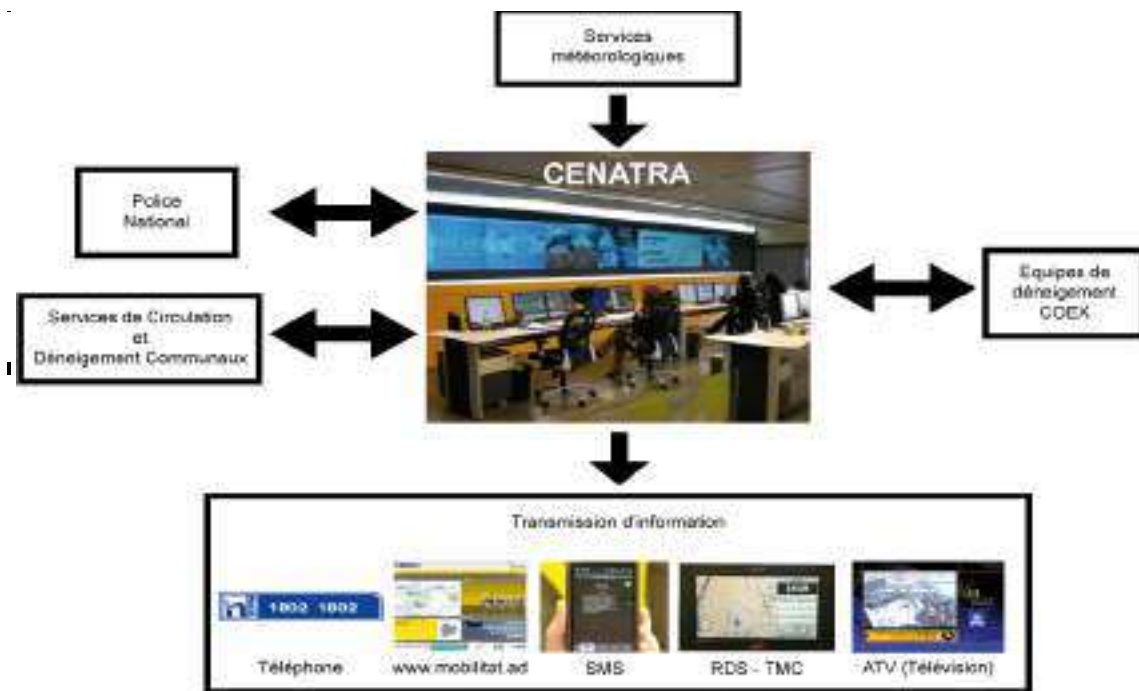
Information is crucial in winter maintenance management. A communication infrastructure, based in CENATRA, was established.

On the one hand, the road inspection and monitoring crews of the Road Conservation and Operation Service (COEX) notify the National Traffic Centre (CENATRA) of incidents, with constant feedback between the National Police and the communal traffic and snow removal services. On the other hand, using variable message signs and the media (text messaging, web services, RDS-TMC, radio bulletins, etc.), CENATRA provides information regarding road conditions.



13-Variable message sign

GREEN STARTING TO SNOW	YELLOW SNOW ON THE ROAD	RED ROAD COVERED WITH SNOW	BLACK ROAD IMPASSABLE
 • Traffic is undisturbed. • Take more care. • Do not exceed a speed of 80 km/h. Stay attentive to weather changes. Drive with care in wet areas and on clear nights because of the possibility of frost.	 • Use of chains or special tires at a maximum speed of 60 km/h. • It is recommended that trucks and articulated vehicles not be operated. Slow down, particularly in turns and on banked roads. Avoid all unexpected maneuvers and increase your safety headway. Do not continue travelling if the weather starts to deteriorate and you have no special equipment (chains, warm clothes, etc.).	 • Use of chains or special tires at a maximum speed of 30 km/h. • Use of chains mandatory on buses. • The use of freight transportation vehicles with an authorized average weight of over 3,500 kg is forbidden. Unless absolutely necessary, it is preferable to postpone the trip. Do not stop the car on a hill or in places where you would be hindering traffic. Do not pass stopped vehicles if you are not sure you will be able to keep going.	 • Risk of being immobilized on the road for a long time. In the event of immobilization, conserve fuel and abandon the vehicle only if you are certain of finding shelter. Do not leave the car in places where it might become an obstacle to snowplows.



4. Ongoing Research and Studies to Improve Winter Management

4.1 New technologies

Ongoing projects:

- On-board communications equipment (TETRA system) for real-time data on the exact position of all snow removal vehicles and to obtain data from sensors analyzing the working conditions for each vehicle;
- Automatic laser stations on salt-spreading vehicles with relative humidity, surface temperature and air temperature measurement to calculate the exact rate of salt and brine;
- Road frost sensors;
- Generalization of the use of brine.



14- Brine production station

5. References

Principality of Andorra website
www.govern.ad/

Agència de Mobilitat i Explotació de Carreteres
www.mobilitat.ad/

IEA Institut d'Estudis Andorrans
www.iea.ad/

CENMA
Centre d'estudis de la neu i la muntanya
d'Andorra
www.cenma.ad/

El Clima d'Andorra
1.M. Raso Nadal, 1999
Ministeri d'Educació, Joventut i Esports
(Government of Andorra)



AUSTRIA



1. Demographics and Roads

1.1. Information about the country



Figure 1 – Republic of Austria

Austria is situated in the southern part of middle Europe. The neighboring countries are in the north Germany and the Czech Republic, in the east Slovakia and Hungary, in the south Slovenia and Italy and in the west Switzerland and Liechtenstein.

The size of the country is 83,879 km², with a population of 8.46 million. The topography is dominated by the Eastern Alps and the Danube area.

Vienna, the capital of the Republic of Austria, is on the eastern part of the country. The city comprises 414 km², with a population of 1.73 million.

Austria is a highly developed industrialized country with a significant tertiary sector. Chemical and electrical industries, agriculture and tourism are the main parts of the local economy.

The land has an extensive road and railway system. The Vienna International Airport is a central junction for flights between the western and eastern part of Europe.

The country is a democratic federal state, which consists of nine regions including:

- Wien (1.73 million people),
- Niederösterreich (1.62 million people),
- Burgenland (0.29 million people),
- Oberösterreich (1.42 million people),
- Salzburg (0.53 million people),
- Steiermark (1.21 million people),
- Kärnten (0.56 million people),
- Tirol (0.71 million people) and
- Vorarlberg (0.37 million people).

Motorways and federal highways are privately owned by the enterprise ASFINAG. There is a duty for all vehicles. Car and motorcycle holders have to buy a vignette for using the motorways.

Buses and trucks must be equipped with a so-called "go-box". The road network system is administered (planning, structural preservation and winter maintenance) by the regions.

2.1. Road network and Traffic

Area	83,879 km ²	
Population	8.46 million	
Length of roads	Motorway	2,185 km
	Regional main roads	9,959 km
	secondary & country roads	23,680 km
	municipal roads	78,766 km
Latitude (capital)	48° 13' 11" N	
Longitude (capital)	16° 22' 12" O	

Table 1

The network of the public roads comprises approximately 114,590 km. There are 6.2 million vehicles with Austrian traffic certification. 4.5 million passenger cars driving an average 13,500 km per year.

2. Climate

2.1. Overview of climatic areas

Austria is a mostly Alpine country, situated in a transition zone between continental and maritime climate. The winter climate is marked by the changing influence between moist, moderate air masses steered towards Austria from the Atlantic Ocean, and cold dry air, related to strong areas of high pressure over Eastern Europe.

Concerning the occurrence of heavy snowfalls Austria can be divided into distinct zones:

- Northern Austria frequently receives great amounts of fresh snow, when moist air is steered with a northwesterly flow towards the Alps. Hitting with the northern rim of this mountain range, the air rises, thus cools and is unable to keep its moisture, which falls as snow to the ground;
- Heavy snowstorms hit Southern Austria in connection with Mediterranean lows centered over Northern Italy;
- In the lowlands of the Eastern and Northern Austria, heavy snowfall is unusually rare and occurs in connection with cold air from Northern Europe or, like in Southern Austria, related to lows over the Mediterranean Sea, if temperatures are low enough for snowfall;
- Freezing rain may affect Austrian roads a couple of times each winter. It sometimes occurs when warm fronts approach the country from Western Europe and the falling rain or drizzle freezes when hitting a thin layer of cold air close to the surface.

Fog or freezing fog may also be a problem for the traffic. This occurs in connection with marked temperature inversions, when cold air from Eastern Europe is topped at altitudes of 600 to 1,200 m by a much warmer layer of air.

Drifting snow can cause catastrophic conditions on the roads in the flat and thus wind-prone parts of Austria if temperatures are sufficiently low.

3. Winter Road Management

3.1. Standards and rules

The traffic regulations are the legal foundation for all winter maintenance activities. Road operators are responsible to maintain a proper road condition which includes winter maintenance. The winter maintenance procedures on roads are divided in rural roads (table 2) and urban roads (table 3) with 4 (rural) or 7 (urban) different categories.

In case of snowfall or slipperiness sidewalks must be maintained between 6:00 (6:00 am) and 22:00 (10:00 pm). Responsible are the owners of the neighboring properties.

3.2. Organization and operation of winter maintenance

Motorways and federal highways are administrated and operated by the ASFINAG (Autobahn und Straßen Finanzierungs AG). Roads of the countries or municipalities are administrated by the regions (Lands of the Federal Republic), the cities or municipalities. There is no winter maintenance head office in Austria which is giving instructions to the road authorities.

3.2.1 Road Master

Austria has 240 service centers led by so-called road masters. They are charged with the organization of a service station during the summer and wintertime. Some of their jobs are planning, executing and monitoring of activities concerning road administration. They have to check the weather reports and make decisions in case of prognosis, which have an effect concerning the road condition.

Road masters are also responsible for the duty organization of the own personnel and the resources of spreading material like grit or salt.

3.2.2 Employment of private companies

Private companies are also involved in winter maintenance activities. The employment with the road administration assumes participation during a tender procedure. The terms of a contract are depending on the requirements of the road administration.

AUSTRIA



Trucks need a mounting plate to fix the plow to the vehicle and the necessary connections for the hydraulics to lift up and turn the plow. Drivers are employed by the concerned company. The additional equipment, which is necessary to execute the work, like spreaders or plows, is offered by the road administration.

The contracts cover a period of 3 to 5 years. It depends on the requirements of the road administration.

The roads they have to plow/spread are noted on a map. There can be some additional information included (number of the

winter maintenance map, area, address/telephone number of stockpile, one-ways).

For the supply of spreading resources (vacuum or stone salt, calcium chloride, grit) a European-wide tender is issued. The tender will be carried out by a central unit of the road administration. The contracts are valid for one year. It is usual to include some clauses in the contract. For example, to get an additional delivery after winter maintenance action, there is a clause to deliver new material within 48 hours.

Weather situation, road condition	Category A	Category B	Category C	Category D
	Highways, Motorways and their junctions	Regional Roads with a daily traffic volume of more than 5,000	Regional Roads with a daily traffic volume between 1,000 and 5,000	Regional Roads with a daily traffic volume less than 1,000
1. Risk of hoarfrost or ice	An inspection trip per day	An inspection trip per day	An inspection trip per day	Inspection trip on demand
2. Light Snowfall, snow and ice, light snow drifts	Trafficability of all lanes, junctions and access roads to service stations. Treatment with de-icing agents - Complete clearance. Snowy road might occur	Trafficability; Treatment with de-icing agents favoured. Snow depth up to 10cm possible. Detractions between 22-6 cannot be excluded.	Trafficability; Treatment with de-icing agents or grit; Snow depth up to 10cm possible. Heavy detractions between 20-7 and on Weekend can't be excluded.	Trafficability; Treatment with grit or de-icing agents. Heavy detractions cannot be excluded.
3. Heavy Snowfall, snow drifts	Trafficability of at least one lane per direction, junctions and access roads to service stations between 0-24. Treatment with de-icing agents - Complete clearance favoured. Snowy road might occur. Trafficability of parking lots and hard shoulder not ensured. Trafficability if necessary with snow chains.	Trafficability of at least one lane per direction. Treatment with de-icing agents favoured. Heavy detractions due do snow depths of more than 10 cm possible; Trafficability if necessary with snow chains.	Trafficability of at least one lane per direction. Treatment with de-icing agents or grit. Heavy detractions due do snow depths of more than 10 cm possible; Trafficability if necessary with snow chains.	Trafficability of at least one lane if necessary with snow chains. Treatment with grit or de-icing agents. Snow clearance from snow depths of 10 cm (8 to 20 clock).
		In case of gritting - only after completion of snow removal		
4. Heavy snow drifts, avalanches, extreme ice (e.g. freezing rain)	Trafficability cannot be ensured. Temporary road closures might appear. Information of road users carried by media and police.			
Winter Maintenance service time	00 - 24 Treatment intervals as required	4 - 22 Treatment intervals as required	5 - 20 Treatment intervals as required	8 - 20 Treatment intervals as required
Time of circulation	max. 3 hours	max. 5 hours	max. 5 hours	----
Annotation	Time of circulation = Time between 2 Treatments, Trafficability = Use by vehicles with winter gear possible, Heavy Snowfall = More than 10 cm in 3 hours			

Table 2: Winter maintenance categories on rural roads

	P1	P2	P3
	Inner-city main roads, access roads, roads with bus lines / trams, roads to access public hospitals and fire stations	Roads with minor traffic importance, feeder roads in residential and commercial areas, mountain roads	Roads with minor traffic importance, rural character
Sort of treatment	Ploughing and spreading	Ploughing and spreading	Ploughing and spreading
Service time	4-22	5-22	6-22
Max. snow depth	10 cm	10 cm, more at night	10 cm, more at night
Treatment interval	max. 5 hours	max. 12 hours	max. 12 hours
Treatment with	De-icer favoured	De-icer favoured, if applicable abrasives	Abrasives, de-icer if necessary
Surface condition after treatment	Wet or dry road, slight detractions possible	Wet or dry road, sporadically ice on road possible	Snowy roads and detractions possible

	P4	P5	P6	P7
	Separated cycling lanes connecting neighbourhoods or with significance for commuter traffic	Separated cycling lane as a connection with a local access function or leisure travel	Designated sidewalks, pedestrian areas, school routes, paths in the area of hospitals, stops of public transport within the remit of the local authority	Parking spaces, parking areas, parkways, other trafficked areas
Sort of treatment	Ploughing and spreading	Ploughing and spreading	Ploughing and spreading	Ploughing after other Treatments
Service time	6-19	6-19	6-22	not specified
Max. snow depth	10 cm, more at night	Detractions possible	Detractions possible	Detractions possible
Treatment interval	max. 12 hours	as required	According §93 StVO or §1319a ABGB	none
Treatment with	De-icer favoured, if applicable abrasives	De-icing or abrasive	De-icing or abrasive	De-icing or abrasive
Surface condition after treatment	Dry road, sporadically ice or grit on road possible	Trafficability sporadically ice or grit on road possible	Dry road, sporadically ice or bumps on road possible	According to the possibilities. Restrictions due to snow deposition possible

Table 3: Winter maintenance categories on urban areas (Weather condition: Light Snowfalls)

3.2.3 Spreading techniques

There is a statutory duty that winter maintenance must be executed on all public roads in Austria. The kind of spreading material depends on the category of the road (see table 2). On category A roads, the spreading of salt is obligatory, the use of grit is not allowed. On categories B and C, there is a mix of salt spreading routes, routes with a mixture of salt/grit (for example ratio 1:10) or routes where the road administration is using grit only.

The application of prewetted salt (F 30 technology) is common practice (fig. 2). If trucks are not equipped with the necessary devices, it is possible to load a mixture dry salt (stone or vacuum salt) and grit.



Figure 2 – Trucks with plow and F 30 equipment for urban or highway use

Winter services in alpine regions often require the employment of snow cutter blowers. Due to the avalanche danger in many areas of the Alps, temporary roadblocks are made. The Prealps area 60 km west of Vienna (fig. 3) is concerned with violent snowfall very often. The use of snow cutter blowers is usual in winter service activities in the alpine region.



Figure 3 – Snow cutter blower in the area of Lilienfeld (Lower Austria)

Some high-altitude roads remain closed completely during the winter period. Snow clearing activities start in April. For the Großglockner Hochalpenstraße (fig. 4) 25 working days are necessary to remove 600,000 m³ to 800,000 m³ of snow. The snow walls have a height of up to 21 m.



Figure 4 – Snow removal at the Großglockner Hochalpenstraße

3.2.4 Environmental consequences of de-icing agents and grit

The use of de-icing agents can have negative repercussions on the environment. On many roads in Austria the use of chlorides are prohibited due to environmental reasons. Some kinds of trees (for example, chestnut or plane tree) are very sensitive to salt or calcium chloride. To reduce the harmful effects to a minimum, it is necessary to use de-icing agents, which are less harmful. In some areas of Vienna potassium carbonate is used instead of sodium chloride. This is necessary on roads where the spreading of grit is not sufficient to keep the roads safe.



Figure 5 – Truck with brine spraying device

There is also a dust when you are using grit during the winter maintenance. Normally the surface temperature has to reach +3 C or more to use sweeping machines. These machines spread water to prevent a kick up of a lot of dust before the sweep in the grit. The city of Vienna is also using sweeping machines (fig. 5) which also use sodium chloride brine instead of water. Sweeping of the road surface can be accomplished with temperatures below the freezing point during a dry weather period.

3.2.5 Road weather information system

The 9 Lands of the Federal Republic have special contracts with the weather service institutes. There are several weather forecasts for the whole country, but with consideration of the climate within a small area, a large number of special weather reports are required. Some of the most important weather institutes are:

- The Central Institute of Meteorology;
- Austro Control (flight weather);
- The military weather service;
- Meteomedia and so on.

The following weather values are common for road winter service:

- Air temperature [°C];
- Surface temperature [°C];
- Wind direction and strength (average and peak values);
- Weather condition and tendency;
- Weather effectiveness (e.g., weak, moderate, strong);
- Precipitation (e.g., drizzle, rain, snow rain, snow, ice);
- Type of precipitation (e.g., shower, freezing rain, from time to time);
- Intensity (e.g., easy, moderate, strong);
- Snowfall limit [m];

- Quantity of fresh snow [cm];
- Remarks of the meteorologist.

The responsible persons have to collect this information. With the help of these reports they can make their decisions.

The Austrian roads have over 370 ice forecasting systems installed mostly on highways. The measured values are transmitted by leased lines to the road administration. In exceptional cases selecting modems are used. Generally the stations are set up at the coldest points of the roads and bridges. The determination of the location of new stations takes place through thermal mapping and the experience of the road master or drivers of snowplows.

Some road administrations have a connection to the weather radar and EUMETSAT system. It is very important additional information allowing the road master to make decisions concerning the start, duration and end of a winter maintenance action.

3.2.6 Traffic safety and road information for drivers

The individual radio and television stations inform about the forecasted and current weather and the road conditions. Weather information is also available on the internet and for smartphones. Weather cameras are installed on certain points of the whole country. The weather situation can be observed both in the tourist region as well as in the urban areas. Since 2008 winter tires are compulsory on snowy or icy roads between November 1st and April 15th. Even though this regulation was made most handicaps are caused by insufficiently equipped vehicles.

Information concerning winter road conditions should be given as early as possible. Some road signs indicate a speed limit for the danger of smooth roadways. The police can prescribe the use of tire chains on certain roads.

3.2.7 Snow stockpiles for urban areas

Winter maintenance in urban areas has some special emphasis, which does not play a role on highways. Due to a lack of road space large quantities of snow must be removed rapidly. For this reason there are snow stockpiles (fig. 6) in larger cities. The snow can be poured into flowing water. That is problematic due to environmental protection reasons, because a lot of grit and other materials are mixed in the snow.

The storage of snow takes place on so-called snow dumping sites. At these places the snow thaws slowly off and the residual substances can be removed after the winter.



Figure 6 – Snow stockpile

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

The Austrian Research Council Road and Traffic is responsible for all activities concerning research of all kinds of road construction and maintenance.

Among other things there is a working group, which concerns itself with winter maintenance. Guidelines and instructions are compiled regarding the efficiency in winter maintenance.

The comparison of typical winter maintenance situations with practical application rates shows a high potential of savings by preventing unnecessary salting. This leads to the question of optimized application rates and winter maintenance strategies for all typical situations that can still be applied in winter maintenance practise. To answer these questions the federal states of Austria, the Austrian highway operating company (ASFINAG) and the federal ministry of Transport (BMVIT) funded a research project at the Vienna University of Technology. Based on extensive field and lab testing from 2010 to 2012 at the Institute of Transportation the complex mechanical and physical impact of all main factors and their influence on winter maintenance could be determined. Practical testing and persistent discussion with selected personnel completed

the verification and implementation of the findings in a comprehensive winter maintenance model. Further results include a compact practical winter maintenance guide and training courses for winter maintenance personnel.

In addition to treatment principles, winter maintenance strategies, application rates, and driving recommendations for typical winter scenarios have been developed. These scenarios consist of clearly distinguishable road conditions and weather development scenarios according to their importance for winter maintenance and road users. These scenarios are given in Table 4 with pictures of typical road conditions and an overview of winter maintenance strategies. The winter maintenance recommendations do not replace local expertise and responsibility of the winter maintenance staff and adaptation of application rates for special requirements (e.g. on bridges, drain asphalt, etc.). However, they encourage a harmonized appraisal of the situation in order to achieve better winter maintenance results.

Current research projects considering new salt application technologies, new de-icing agents and the evaluation of sensor based winter maintenance possibilities will be finished in summer 2013.

5. References

Magistrat der Stadt Wien, MA 48: Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

Asfinag Service Gesellschaft, www.asfinag.at

Anforderungsniveau für den Winterdienst
Der Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr

<http://www.grossglockner.at/de/grossglockner/>

Optimierung der Feuchtsalzstreuung
<http://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/verkehr/strasse/feuchtsalzstreuung.html>

Picture documentary	Road condition	Treatment recommendation
	Dry road: No sleekness expected Surface temperature: -30°C to +60°C High skid resistance, $\mu = 0,6 - 1,0$ Hoarfrost possible or expected (usually at 2 - 4 am)	Minimal salting only at hoarfrost: No treatment required Preventive treatment 5 – 10* g/m² with beginning hoarfrost
	Moist or wet road: Road surface temperature > 0° C Moderate skid resistance, $\mu = 0,4 - 0,7$ Road surface temperature ≤ 0° C Moist road Moderate skid resistance, $\mu = 0,2 - 0,6$ Road surface temperature ≤ 0° C Wet road Very low skid resistance, $\mu = 0,1 - 0,6$	Salting at temperatures below 0°C: No treatment required (Watch temperature!) Preventive treatment with 5 – 10* g/m² Before beginning freezing
	Snow next to wheel tracks: No snowfall Wheel tracks free of snow Moderate skid resistance, $\mu = 0,3 - 0,5$ Snowfall less than 0,5 cm/interval Low skid resistance, $\mu = 0,2 - 0,4$ Snowfall more than 0,5 cm/interval Snow in wheel tracks Low skid resistance, $\mu = 0,2 - 0,4$	Ploughing and salting: : Ploughing and salting with 10 – 20* g/m², to remove remaining snow Ploughing and salting with 10 – 20* g/m² Ploughing and salting 10 g/m² (release coating!) until end of snowfalls, then ploughing and salting with 10 – 20* g/m²
	Snow in wheel tracks: No snowfall Road covered with snow Low skid resistance, $\mu = 0,2 - 0,3$ Snowfall less than 0,5 cm/interval Low skid resistance, $\mu = 0,2 - 0,3$ Snowfall more than 0,5 cm/interval Very low skid resistance, $\mu = 0,1 - 0,3$	Ploughing and salting: Ploughing and salting with 20 – 30* g/m², to remove remaining snow Ploughing and salting with 10 – 20* g/m² Ploughing and salting 10 g/m² (release coating!) until end of snowfalls, then ploughing and salting with 20 – 30* g/m²
	Very low skid resistance No precipitation Road surface temperature ≤ 0° C. Very low skid resistance, $\mu = 0,05 - 0,2$ Black ice and further precipitation (Snow or rain) Very low skid resistance, $\mu = 0,05 - 0,2$	Salting as required: Preventive treatment if possible, Maximum treatment at critical/icy Spots, Further treatments as necessary Maximum treatment until ice is cleared Closure of road sections as necessary. Opening after closure only if skid resistance is sufficient

Table 4: Winter maintenance recommendations



BELGIUM



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country



Belgian road network (main roads)

Belgium is a country small in size (30,528 km²) but densely populated (10.67 million), situated at the heart of Europe. The country occupies a privileged position between the Netherlands, France, Germany and Great Britain, and borders on the North Sea, the busiest sea route on the globe. Brussels, the country's capital, is also the capital of the European Union and an international financial centre. The country's flourishing economy is largely built on the export trade (2/3 of the country's production is exported). Belgium's financial health depends to a large extent on its transportation infrastructure. The motorway and railway network is accordingly one of the densest in the world.

The country is a federal state with 3 regions: the Flemish region in the north (6.16 million people), the Brussels- Capital region in the centre (1.05 million), and the Walloon region in the south (3.46 million). These three regions are autonomous in several areas, including the construction, management and maintenance of the motorways and expressways on their territories. Flanders and the Brussels-Capital region are relatively

flat regions (0 to 100 m), whereas the Walloon region contains the Ardennes, a group of plateaus 400 to 690 m in altitude and dotted with numerous valleys.

1.2 Road network and traffic

The road network comprises 1,763 km of motorways, 12,613 km of regional (national) roads (both managed by the regional authorities) and 139,219 km of communal and provincial roads.

Area	30,528 km	
Population	10.67 million	
Length of road	Motorways	1,763 km
	Regional roads	12,613 km
	Provincial roads	1,349 km
	Local roads	137,870 km
Latitude (capital)	50°50'N	

2008 statistics on the country and roads (<http://www.belgium.be>; <http://statbel.fgov.be>)

Of the 6.48 million vehicles in Belgium, 5.13 million are passenger cars, each travelling an average distance of 15,636 km per year (2007). Traffic is also significant at night, particularly commercial traffic. Road transportation accounts for 73% of the total freight transportation. The average daily traffic (2007; 6 a.m.-10 p.m.) on Belgian motorways is around 51,000 vehicles (with maximums reaching close to 150,000 on certain segments near major cities) and about 10,000 vehicles on regional roads.

Traffic: 98.79 billion veh-km	
On motorways:	35.85 billion veh-km
On regional roads:	40.70 billion veh-km
On communal roads:	22.24 billion veh-km
By passenger cars:	77.02 billion veh-km
By trucks (and commercial vehicles) for freight transportation:	19.71 billion veh-km

2007 traffic statistics (<http://statbel.fgov.be>)

The economic importance of roads can therefore not be denied, even in winter. As a result, one of the tasks of the road authorities is to keep the road network serviceable at all times, among other things by setting up a special department for winter maintenance.

2. Climate

2.1 Overview of climatic areas

Due to the geographic location of the country, the climate is largely influenced by the proximity of the sea. Moving towards the interior, behind a coastal plain a few kilometers wide, the terrain rises gradually towards the south and southeast and is characterized by numerous valleys. This diversity leads to significantly different local microclimates that must be considered in the management of winter road maintenance.

2.2 Statistics on temperature, frost days and precipitations

Belgium has a temperate climate with relatively mild and rainy winters. In winter, the weather conditions can be very irregular at around 0 °C. Frequent and abundant precipitations in winter, mostly in the form of rain or winter showers, make the roads wet or damp. The number of days of snow varies considerably depending on where you are within the territory: from around 12 days/year on the coast to 60 days/year on the Ardennes plateaus [3]. The number of frost days in Brussels remains limited, at 52 days per year. It is the number of freeze-thaw cycles that most characterizes the winters in Belgium. In general, the closer you get to the Ardennes plateaus, the more the average temperature drops and the number of frost days increases, up to an average of 115 days per year. Locally the differences in climate conditions between road sections are significant enough to create different types of skidding conditions.

2.3 Winter indices used in the country

No winter indices as such are used in Belgium. "Consumption" indices taking the severity of winter into account are used.

- **Balanced scorecard:** The Flemish road authority calls on a number of resources (both human and financial) to achieve its strategic and operational objectives. One of these strategic objectives is to minimize the impact on the environment. It is accordingly important to analyze whether any of the measures (excessive interventions, dosing that is too high) taken for winter maintenance were greater than necessary. The ultimate goal is to use as little salt as possible and still achieve the operational objective (avoiding slippery roads). Consequently,

an M (= Z/R) index was developed, the latter representing the relation between the quantity of salt spread (Z) and a reference value R defined by the following formula:

$$R = \sum_{i=1}^9 O_i \times (7g/m^2 \times X1_i + 33g/m^2 \times X2_i) / 10^6$$

where:

O: is the area of road treated in each of the region's 9 climatic areas.

X1: is the number of nights during which the road surface temperature fell below 0 and where the dew point was greater than the road surface temperature.

X2: is the number of nights during which winter showers or snowfalls on an icy surface were recorded.

The Walloon road administration also develops quality standards and performance indicators associated with the harshness of winter (see § 4.2).

3. Winter Road Management (on regional roads and motorways)

3.1 Standards and regulations

Legal obligation to perform winter maintenance

The winter maintenance performed by the three regional administrations is a service provided to road users and to the country's economy. Winter service is performed between mid-October and mid-April.

Classification of roads - Levels of service - Route optimization

The level of service allocated to roads aims, insofar as the circumstances allow it, to ensure maintenance or to re-establish normal traffic conditions in all unexceptional winter situations, taking into account the road classification and the volume of traffic. For each level of service required, winter maintenance operations must be completed within 4 hours of the decision to act.

Theoretically, the serviceability of every road is maintained. In the event of extreme winter conditions, and when available resources become insufficient, priority is given to certain roads (motorways, major national roads, roads used by public transportation). The administration must take the actions (spreading, snow removal, signage, etc.) necessary to ensure that ice or snow does not unduly surprise the users.

Quality standards, performance indicators

Winter maintenance contracts are currently still aimed at securing means rather than achieving actual results or service levels.

Manpower regulations

The organization of local winter maintenance is set out in detail in an organizational plan (internal regulations) specific to each district. This document sets out how each task associated with winter maintenance is organized.

Work is scheduled according to Belgian legislation on work time adopted on 2000-12-14.[3] This legislation stipulates that work time may not exceed an average of 38 hours per week over a reference period of 4 months (without exception).

Regulations regarding the types and characteristics of materials and equipment

Most of the salt used on Belgian roads is sodium chloride (NaCl), either as rock salt, evaporated salt or brine. Supply contracts are established before the winter period (in Walloon: three-year contracts broken down in three annual phases, with a revision in the 2nd and 3rd years of the unit prices initially set); these contracts specify the characteristics that the salt must have (purity, anti-caking agents, grain size) as well as the anticipated quantities and packaging.

Suppliers are required to provide evidence of the existence of appropriate stock levels in Belgium. In particular, the Walloon region requires that salt stocks be transported via inland waterways and ports (to encourage intermodality). Supply contracts allow for three forms of NaCl (brine, evaporated salt and rock salt with a wide range of grain sizes) annually.

Generally speaking, detachable spreaders designed for medium and large road systems (capacity of around 5 m³) are used; they are wheel driven, driven by an auxiliary engine, by the truck's hydraulics or connected to one of the truck's axles.

Each regional administration has established its own technical requirements regarding spreaders (attachment, signage, drive system and feed system), but in general the spreaders must always be equipped for the spreading of wet salt (brine tanks, feed lines, etc.) as well as with a system to accurately adjust the spread width and rate. The tender specifications refer amongst other things to the CROW 131 publication.[2]

Most of the spreaders operated in Flanders have been equipped with a system that automatically collects and analyses spreading data since 1996.

The trucks used for winter maintenance by the Ministry of the Brussels-Capital Region are equipped with a real-time GPS tracking system. Such a system is also being deployed in Walloon (see § 4.1).

Flemish region		
	Motorways	Regional roads
Districts	93 km/district	275 km/district
Spreaders (» 5 m ³) & snowplows	8.1 km/spreader	24 km/spreader
Walloon region		
Districts	87 km/district	212 km/district
Spreaders (» 5 m ³) & snowplows	7.5 km/spreader	26.5 km/spreader
Brussels-Capital region		
Districts	11 km/district	320 km/district
Spreaders (» 5 m ³) & snowplows	3.7 km/spreader	20 km/spreader
Belgium (average)		
Districts	86 km/district	229 km/district
Spreaders (» 5 m ³) & snowplows	7.8 km/spreader	23.9 km/spreader
km of roads include both directions, on-ramps, off-ramps and interchanges		

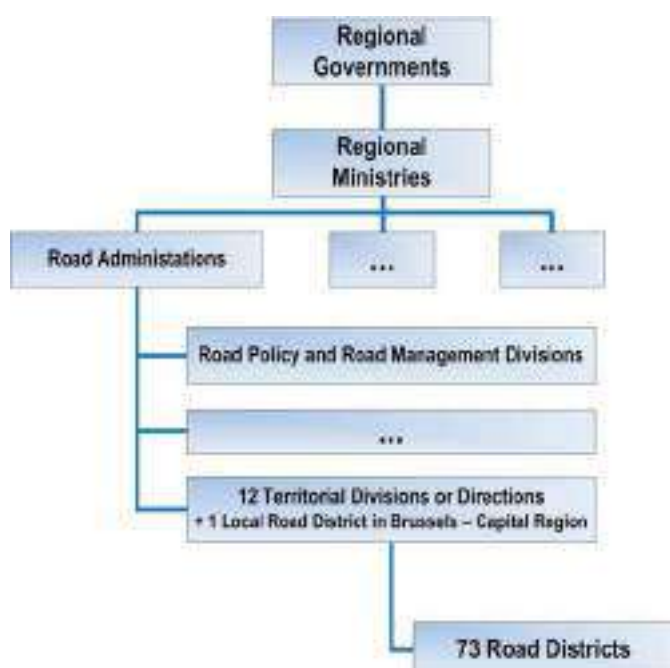
Road management: districts and equipment—in the event of maximum deployment (this is an average situation and is the result of dividing the number of km by the total number of districts, spreaders and snowplows)

Regional road administrations call on a number of private companies (truck and driver rental, as well as spreader rental in Walloon), whose equipment is tested and eventually calibrated before the start of the winter period. In general, the salting routes, the number of spreaders and their capacity is determined in order to complete each salting route within 4 hours of the decision to respond (response time after the call to start treatment is 1 hour; the treatment time itself is around 2-2.5 hours), considering an average salting rate between 15 and 30 g/m².

3.2 Organization and operation of winter maintenance

The organization of winter maintenance along Belgian roads is the responsibility of:

- The three regional authorities for the 14,376 km of regional roads through various central branches and 74 local districts; all winter maintenance operations are carried out or ordered by these local centers;



Decentralization of the road winter management

- The local authorities (589 communes and 10 provinces) when communal or provincial roads are concerned (these roads were not reviewed in this document).

District tasks

Winter maintenance by the districts comprises the following three main tasks:

- A steering role for the district manager, who is charged with controlling the smooth conduct of winter maintenance and provides the necessary guidance to make sure that instructions are well understood and applied;
- A coordination role for the “winter maintenance coordinator” who ensures the day-to-day running of operations. After taking cognizance of the road weather conditions (observed and forecast) and the results of road inspections, he makes the necessary decisions for interventions, calls up the necessary staff members and private contractors, and determines the type of treatment to be applied and the quantity of salt to be used. Finally, he is responsible for seeing to the encoding or recording of data associated with the delivery of services and management of ice melters (see also §4.2);
- An implementation role for private contractors (mainly); the logistical support of contractors consists in supplying trucks with drivers as well as, sometimes, spreaders for salt solutions (only in Walloon, since 2000) and snowplows.

These tasks are set out in various internal documents and updated every year (general organization plans, territorial plans, and district level plans).

Public/private partnership for the implementation of winter maintenance

The implementation of winter maintenance on most routes is entrusted to private contractors.

	Level of privatization	% of operations (most recent winters)
Flemish region	Driver & truck	100%
Brussels-Capital region	Driver & truck	97%
Walloon (240 private contracts)	Driver, truck & spreader	86% (2008-2009 winter)

Interventions carried out by private contractors

Contracts with private contractors are signed before the winter maintenance season; they are based on a standard contract. Depending on the competent authority concerned, various types of contracts describing the winter maintenance operations to be carried out on a well-defined itinerary are used in Belgium:

- Twice-renewable one-year contracts in the Brussels- Capital region;
- Contracts for three winter periods with a formula for the annual revision of unit prices in Walloon (these include rental of the spreader belonging to the private company);
- Three-year contracts (two years for bicycle paths) in Flanders. The spreaders and salt are supplied by the administration.

Salt contracts and directives

Every year, a central branch of each road administration awards contracts to various salt suppliers following an open tendering process, so that the winter stocks can be replenished. These contracts for salt supplies are concluded at the central level in order to derive maximum price benefit from large volumes. The central branch also monitors the implementation of the contracts. Furthermore, it draws up directives for salting under various road conditions (at low temperatures, on ice, on porous asphalt, etc.) and works with industry to further develop winter maintenance material, etc.

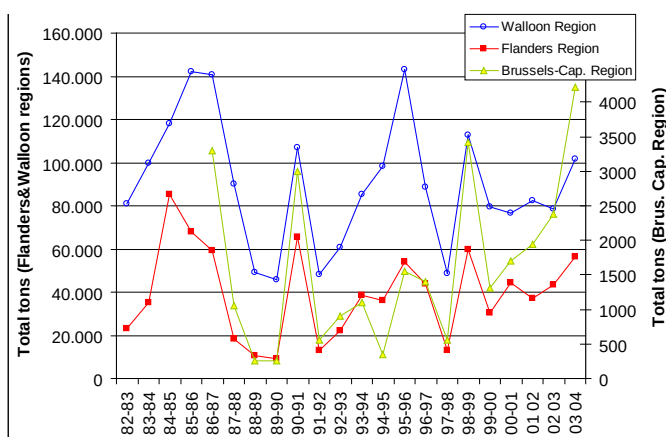
Cooperation with other road management organizations

Agreements are in place between the regional administrations as well as with local authorities to optimize salting routes along the network as well as to organize interventions on a few specific routes.

In addition, the Walloon region makes the information obtained from its road weather system available to Walloon communes to assist them in their decision-making. A replication of the portion of the application relating to meteorological data was developed in 2007 to this end.

Financing winter maintenance

Annual salt consumption is linked to the severity of winter. In the 1982-2009 period, the total annual consumption of road salt (NaCl and CaCl₂) along the roads that make up the regional networks was as follows:



Annual consumption of salt on Belgian regional roads

To date, the spreading of CaCl₂ along the regional networks represents less than 1% of the total salt consumption.

	Walloon region	Flemish region	Brussels-Cap region
Average for the 2003 to 2008 winters – in tonnes	80,931	44,586	3,154
km	7,192	7,650	
g/m /year	11.25	5.83	

Salt use in Belgium: 2003-2008 period

The average annual cost of winter maintenance in Belgium (most recent winters) is about 0.25 Euro/m² (ranging from 0.15 to 0.75 Euro/m² depending on the location of the road).

The total winter maintenance costs (average of most recent winters) can be divided as follows:

	Purchase of de-icing salts	Equipment and personnel	Involvement of private sector
Flemish region	26%	29%	45%
Walloon region	17%	26%	58%**

Breakdown of total winter maintenance costs: 2003 to 2008 period

Operational management of winter maintenance— snow and ice control measures

Interventions are organized as salting routes; the spreader is loaded so as to complete an entire circuit. Circuits are repeated as required. The spreaders are loaded directly from a vertical silo or from a horizontal silo using a loader.



Example of salt silos used in Belgium

There are three types of spreading, depending on the circumstances:

- Localized spreading: to avoid local frost or black ice, or to de-ice locally. The decision to respond and the rate of spreading depend on weather conditions (meteorological analysis of specific critical points in the affected district); the recommended rate varies from 7 to 10 g/m² (anti-icing) and from 20 to 30 g/m² (de-icing);
- Generalized anti-icing (pre-curative) spreading: to avoid general frost or black ice over the entire network, or to prevent precipitations from sticking to the road surface. The recommended rate (pre-wetted salt is very often used) falls between 7 and 15 g/m², depending on road weather conditions and forecasts. These interventions are carried out following a predefined morning and/or evening schedule;
- The generalized curative spreading of ice melters is carried out during or after the precipitations or winter event, and the spreading rates usually vary between 20 and 25 g/m² with a localized maximum of up to 40 g/m².

Coordinators are instructed to focus on spreading preventively (pre-curative) as often as possible. Pre-salting is done with pre-wetted salt (7 to 15 g/m² - i.e., 80% dry salt pre-wetted with 20% of concentrated brine with 22% of NaCl). Spread width and symmetry can be adjusted on all spreaders from the cab, according to road width and number of lanes

The Flemish road administration fosters the use of evaporated salt for anti-icing with pre-wetted salt and coarse salt for de-icing. Contracts also include the delivery of generalized

or localized snow removal services, combined with a spreading and executed serially (simultaneous snow removal in multiple lanes) as needed.

Wet salt technique

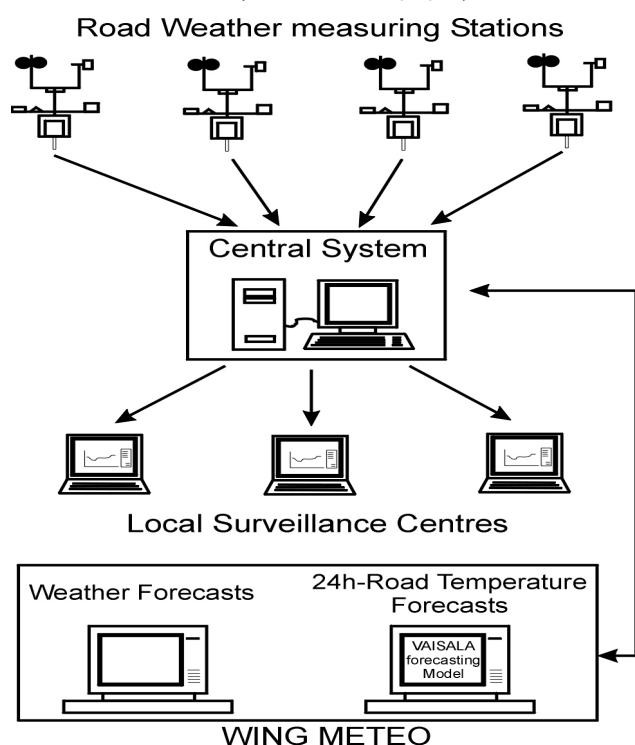
The Flemish road administration has adopted a policy for the complete renovation of its fleet of salt spreaders over a period of twenty years—starting in 1990—by buying only wet salt spreaders. The same progressive spreader renewal is going on in the Brussels-Capital region (in winter 2009-2010, 90% of spreaders will be equipped for spreading wet salt), and since 2000 the Walloon road administration started new contracts with private contractors for winter maintenance operations that also include the rental of wet salt spreaders.

Road weather information system and method

Observations from road network inspections, those made by Road Weather measuring Stations (RWS), the weather forecasts supplied by the Belgian Air Force's weather section (WING) and those regarding road temperature, as well as knowledge of the features of the local road network are the main elements allowing the coordinator to make appropriate decisions in relation to winter maintenance.

The Road Weather Information Systems as a decision support tool

Principle: The RWIS allows for the automatic collection of data related to road surface conditions, as well as local meteorological data, and aims to improve road safety by anticipating the weather conditions likely to result in slip-pery roads.



Schematic diagram of a road weather information system

Two road weather systems are in operation in Belgium (Flemish and Walloon regions); on the whole, they are composed of the following:

1. 99 Road Weather measuring Stations (RWS) located along the Flemish and Walloon road networks. Each region was divided into relatively homogenous climatic areas and the RWSs were installed in strategic locations for winter maintenance. There are two types of RWSs, which differ in terms of equipment:
 - Primary stations (34): Essentially installed along roads with intense traffic, they are equipped, on the one hand, with atmospheric sensors measuring temperature and air humidity, wind speed and direction, the type, intensity and total precipitate volume, global and atmospheric radiation, and, on the other hand, with road sensors that measure changes in the road temperature on the surface as well as at depths of 5, 10 and 20 cm;
 - Secondary stations (65): Similar but smaller, they do not measure wind characteristics or road temperatures at depths of 10 and 20 cm, nor do they collect any data regarding radiation.



Primary RWS (left) along a Flemish road and secondary RWS (right) along a Walloon road

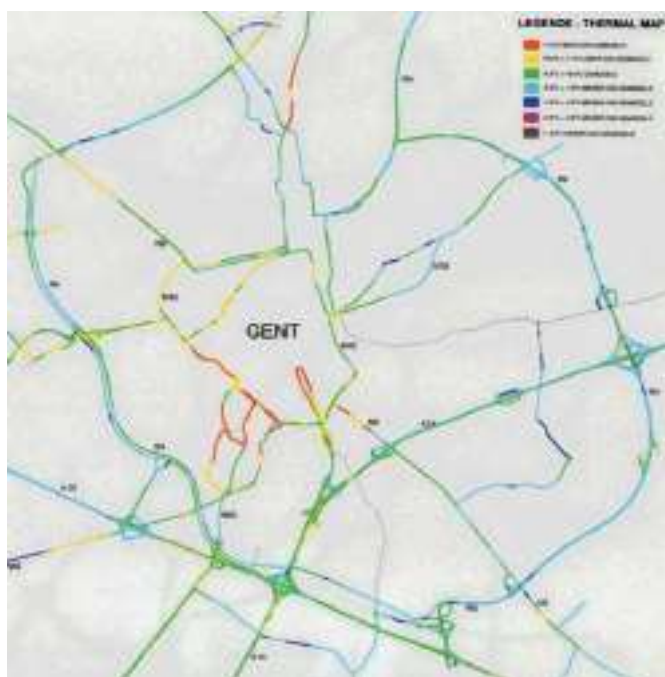
The central system downloads and archives data from each RWS every 6 or 10 minutes;

2. Observations are also transmitted to the WING (meteorological office), which provides weather and change forecasts regarding the road surface temperature. The former are provided at midday and cover a 24-hour period; these are adjusted if a deviation ($> 1^{\circ}\text{C}$) from subsequent observations of the road surface temperature occurs. All the data observed and forecasts are made available to the districts via the "central system" and can be viewed through various graphs, tables and maps.

These components are also supplemented by a thermal mapping system to provide a more comprehensive decision support tool to the local manager. The thermal mapping (the thermal impressions were initially made with infrared thermometry using a vehicle operated on the network) makes it possible, within a homogenous climatic area, to determine

simultaneously with local observations, under 3 standard sets of circumstances (overcast, clear sky or intermediate), the coldest and hottest areas of the road network.

In the Flemish region, these maps indicate for each weather condition the relative temperature (compared to an average temperature) of the road surface along the network, using a color-coded scale corresponding to increments of 1° Celsius. By combining these relative temperature maps with the forecasts made for each homogenous climatic area represented by an RWS, it's possible to establish a forecast (24 hours) thermal map of road surface temperatures.



Forecast thermal mapping for Flemish roads

In Walloon—where thermal impressions are partially updated every year—relative temperature maps are linked to the data observed by the RWSs to provide a real-time thermal map of the road network. These maps are also used by the traffic management centre to inform road users of the existence of colder areas.



Real-time thermal mapping of Walloon roads

In the case of the Walloon region, all of these functionalities are grouped together in an application called *Météoroutes*. A new version of this application was developed (since 2004) using web technology to improve the accessibility and presentation of the data. This evolution made it possible to integrate new sources of forecast data (such as radar images and infrared satellite images, which provide a good view of cloud cover movements) and also a portion related to interventions in the field (organization and execution). Road and motorway districts now have a single, centralized application making it possible to consult real-time meteorological data, short- and medium-term forecasts, and the management of field operations, all at the same time.

3.3 Evaluation of winter maintenance measures

Cost and benefits of winter maintenance activities—measurement of effectiveness

All data regarding winter maintenance activities (forecasts, decisions, actions carried out, human resources and equipment used, work done by private contractors and salt consumption) are recorded daily in the districts. This information is then

gathered by territorial or central divisions so as to present, every month for the entire winter period (October to April), all statistics regarding winter maintenance (road network to be maintained, means used, ice melter consumption, cost).

"Consumption" indices are currently used (see § 2.3 and 4.2).

Practices leading to additional cost reductions or to better environmental preservation—Methods to decrease the use of ice melters while maintaining service levels

The logging, analysis and reporting of data regarding the spreading of ice melters (quantities of salt, human and material resources used, costs, etc.) encourage all the players involved to contribute to saving money and the environment.

Yearly debriefings and additional training are also frequently organized between successive winter seasons.

Since 2000, with its new contracting system for winter maintenance with the private sector, the Walloon road administration has updated the fleet of spreaders operated on its roads. Today, the new (wet) spreaders owned by private companies are supposed to allow for more accurate salt spreading adapted to road conditions. However, before a multi-year contract is started, each machine must undergo a technical inspection to evaluate its technical characteristics and performance in terms of spread width and accuracy of dosing.



Overview of the initial technical inspection of spreaders (for wet (left) and dry (right) salt spreading) – Walloon region

Assessment of the maintenance—payment regulations

Interventions are mainly assessed as part of network inspections as well as in the analysis of the information collected by each district.

Maintenance work is paid on an hourly basis according to the number of work hours.

3.4 Road safety and information

Information for road users—Use of information technologies
The Belgian Air Force's weather section (WING) publishes bulletins on the Internet with weather forecasts relating to road conditions.



Example of a color-coded WING forecast available online (excerpted from <http://www.mil.be/meteo/>)

Regional road administrations also provide traffic information from their traffic management centers (three in Belgium). These centers control and manage traffic (sometimes including public transportation) around some cities and along regional road networks.

Within these centers, data is collected using the following means:

- Visual display of traffic: several hundred cameras placed in strategic locations along the network allow for traffic conditions to be monitored in real time;
- Counting devices: vehicle counting on motorways is usually done with the help of counting loops or specially designed cameras;
- User calls: roadside emergency telephones are placed at 2 km intervals along motorways. As well, call numbers are specifically devoted to calls from users wishing to report an event that may present a hazard or hinder traffic;
- Automatic Incident Detection;
- Information on road works;
- Weather information and winter maintenance: the Road Weather Information Systems of the Walloon and Flemish road administrations collect various types of data from the RWSs and, thanks to forecasts and thermal mapping, provide a valid decision-making tool for managers at the traffic management centre. Information about the spreading actions taken by districts is also sent back to the traffic management centre.

The traffic management centers circulate information to road users through various channels. As the information provided must be adapted to drivers' needs (real-time information, to prepare a journey, etc.) the following means are commonly used:

- Variable message signs (VMS): traffic signs are a useful means of communication between road managers and road users.



Variable message sign

- Radio and RDS-TMC system: radio broadcasters work closely with traffic management centers;
- Websites:
<http://www.bruxellesmobilité.be>
<http://www.verkeerscentrum.be/>
<http://routes.wallonie.be/trafiroutes>



traffic information in the flemish region (excerpted from <http://www.verkeerscentrum.be>)

---: congestion; ---: dense traffic; ---: normal traffic; ---: no data, road works

Locally, in particularly sensitive and dangerous areas, fog detection systems are used along the road, connected to variable message signs or light signals.

International exchange of road information

The automatic exchange of information between adjacent regions regarding traffic management is organized based on a standard European protocol (OTAP system).

4. Ongoing Research and Studies for the Improvement of Winter Management

As each regional administration develops its own winter management policy, the following chapters will present a (non-comprehensive) list of the most interesting studies and projects currently underway in the regions.

4.1 New technologies

The road administration in the Flemish region has already equipped one-third of its spreaders with an automatic control system programmed using geographical coordinates as well as a tool to guide drivers based on features specific to each route. Spreaders with GPS antennae were purchased making automatic spreading with this in mind. This is a further step towards monitoring the environmental and budgetary effects of spreading activities as well as towards increasing road safety.

Furthermore, the first steps have been taken to implement a coordinated winter management system; such a system should be linked to a database connected to geographical interfaces.

The Brussels-Capital region road administration has produced a thermal map of its entire road network and plans to install several Road Weather measuring Stations.

In Wallonia, another project is also in the initial stages, this one regarding the real-time positioning (GPS) of spreaders out in the field. In 2005, the Wallonia region began a review of a data exchange standard protocol and the design of a common GPS signal transmission box so as to be able to manage data from various models of spreaders, mostly privately owned and accordingly each one operating with its own control box. The deployment of such a system (on a total of 300 machines) will be completed in winter 2009-2010. A visualization and operating system, called IRIS, was developed at the same time. It is composed of a "Map" module (for real-time tracking and route management), a "History" module (route and data associated with the service delivery) and a "Statistics" analytical module.



IRIS – Real-time map module

A subsequent phase is planned to allow for the more automated management of data relating to both the services delivered by private operators and those regarding salt stocks.

4.2 New management approaches

The Flemish administration also plans to establish a new service level plan and include in the maintenance contracts it signs with private contractors an outcome obligation, the latter to be based on user satisfaction.

Since 2005, the Brussels-Capital region also manages the spreading of ice melters on 72 km of off-street bicycle paths. This activity has grown significantly as cyclists expect winter maintenance similar to that practiced on roads. The goal is to make bicycle paths usable within 24 hours of a winter shower. The width of the bicycle paths requires the use of special vehicles. Studies are also underway to provide for snow removal on walkways, diversion parking lots, etc.

The Walloon road administration wants to develop quality standards and performance indicators associated with the harshness of winter. To this end, it uses two major computer programs: Météoroutes and NEVE, as well as a winter harshness road index (WHRI).

Météoroutes is the name given to the Road Weather Information System (see § 3.2). The NEVE computer tool is made available to the winter service coordinator and allows the latter to manage all issues associated with winter service with four categories of information: repositories, services rendered by the private sector and by the road administration, de-icer management, and statistics.

It is crucial for a road manager to quickly analyze whether the means (human and material resources) developed for winter maintenance are adequate in view of the meteorological reality. To this end, a winter harshness road index is calculated via Météoroutes at the end of each month and for each of Walloon's 51 Road Weather measuring Stations (primary and secondary).

The following formula is applied to quantify the harshness of winter:

$$\text{WHRI} = 1.07 g + 2.1 n$$

where g is the number of days of frost on the road surface (= effective days with a road $t^\circ < 0^\circ\text{C}$) and n is the number of days of snow with a road $t^\circ < 0^\circ\text{C}$. The factor of 1.7 is supposed to take into account the inaccuracy of weather forecasts; the factor of 2.1 is based on the hypothesis that a snow removal operation costs on average twice as much as a simple spreading. This index is then used to link winter maintenance activities and their cost (NEVE report) to the harshness of winter (Météoroutes report), and then establish a cost-quality ratio.

5. References

[1]: SNEYERS R., VANDIEPENBEECK M. [1995]. Notice sur le climat de la Belgique. Publication scientifique et technique N°002. Institut Royal Météorologique de Belgique

[2]: C.R.O.W. [1998]. Standaardisatie strooimachines – De juiste apparatuur voor elke specifieke situatie. CROW publicatie 131.

[3]: Moniteur Belge [05.01.2001]. DECEMBER 14, 2000.- Loi fixant certains aspects de l'aménagement du temps de travail dans le secteur public.

Contacts for more information: x.cocu@brrc.be thierry.decoux@spw.wallonie.be planning.coordination@mow.vlaanderen.be meteo.routes@mrbc.irisnet.be



Brussels-Capital region – Snow removal on a bicycle path (January 7, 2009)



CANADA



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country

Canada is the second largest country in the world and is surrounded by the United States and the Arctic, Pacific and Atlantic Oceans. Ninety percent of the population is located within 160 km of the US. The capital of Canada, Ottawa, is located in southern Ontario. Canada relies heavily on its exports that are responsible for approximately 30% of GDP; therefore, its highway network is important to its viability as a country.

Canada's National Highway



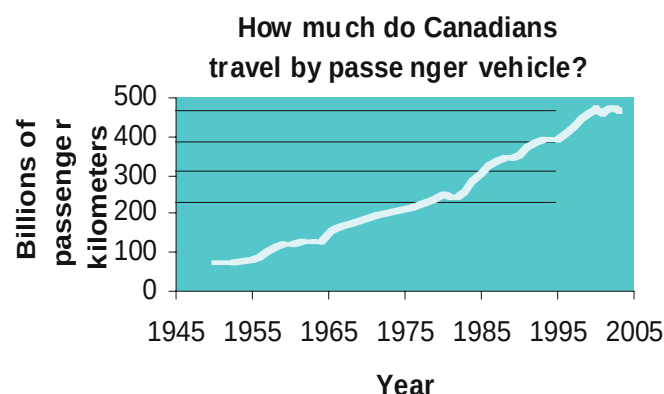
1.2 Road network and traffic

Area	9,093,507 km ²
Population	31,946,316
Population Density	3.51 persons/km ²
Length of Road (km)	Primary highways 102,700
	Secondary highways 114,600
	Local roads 1,191,600
	1,408,800
On Road Vehicles	Passenger cars/light trucks 18,329,066
	Buses 77,447
	Vehicles over 4500 kg 674,964
	19,081,478
Cars/trucks per 1000 persons	574
Latitude (capital)	45°25'N

Population & Density

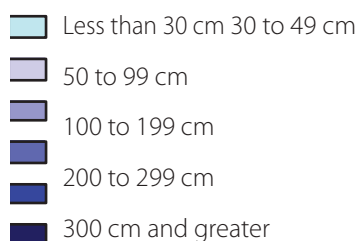
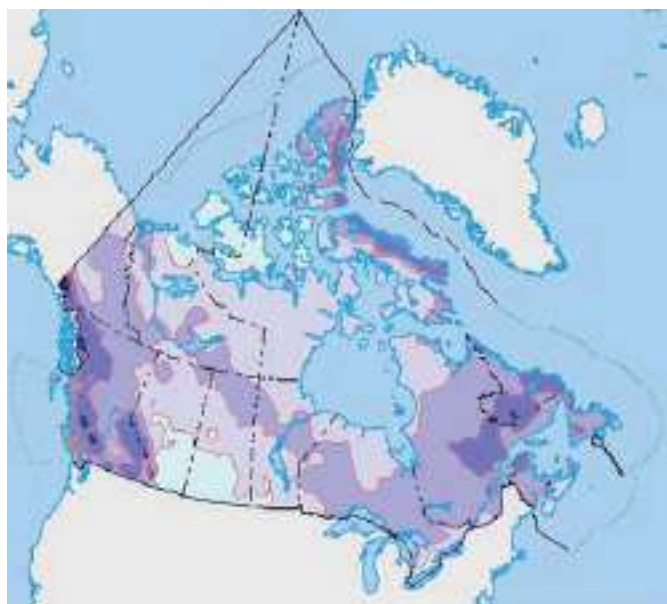
	Sq km 000s	Population 000s	Pop. Density
Canada 9	,094 3	1,946 3	.51
Newfoundland and Labrador	374	517	1.38
Prince Edward Is.	6	137	24.36
Nova Scotia	53	937	17.57
New Brunswick	71	751	10.52
Québec 1	,667	7,700 4	.62
Ontario	918	12,393	13.50
Manitoba	554 1	,170 2	.11
Saskatchewan	592	995 1	.68
Alberta	642 3	,202 4	.98
British Columbia 9	25 4	,196 4	.54
Yukon	474	31	0.07
Northwest Territories	1,183	43	0.04
Nunavut	1,936	30	0.02

The following graph represents the general increase in passenger-kilometers traveled in passenger vehicles from 1945 to 2003.



2. Climate

2.1 Overview of climatic areas



This map shows the average maximum snow depth in centimeters computed over 18 winter seasons (1979 to 1997). Over southern Canada this usually occurs in January or February, while the time of maximum accumulation occurs much later in mountain areas and in the Arctic. The main features of the map are the pronounced maximum in snow accumulation over the western Cordillera, where snow depths can exceed several meters, with a secondary maximum over Québec and Labrador. These maxima are related to their proximity to oceans, which act as sources of moisture and winter storms, and to the orographic effect of the mountains in the case of western Canada. The two maxima are linked by a band of higher snow accumulation that follows the boreal forest zone; this is a preferred track for winter storms. To the north of this zone is the relatively shallow snow cover of the Arctic (low snowfall with extensive wind packing). To the south, the depth of snow is limited by the shorter accumulation season and the substantial sublimation of snow over the Canadian Prairies.

2.2 Statistics on winter temperature and precipitation

Average Minimum Temperature (°C)

city	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Whitehorse	-13.0	-19.1	-22.0	-18.7	-12.3
Yellowknife	-17.7	-27.7	-30.9	-28.1	-23.3
Vancouver	3.1	0.8	0.5	1.5	3.1
Kelowna	-2.7	-6.4	-7.4	-5.5	-2.4
Edmonton	-8.2	-13.9	-16.0	-13.1	-7.3
Calgary	-8.9	-13.4	-15.1	-12.0	-7.8
Regina	-10.7	-18.5	-21.6	-17.1	-10.3
Winnipeg	-9.6	-19.1	-22.8	-18.7	-11.0
Toronto	-0.7	-6.7	-10.5	-9.7	-5.0
Ottawa	-2.8	-11.1	-15.3	-13.3	-7.1
Montréal	-2.2	-10.8	-14.9	-13.4	-6.9
Québec City	-4.3	-13.4	-17.6	-16.0	-9.4
Fredericton	-3.5	-11.4	-15.5	-14.1	-7.8
Charlottetown	-1.1	-8.1	-12.6	-12.4	-7.1
Halifax	-0.7	-7.1	-10.7	-10.2	-5.8
St. John's	-0.7	-5.5	-8.6	-9.3	-6.2
Goose Bay	-8.1	-18.3	-23.3	-21.9	-15.4
Iqaluit	-16.7	-26.9	-30.6	-32.2	-28.6

Canadian Climate Normals 1971-2000



Snowplowing in Canada's Maritime Provinces

City	Mean annual Snowfall (cm)	Mean Annual Days with Freezing Precipitation
Whitehorse	145.0	2
Yellowknife	151.8	11
Vancouver	48.2	1
Kelowna	101.8	2
Edmonton	123.5	8
Calgary	126.7	6
Regina	105.9	14
Winnipeg	110.6	13
Toronto	115.4	10
Ottawa	235.7	17
Montréal	214.2	13
Québec City	315.9	15
Fredericton	276.5	13
Charlottetown	311.9	17
Halifax	230.5	16
St. John's	322.3	38
Goose Bay	458.8	13
Iqaluit	235.8	6

Canadian Climate Normals 1971-2000

2.3 Winter indices

The Transportation Association of Canada (TAC) has recently commissioned a project to develop a Winter Severity Index for Canada, thus enabling jurisdictions to evaluate a particular winter compared to past winters. This tool could also be used to give road maintainers better information to support the need for financial adjustments in their winter road maintenance programs, and to correlate the winter severity with respect to the use of road salts.

3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

The majority of road maintenance jurisdictions in Canada divide their road inventory into three or more winter service level categories. Each service level targets a different performance standard based on traffic volumes and road configuration. End

result goals range from a snow-packed surface on minor roads through to a full bare width surface on high volume routes. Many jurisdictions now apply a maximum allowable time to target surface condition to their service goals.

Over the last decade official storm response policies have increasingly adopted anti-icing measures as a tool to reach target service levels using a minimum of deicing chemicals. The spread of Road Weather Information Systems (RWIS) coverage throughout the country has enabled a corresponding inclusion of liquid application techniques to anti-icing procedures.

Jurisdictions with high traffic volumes such as Ontario, have installed fixed anti-icing systems on some bridges and structures to defend against freeze-up.



Snowplowing in Canada © COREL Corporation 1994

Typical Canadian Level of Service Goals

	Expressways	Arterial Highways	Connector Roads	Local Roads
Maintenance Standard				
Surface Condition	Bare Pavement B	are Pavement B	are Centre Line	Snow packed with abrasive
Maximum Time to Level of Service	Within 4-12 hours after end of storm	Within 12 hours after end of storm	Within 12 hours after end of storm	Within 12-24 hours after end of storm
Snow Accumulation Trigger for Plowing	≥ 2 cm	≥ 2 cm 5	≥ cm 8	≥ cm
Material				
Salt	As Required	As Required	A s Required N	/A
Sand	Surface Temperature ≤ -10 °C	Surface Temperature ≤ -10 °C	Surface Temperature ≤ -10 °C	As Required

3.2 Organization and operation of winter maintenance



Typical Canadian RWIS installation

There are currently over 250 RWIS in operation in Canada. A coordinated effort between the provinces and territories, Transport Canada and Environment Canada will result in the installation of several hundred additional ESS over the next few years.

The federal government confirmed the following support for an integrated RWIS network for Canada:

- Environment Canada is to provide core data services such as real-time data quality control, building a national integrated RWIS database, and providing numerical weather forecasts and other outputs; and

- Transport Canada is offering up to 50% funding for the purchase and installation of a pro-rated number of RWIS sites installed along the National Highway System (NHS) of Canada.

Most provinces/territories are at some stage in the implementation of their portion of the national network. Some are now negotiating and signing agreements with both federal departments while others have been building for quite some time and still others are running trials or studies.

The provinces/territories have collaborated closely with Environment Canada, and benefited from the support of Transport Canada and Environment Canada on all aspects of the development of the national network: from the development (and acceptance) of common specifications for the RWIS equipment to common protocols for the exchange of data and metadata. Collaboration continues involving the university sector as well as non-government organizations (NGOs) like the Transportation Association of Canada (TAC) for the development of winter severity indices and standardized definitions for pavement surface conditions.

The provinces/territories hope to integrate more components of Intelligent Transportation Systems (ITS) into their winter maintenance with the goal of providing optimal road maintenance to the motoring public while reducing environmental impacts and costs. It is also expected that the national integrated data set will be a boon to the ITS industry in Canada and feed such initiatives as the national (North America-wide) dedicated road and weather information telephone line – 511.

With the implementation of a national RWIS network, Canada will be a world leader in large-scale, integrated road weather technology.

3.3 Assessment of snow and ice control measures

Provinces are moving to improve the management of road salt in their jurisdictions in conjunction with Environment Canada guidelines. Most Canadian transportation departments have turned to enhanced technology to assist in the effort. Material spreaders are almost universally being converted to computerized ground speed control to improve spreading accuracy and material usage recording. The use of automatic vehicle location (AVL) is increasing as agencies seek to pinpoint the location of chemical application and monitor plow routes. The installation of infrared sensors (IRS) on patrol vehicles to verify pavement temperatures and fine-tune chemical application rates is becoming commonplace.

Environmental Management of Road Salts: A Step Towards Sustainable Development

The arrival of cold weather and winter storms means that road authorities must take a variety of measures to maintain streets and roadways. Road salts are among the most commonly used solutions, as they are the primary de-icers used on roads. Indeed, nearly 5 million tonnes of road salts are used in Canada every winter.

In the context of sustainable development and given the need to ensure both the safety of Canadians on the roads and the protection of ecosystems, a better system for managing road salts had to be found. In Canada, the concept of sustainable development has been included in federal legislation, particularly in the Canadian Environmental Protection Act, 1999. The challenge is to promote a more effective use of road salts in order to reduce the amounts released into the environment, thereby reducing the contamination of ecosystems, crops and sources of drinking water.

Code of Practice

On April 3, 2004, Environment Canada published the Code of Practice for the Environmental Management of Road Salts. This Code, developed with the participation of municipalities and road authorities, recommends that stakeholders compare their current management of road salts with the practices recommended by transportation experts, particularly the Best Management Practices produced by the Transportation Association of Canada.

In addition to provinces and territories, the Code of Practice is intended for municipalities and other road authorities that use or are responsible for the use of more than 500 tonnes of road salts per year on public roads in Canada. It is also intended for municipalities and other entities that have vulnerable areas within their boundaries that could be affected by road salts (for example, wetlands along the roadside).

These areas are identified by municipalities and road authorities, possibly with the assistance of local and regional environmental organizations.

Typical examples of vulnerable areas include:

- wells of rural homes located close to highways or sites where salt is stored;
- provincial and national parks and wildlife preserves;
- areas close to waterways and wetlands;
- areas more susceptible to salt; and
- areas where certain farm products are grown; for example, orchards in the Niagara region in Southern Ontario.

However, other jurisdictions for which the Code is not intended are also encouraged to adopt best management practices that apply to their local conditions and to follow the Code.

The Code of Practice, developed in cooperation with municipal and provincial stakeholders, is a voluntary tool that allows the jurisdictions to implement solutions that are appropriate to their circumstances. The rates of compliance with the Code and implementation of the Best Management Practices over the next five years will determine whether stricter control measures will be necessary. Environment Canada has also created an environmental follow-up program to assess the progress made through the implementation of the Code.

The many advances in winter road maintenance implemented by road administrations, in some instances together with federal government support, across Canada in recent years bode well for a future with increased mobility and winter motoring safety in addition to enhanced environmental performance.



British Columbia anti-icing truck



CANADA-QUEBEC



1. Demographics and Roads

Located in the northeastern portion of North America, Québec opens onto the Atlantic Ocean and extends from the border with the United States to the Arctic.

Geologically speaking, Québec can be divided into three major regions: the Canadian Shield, essentially composed of granite and ancient gneiss; the Lower St. Lawrence clay plain; and the extension of the American Appalachian Range, mostly composed of sedimentary rock. Québec's geography is relatively flat, rarely exceeding 900 meters in altitude. The northern portion of Québec presents tundra vegetation, with soil resting on more or less continuous permafrost. Further south is a taiga zone (299,900 km²), followed by the boreal forest, home to highly diversified wildlife and vegetation (761,000 km²).

Québec's river system is extensive and covers a total of over 355,000 km². It can be divided into two distinct systems: one running east towards the Atlantic Ocean via the St. Lawrence River and its estuary, and one running west and north towards James Bay and the Hudson and Ungava bays.



The St. Lawrence River, which is 12,600 km long and has an annual flow of 12,600 m³/s (near the city of Québec), is the true point of entry to the North American continent. It is on the shores of this river that most Québécois have chosen to live.

Although Québec is a pluralistic society, where various cultures live in close contact, 80% of its population speaks French. The inhabited portion of Québec is less than 1,000 km from the major urban and industrial centers of the northeastern United States, constituting a pool of over 100 million inhabitants.



Figure 1 – Québec road network

Table 1 – Demographics and roads

Population of Québec	7,979,700 inhabitants (80% live in cities)
Population of the greater Montréal area	3,824,221 inhabitants ⁽¹⁾
Land area	1,667,441 km ²
Latitude	45° to 60° Montréal: 45° 28' (80% of the population lives under latitude 47°)

(1) Includes Ville de Montréal and 90 surrounding municipalities.

In Québec, jurisdiction over transportation matters is shared by the federal and provincial governments. Accordingly, the road network is under Québec's responsibility, while the marine, air and rail sectors fall mainly under the jurisdiction of the federal government.

The towns and municipalities of Québec (1,288 in all) are responsible for maintaining public highways that are used for vehicles and pedestrian traffic, for example, streets, avenues and boulevards for each municipality.

Table 1A – Québec towns of 100,000 inhabitants and over (2011)

Montréal	1.7 M inhab.
Québec	0.71 M inhab.
Laval	0.404 M inhab.
Gatineau	0.262 M inhab.
Longueuil	0.237 M inhab.
Sherbrooke	0.158 M inhab.
Saguenay	0.144 M inhab.
Lévis	0.138 M inhab.
Trois-Rivières	0.130 M inhab.
Terrebonne	0.107 M inhab.

The ministère des Transports du Québec has established a road classification system, which serves as the basis for the day-to-day management of the network under its responsibility. This system makes it possible to categorize and group together roads based on their function and importance. This functional classification of the network is in accordance with those in effect in other Canadian provinces and in the United States.



The roads thus classified are used to link together the main concentrations of population, equipment and lands of national and regional importance (Table 2).

Except for the local network, for which Québec's municipalities are responsible (106,800 km), these roads (Table 3) all fall within the MTQ's jurisdiction.

Table 2 – ministère des Transports du Québec's functional classification

Classification	Characteristic
Motorway network	All motorway infrastructures.
National network	Interregional roads and those connecting major agglomerations. (> 25,000 inhabitants)
Regional network	Link between secondary agglomerations (5,000 to 25,000 inhabitants) and major agglomerations.
Collector network	Connects small agglomerations (< 5,000 inhabitants) to larger agglomerations.
Local network	Makes it possible to connect small agglomerations to one another and access private property.
Network for accessing resources	Leads to logging and mining areas, hydroelectricity workings and Crown recreational and conservation areas.

Table 3 – Network maintained by the ministère des Transports du Québec

Network	Length ⁽¹⁾	Mean AADT ⁽²⁾
Motorway	(5,849 km)	34,800 ⁽³⁾
National	(9,020 km)	4,200
Regional	(5,515 km)	3,100
Collector	(7,836 km)	1,530
Access to resources	(2,284 km)	240
Total	(30,552 km)	

(1) Length: Weighted kilometer (two lanes)

(2) AADT: Average annual daily traffic. These volumes do not take local urban traffic into account.

2. Climate

From the 45th parallel on the south and up to the far north, Québec covers 15 degrees of latitude. Its cold and humid climate is largely due to its northern and maritime location. There are four types of climate, with wide temperature and precipitation variations, inside Québec's 1,667,441 km² territory.

The arctic climate in the far north is marked by a harsh, very cold and dry winter and a short thaw season. In Kuujuaq, for example, the duration of the frost-free period is only 115 days. Recorded precipitation is low and does not exceed 530 mm per year. This is the lowest in Québec.

The subarctic climate, between the 50th and 58th parallels, typically consists of long and very cold winters and short, cool summers. Precipitation is scarce. The average annual temperature in Chapais and Sept-Îles is close to the freezing point.

The continental climate can be found in the most populous regions of Québec, below the 50th parallel north. This climate is characterized by hot, slightly humid summers and cold, rather long winters. The thermal amplitude of this climate is approximately 30°C, and precipitation is important throughout the year, usually exceeding 900 mm per year.

East maritime climate is found at the Îles-de-la-Madeleine. This climate consists of long but fairly mild winters and short, warm and rainy summers.

Other climate characteristics

- The ground freezes for at least four months to a depth varying from 1.2 m to 3 m. In some areas, the frost period can even last from September to May;
- Winter is the longest season. It affects all of Québec's territory. Depending on the region, it can last on average 18 to 25 weeks, and the number of days of snowfall varies from 70 to over 120;
- Québec receives on average 280 cm of snow every year. In some mountain areas, accumulation can even reach up to 6 m.

Table 4 - Temperature and precipitations

	Montréal (alt. 36 m)	Québec (alt. 64 m)	Sept-Îles (alt. 55 m)	Gaspé (alt. 34 m)
Ave. annual T° (°C)	6.1	4.0	0.8	2.9
Ave. T° in January (°C)	-10.4	-12.8	-15.3	-11.9
Ave. T° in July (°C)	20.9	19.2	15.3	16.6
Days without frost (T° > 0°C)	210	189	163	162
Annual rainfall (mm)	760	924	757	752
Annual snowfall (cm)	214	316	412	380
Days with snow (s)	80.6	107	119	106



3. Winter Road Management

3.1. Legislative and normative frameworks

The Act concerning Roads provides the framework that guides the ministère des Transports in carrying out its mission. This framework addresses the sharing of the road network's management with the municipalities. In particular, it establishes the MTQ's jurisdiction over roads decreed by the gouvernement du Québec and defines the powers and obligations associated with the management of these roads. The MTQ's responsibilities in terms of winter maintenance are defined in Section 14 of the Act.

Service levels

During snow removal operations in Québec's larger cities, priority is given to the larger highways (boulevards and main arteries) so that people can move around safely and public transit services can be maintained. After that, priority for snow removal operations is given to collector roads, which connect residential streets with the main arteries, and to streets near schools, daycare centres, hospitals and public services. Snow removal operations are later carried out in residential and local streets. As a general rule, snow removal operations usually start when snow accumulated on the ground exceeds a predetermined threshold.

In winter period, the ministère des Transports du Québec determines the service levels for the road network under its responsibility based on two main criteria: the functional classification of the network and the average winter daily traffic (AWDT) recorded.

Table 5 – Determination of service levels

Functional classification	AWDT	Service level
Motorway	-	Clear road ⁽¹⁾
National road	> 2,500	Clear road ⁽¹⁾
	£ 2,500	Partly clear road ⁽²⁾
Regional road	> 2,500	Clear road ⁽¹⁾
	£ 2,500	Partly clear road ⁽²⁾
Collector road and access to resources	> 2,500	Clear road ⁽¹⁾
	from 500 to 2,500	Partly clear road ⁽²⁾
	< 500	Road with a hard snow base ⁽³⁾

- (1) Roadway whose traffic lanes, including shoulders, are free of snow and ice over the entire width.
- (2) Roadway whose traffic lanes are free of snow and ice over a width of 3 m in the straight sections and over a width of 5 m in critical areas.
- (3) Roadway whose traffic lanes and shoulders are on a hard snow base at most 3 cm thick.

Quality standards and performance indicators

In the past few years, the ministère des Transports du Québec has implemented various measures to improve its winter maintenance performance. Accordingly, in response to the issues dictated by the Public Administration Act in May 2000, the Ministère uses a performance indicator for winter road maintenance (see section 3.3 below). It is also developing a winter severity index that will help objectively compare the severity of winters and the impact on winter maintenance efforts.

Materials

The extent of the road network and the need to ensure a safe and effective supply to the many service points found there prompted the MTQ to establish a contractual agreement through which it entrusts a single service provider with the supply of a major portion of the sodium chloride (rock salt) it uses to maintain the network. This agreement namely sets the technical characteristics that this product must meet to comply with MTQ requirements. These characteristics are drawn, among other things, from the standards in effect in North America.

Table 6 – Requirements for de-icing salt

Grading screen	Minimum (passing %)	Maximum (passing %)
12.5 mm	—	—
10 mm	95	100
5 mm	20	90
2.5 mm	10	60
630 µm		11

Table 7 – Grading range specifications for abrasives

Grading screen	AB-5 (passing %)	AB-10 (passing %)
10 mm	-	100
8 mm	100	-
5 mm	85-99	95-100
2.5 mm	1-15	-
1.25 mm	0-5	0-70
630 µm		0-50
315 µm		0-35
160 µm		0-15
80 µm		0-5

AB-5: Type well suited to abrasives composed of crushed stone and the grading range.

AB-10: Abrasives composed of sifted sand, crushed stone or crushed or uncrushed gravel.

In terms of regulations, the Government of Canada published on April 3, 2004, under the Canadian Environmental Protection Act, a code of practice inviting road administrations to implement measures to reduce the environmental damage caused by road salt. Québec has its own environmental protection legislation containing in particular regulations governing the elimination of waste snow.

Furthermore, when it adopted its Sustainable Development Act in April 2006, the gouvernement du Québec instituted, within public administrations, a management framework to ensure that powers and responsibilities would be exercised in the pursuit of sustainable development. That is the backdrop against which the ministère des Transports du Québec drew up the Stratégie Québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie (Québec strategy for the environmental management of road salts), urging the various network managers (cities, municipalities and the MTQ) to draw up plans

for the environmental management of road salts. The Ministère has already had such a plan since 2008, specifying the overall objectives and the actions to be taken with regard to the environmental management of road salts.

Equipment

In Québec, the Highway Safety Code (HSC) governs the use of vehicles on public roads and in particular sets the framework for the use of chains and studs on tires on the road network. Their use is authorized from October 15 to May 1st and is limited to certain vehicle categories. In 2008, a regulation on the use of tires designed specifically for winter driving took effect in Québec. This affects all registered passenger vehicles in Québec, including taxis, from December 15 to March 15 inclusively. As of December 15, 2014, winter tires will have to include a pictogram showing a mountain with a superimposed snowflake, or be equipped with studs in accordance with the Regulation respecting the use of non-skid devices.

Table 8 – Studs, chains and winter tires – Authorized vehicles

Device	Authorization
Studs	Commercial and passenger ⁽¹⁾ vehicles with a gross vehicle weight not exceeding 3,000 kg
Chains	Emergency and snow removal vehicles
Winter tires	Passenger vehicles ⁽¹⁾ and taxis registered in Québec, including rental passenger vehicles

(1) Transportation capacity of not more than 9 people.

Equipment assigned to network maintenance

As all motor vehicles in Québec, the equipment assigned to winter road maintenance and its use is subject to the HSC and to various other laws and regulations:

- The Act respecting owners, operators and drivers of heavy vehicles establishes the framework for road transportation by introducing an administrative system for the registration of owners and operators of heavy vehicles, assigning safety ratings as well as imposing penalties in the event of offences;
- The Regulation respecting the hours of driving and rest of heavy vehicle drivers forces the operators of heavy vehicles to submit to a monitoring of the hours of driving and work performed. Accordingly, to ensure public safety and make it possible to clear roads of snow accumulations and spread deicers or abrasives, the driver of a snow removal truck may drive up to a maximum of 15 hours per work shift. However, he or she must comply with certain rules, including the following:

Table 9 – Snow removal - Hours of driving and rest

Obligations	Rules
Stop driving if the number of consecutive hours worked is:	> 16 hours
Number of consecutive hours of rest before starting a new work shift	≥ 8 hours
Number of hours of turn around time during a 3-day period during which 3 work shifts are worked	≥ 30 hours
Number of hours of driving over the 3 work shifts	≤ 39 hours

Hours of driving: Hours during which the driver is in control of a heavy vehicle with the engine on.

Hours of work: Period of time that includes the hours devoted to driving and various duties.

As well, the owners or operators of heavy vehicles must perform a visual and auditory inspection of certain components of their vehicle to prevent accidents that could be caused by the vehicle's poor condition;

- The Regulation Respecting Vehicle Load and Size Limits applies to road vehicles and combinations of road vehicles primarily to ensure the safety of the road's users and protect road infrastructures (bridges and roads). This regulation sets various standards limiting, among other things, the size and load of road vehicles operated on public roadways. In addition, in the spring, to take into account the reduced load-bearing capacity of the road network during the thaw period, it imposes load restrictions in accordance with three defined areas. Depending on changing weather conditions, the start and end of the load restriction period may be moved up or pushed back.



Figure 2 - Load restriction areas

3.2. Organization and operation of winter maintenance

The ministère des Transports' organizational structure is largely decentralized. It consists of an Operational Management Directorate to which 59 service centres report, spread over 14 different territories of Québec. These territorial units benefit from significant autonomy in terms of resource management and they work together with the regional and municipal organizations present in the community.

The responsibility for the network's maintenance falls directly to the service centres, most of which establish contractual agreements either with the private sector (for 67.5% of the network) or with the interested municipalities (for 13.5%). The MTQ is responsible for maintaining 19.0% of the network. For everyday maintenance work, the MTQ, like the private sector, encourages the use of three-axle trucks.

Table 10 – Snow removal truck

Basic characteristics	Specifications
Rear axle capacity	18,000 kg
Front axle capacity	9,000 kg
Gross vehicle weight	27,000 kg
Motor	Diesel: 223 kW minimum
Rear suspension	Pneumatic
Chassis frame	Single piece
Spreader	9 m ³
Snowplow wing	3,658 mm
One-way snowplow	3,048 mm
Front mount	Yes

This type of vehicle is called "multifunctional" because it makes it possible to (alternately or simultaneously) carry out both snow removal and de-icing operations on the network. This multiple functionality facilitates the synchronization of operations and ensures increased effectiveness. These vehicles are also equipped with a spreading regulator and, since 2009, light signals specific to snow removal operations. These new measures, designed primarily to increase the visibility of maintenance operations throughout the network, are also used on other types of maintenance equipment (such as graders and snow blowers) that can be found on the primary network of the ministère des Transports du Québec.



Naturally, snow removal contracts are awarded by the ministère des Transports following a regulated process. Such contracts are awarded either through a call for tenders from the private sector or negotiated with municipalities, also network managers (106,800 km).

These contractual agreements, essentially based on a measure of the outcome, are established for one year and include a renewal clause, generally for two additional years. Because the tendered (or negotiated) price is all-inclusive, the efficient contractor (municipality) can keep the contractual agreement with the MTQ in effect for a maximum period of three years. This approach allows the contractor to better distribute the financial risks inherent to the performance of the contract and the severity of the winters. These agreements generally provide for the supply of materials necessary for the maintenance of the network by the contractors (salt and abrasives).

To supplement its maintenance equipment, the MTQ rents snow removal trucks with operators. The latter report directly and only to the MTQ and are integrated in existing maintenance teams. These contracts are based on a minimum number of operating hours and do not include the supplying of materials by contractors.

Operational management

The partnership on which the MTQ relies for the network's maintenance is based on clear expectations regarding the expected results. Accordingly, depending on the type of network maintained, within each contract granted (administrative and technical documents) are specific requirements regarding snow removal, de-icing and network patrols.

The MTQ monitors the entire network for which it is responsible to ensure compliance with the prescribed expectations. To orient this exercise and guarantee consistency in network monitoring practices, the MTQ defined, through its territorial branches, management frameworks for monitoring winter maintenance work. Also, the MTQ is working to deploy, in

a limited way, integrated centers of monitoring (ICM) for the network. Using adapted technology, these centers monitor road weather conditions in support of the management of operational activities carried out on the network.

Road closures

The ministère des Transports may decide to temporarily forbid traffic from circulating on a road to ensure motorists' safety. This decision is always taken jointly with emergency preparedness authorities, municipalities and the police forces concerned. The MTQ alone can decide on the right time to restore traffic.

Cooperation between network managers

The diversity of winter issues encountered across Québec and Canada territories and the multiplicity of stakeholders involved in this matter require ongoing coordination efforts. In order to promote the exchange of knowledge and training in this field, the ministère des Transports works closely with other network managers facing similar issues. This cooperation gives rise to fruitful exchanges within various transportation associations such as the Transportation Association of Canada (TAC), the technical committee on Winter Service of the World Road Association (PIARC) and the Association québécoise des transports (AQTr).

It is in the spirit of pooling knowledge and experience that the ministère des Transports, in partnership with the AQTr, leads the "Table d'expertise sur la viabilité hivernale". Members of this group come from different milieux (clients, industrial partners, educational institutions, professional associations, etc.). The aim of this group, composed of representatives from Québec's major cities and the snow removal industry, is to share practices in the field and in particular the results of the work of the PIARC Technical Committee on Winter Service. The Ministère also continues working with the French ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie on a common approach to de-icing salt and the environment. The work done to date has revealed possible topics of discussion that could be used as a basis for a comparative analysis of practices in France and Québec.

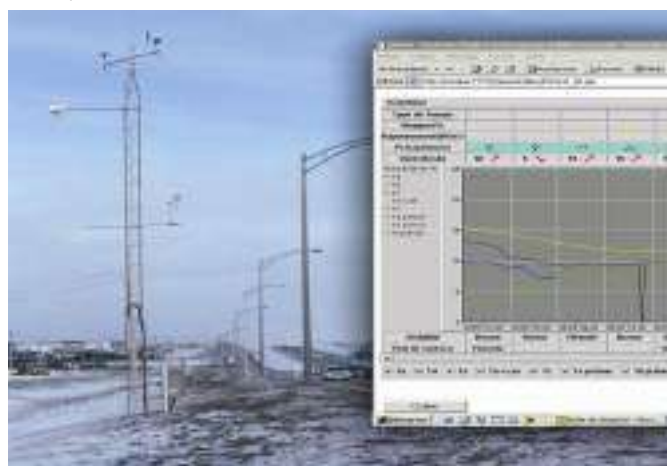


Figure 3 – Road weather station and DVH-6024 system

Road weather and training

➤ Fixed road weather station

Thanks to its open-architecture design, the station developed entirely by the ministère des Transports offers much flexibility regarding the selection of the various sensors of which it is composed. This station accurately measures the main meteorological and road parameters that have an impact on variations in road conditions. Using sensors built into the road structure, the station provides data that help the decision-making process related to the vehicle load restriction period on the Québec road network during spring thaw. Two types of stations have been developed: one offers a complete range of measurements (see Table 11); the second is a streamlined, less expensive station limited to measuring only certain targeted road and weather parameters. Today (2013), the Ministère has a network of 49 road weather stations, some of which are equipped with 24-hour cameras that relay weather and road conditions throughout the network to the maintenance staff. To make it easier to manage and interpret the incoming data, a computerized system (SMR) is available to back up the work of the staff assigned to operations. A forecasting segment (weather and road conditions $[T_2]$) is displayed on the SMR system, even though weather forecasting is entrusted to the private sector through tender calls. The SMR system also displays radar imagery from Environment Canada, which gives the maintenance staff a better understanding of the intensity and spread of precipitation that is likely to affect Québec's territory.

➤ Mobile road weather station

Designed by the ministère des Transports du Québec, mobile road weather stations supplement the information collected by the fixed stations. This equipment installed on the MTQ's patrol vehicles provides an accurate portrait of the road surface's behavior along the entire route travelled by the patrol vehicle. The interpretation of the various measured parameters allows the vehicle's operator to anticipate the formation of ice on the road and correct the spreading strategy if required, based on the data collected.



Figure 4 – Mobile road weather station

Table 11 – Functionalities- Fixed and mobile stations

Functionalities available	Fixed station	M o b i l e station ⁽¹⁾
Wind intensity/ direction	Yes	No
Visibility	Yes	No
Precipitation intensity/ type	Yes	No
Air temperature (T_a)	Yes	Yes
Relative humidity (U) ⁽¹⁾	Yes	Yes
Atmospheric pressure (P) ⁽¹⁾	Yes	Yes
Dew point calculation (T_d) ⁽¹⁾	Yes	Yes
Surface conditions - freezing point (residual brine)	Yes	No
Road surface temperature (T_s) ⁽¹⁾	Yes	Yes
Residual brine concentration	Yes	No
Total radiation balance	Yes ⁽²⁾	No
Frost front propagation in the road foundation ⁽¹⁾	Yes	No
Geographical positioning of data	N/A	Yes
Data display - real time	N/A	Yes
Data retrieval for analysis	N/A	Yes
Fixed cameras	Yes ⁽²⁾	N/A

(1) Streamlined station

(2) On a limited number of stations

To support the deployment, annual training sessions are offered to the staff assigned to operations within the Ministère and to service providers working with the Ministère. The Ministère has also developed a training program on winter road maintenance in cooperation with the Association québécoise des transports (AQTr); it contains a specific segment on road weather conditions. These technical training sessions are available to everyone working on winter maintenance in Québec.

3.3. Evaluation of winter maintenance measures

The vastness of the territory and the diversity of Québec's economy have made the province's road network both elaborate and very much in demand. The openness of the economy, the volume of exports to the North American market and the provision of natural resources and manufactured products from outlying areas are all factors that explain the road network's vital role in Québec's economic development.

Table 12 - Québec's economy in numbers

Gross domestic product (2010)	\$274 B
Largest trading partner	United States
Proportion of international exports to the United States (2010)	90% (\$54 B)

To ensure their sustainability in the 2011-2012 winter season, the ministère des Transports devoted over \$260 M (\$CAN) to direct operations on the road network under its care. Aware of the economic and social issues associated with snow removal on the network and the challenge presented by its management within the context of the scarcity of resources, the MTQ undertook:

- with the snow removal industry, to reposition and define a better balance with respect to the associated risk. This new balance consists in reducing contract terms or using different contract management modes during the transition periods between seasons or for the use of technological tools such as GPS, etc.;
- to measure the compliance of the services provided by contractors with the requirements and specifications mentioned in contractual documents. Accordingly, each winter maintenance route maintained by private contractors under contract with the MTQ ($\approx$ 68% of the network) is evaluated according to a grid containing service quality criteria relating to the quality of the snow removal and de-icing service provided, the quality of the communication and collaboration, as well as compliance with the deadlines specified in the contract. This measure is the subject of a target (100% of winter maintenance contractors who meet the prescribed requirements annually) contained in the MTQ's 2008-2012 Strategic Plan. Through this approach and those associated with the surveillance and monitoring of its network, the MTQ ensures that, in the field, the quality of the highway system's maintenance continues to comply with very high quality requirements so as to ensure safe and functional transportation. Accordingly, since 2005, the MTQ has integrated this indicator in its annual management report, a report that is tabled in compliance with the provisions of the Public Administration Act to the President of the Assemblée nationale du Québec.

Table 13 – Indicator – Results achieved

Result	Rate of compliance with winter road maintenance requirements
2009-2010	96.2 %
2010-2011	92.2 %
2011-2012	94.0 %

Note: According to the grid designed to interpret the results, a rate of between 90% and 95% shows that the contractor effectively met the requirements.

3.4. Road safety and user information

For many years the ministère des Transports has conducted information and advertising campaigns on road safety in winter conditions. Using an informative approach, this campaign aims in general to encourage the road network's users to be cautious by raising their awareness of the risks inherent to winter driving, which requires a change in habits. At the same time, these campaigns are used to inform the public about the limitations of winter maintenance operations and how to share the road safely with maintenance crews. The means used for such communications include messages broadcast on the radio, information capsules integrated in weather and traffic reports, as well as postings on road network panels.

The means used for such communications include messages broadcast on the radio, information capsules integrated in weather and traffic reports, as well as postings on road network panels.

In addition to its communication activities, the ministère des Transports offers the public and users of the road network a greater opportunity to learn about winter road conditions. To facilitate access to that information at all times, on the Internet or by telephone, the Ministère provides the Québec 511 Info Transports service.

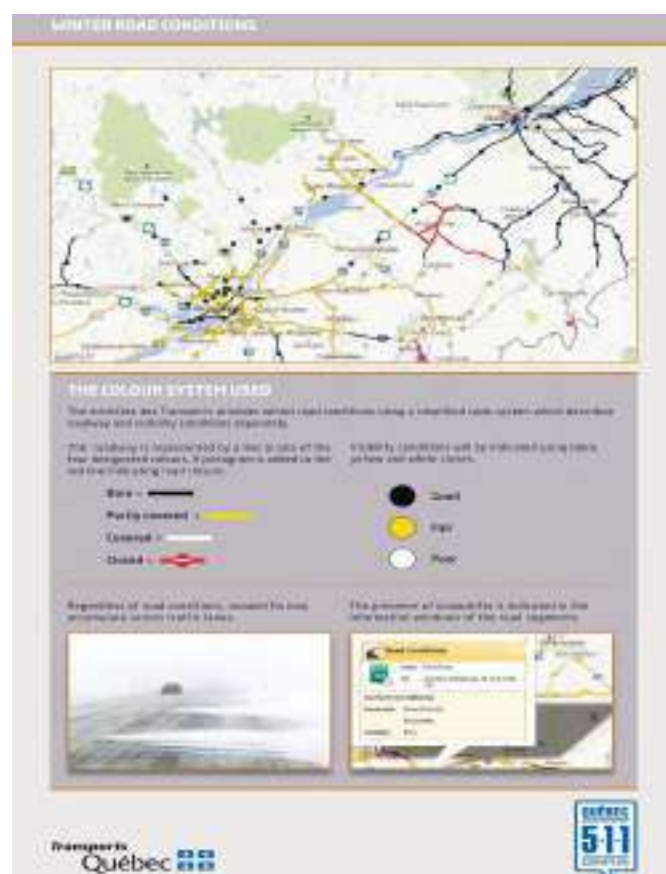


Figure 5A - Terminology for road weather conditions

It also developed a specific terminology to inform users about road conditions. The terminology for winter road conditions describes roadway and visibility conditions separately. It also indicates the presence of snow drifts that are likely to affect traffic on the network. This new approach provides more detailed information and more accurate descriptions of road conditions on the road network covered by the broadcast system (over 350 road sections). Four colour codes (black, yellow, white and red (for closed roads)) give a visual representation of the road conditions that drivers need to know before travelling.

Concerned with providing quality information to users of the winter road conditions service, the MTQ implemented a mechanism to verify the information delivered to the population in order to detect potential anomalies in the system and obtain feedback on which it can make corrective actions.

The ministère des Transports du Québec is responsible for the highway system's operation and, as such, must assume a significant share of the responsibilities associated with the assistance to be given to users in trouble and managing the risks associated with these emergency situations. With this in mind, the MTQ published a guide for its staff called upon to help road users in trouble, containing various tips on effective and safe ways to act in such circumstances.

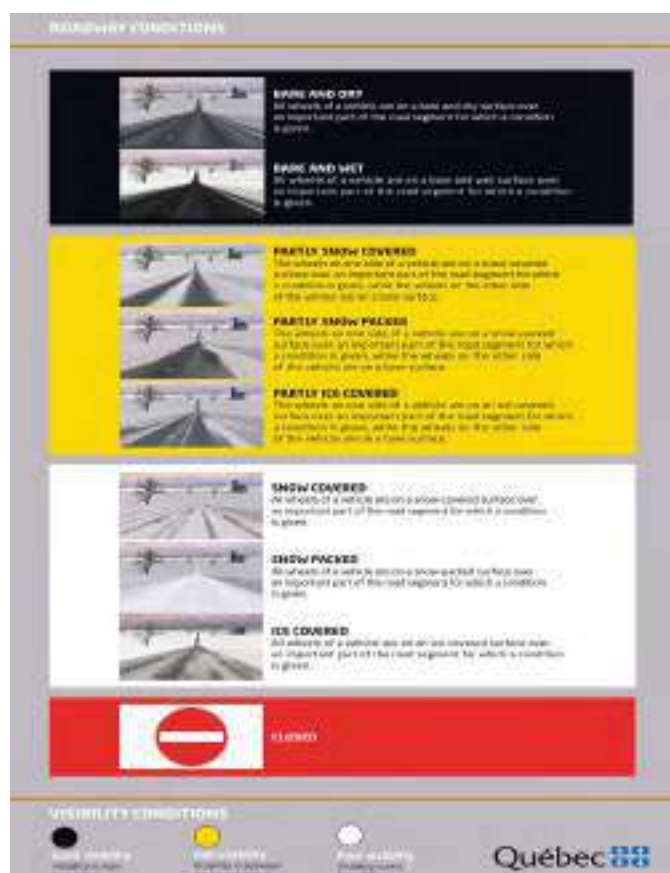


Figure 5 - Terminology for road weather conditions

Integrated traffic management centre

Intelligent transportation systems (ITS) are new technologies used to improve the management and operation of transportation systems as well as services to road users. Such systems are used within the MTQ through the integrated traffic management centers (ITMC). Through improved knowledge of the network's usability, these centers increase user safety and the free flow of traffic, in particular during the winter period when conditions can be difficult. Combined with various management tools, the cameras and variable message panels used provide real-time information directly to users on problems arising on the network in winter.

As well, on networks with specific difficulties (e.g., high-volume and high-speed traffic; major wind corridor), a simple preventive approach with the user is possible using pace vehicles or through the establishment of devices forbidding access to portions of the network deemed risky.

4. Ongoing Research and Studies

4.1. New technologies

Today, technology offers a range of means to obtain accurate real-time information from the road network. Like many network managers, the MTQ examines the possibilities offered by this new method by implementing projects of a technological nature. Here are a few examples:

- The deployment and use of on-board equipment for vehicles used in particular for snow removal operations and network surveillance. The purpose of the latter is to record all road and/or operational information (coverage rate, etc.), and transmit the latter in real or non-real time to an integrated network management centre (vehicular data communication [VDC]);
- The utilization of an experimental fixed, open-architecture road weather station to measure the full potential of various sensors and technologies applicable to the field and available on the market;
- development and deployment of a sensor to measure frost depth into the road structure;
- experimental use of an automatic brine sprinkling system

4.2. New management approaches

The MTQ is in the process of examining the management approaches currently used. To this end, it is trying out new contractual approaches aimed at sharing risks differing from those generally identified for snow removal and de-icing work

on its network. In this way, using adapted technology, the MTQ hopes to better control maintenance costs on its network and foster the integration of new contractors on the snow removal market. In the same light, it is pursuing its efforts to design a flexible measuring tool that would make it possible to objectively compare the severity of winters from year to year and their impact on the maintenance efforts needed to keep the road network viable and safe.

4.3. Transcontinental and international cooperation

On a technical level, the Ministère is trying to set up a cooperation project on the environment's vulnerability to de-icing salt. Together with the French ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, which is responsible for transportation, the ministère des Transports du Québec is working to identify subjects of common interest which could be used as a basis for a comparative analysis of practices in France and Québec.

For the ministère des Transports, imagination and research constitute a dynamic response to the challenges presented by Québec due to its expansive territory and harsh climate. It is by focusing on these elements in particular that the MTQ plans to improve the performance of transportation systems.

5. References

Gouvernement du Québec
(www.gouv.qc.ca).

Ministère des Transports du Québec
(www.mtq.gouv.qc.ca)

Société de l'assurance automobile du Québec
(www.saaq.qc.ca)

Développement durable, Environnement et Parcs (www.mddep.gouv.qc.ca)

Transportation Association of Canada (TAC)
(www.tac-atc.ca)

Association québécoise des transports (AQTr)
(www.aqtr.qc.ca)

Institut de la statistique du Québec
(<http://www.stat.gouv.qc.ca/outils/joindre.htm>)

BOURQUE, A., and G. SIMONET. "Québec," in *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, 2007 edition, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix and E. Bush (eds.), Government of Canada, Ottawa (Ontario), 2008, pp. 171-226.

National Climate Data and Information Archive – Environment Canada (www.ec.gc.ca)



CZECH REPUBLIC



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country

The Czech Republic is a medium-sized country (78,867 km²) but densely populated (10.46 million), situated at the center of Europe. The landlocked country borders Poland to the northeast, Germany to the west, Austria to the south and Slovakia to the east. The capital and largest city is Prague (Praha). The country is composed of the historic regions of Bohemia and Moravia, as well as parts of Silesia. Since 2000, the Czech Republic is divided into thirteen regions and the capital city of Prague. The Czech Republic has been a member of the European Union since 2004.



Figure 1 – position of the Czech Republic in Europe

The Czech Republic possesses a developed, high-income economy with a GDP per capita of 84% of the European Union average. The economy prosperity of the Czech Republic relates to the high level and quality of the transport infrastructure. With the density of 0.70 km of roads and motorways per 1 square km the Czech Republic ranks among the leading European countries.

1.2 Road network and traffic

The road network comprises 633 km of motorways, 329 km of expressways and 54,621 km of regional and local roads, amounting to a total of 55,583 km of paved roads. Road transport accounts for 76.04% of total freight transport. The national fleet of 4.9 million vehicles includes 4.1 million passenger cars.

Area	Population	78,867 km ²	10.46 million
Length of roads	Motorways	633 km	
	Expressways	329 km	
	Roads class I	5,843 km	
	Roads class II	14,660 km	
Amount in full		34,118 km	55,583 km

Table 1 – Road network

Winter season in the Czech Republic, according to the Road Law is the season between November 1 and March 31 of the following year.

2. Climate

2.1 Overview of climatic areas

The Czech Republic is a landlocked country located in moderate geographical latitudes in the Northern hemisphere. The climate of the Czech Republic is mild but variable locally and throughout the year. The climate differs markedly among the various regions of the Czech Republic, depending on the height above sea level.

2.2 Statistics on temperature

The average air temperature is strongly dependent on the height above sea level. When the temperature on the highest mountain in the Czech Republic (1,602 meters) is only 0.4 °C, the lowlands of southeast Moravia can experience temperatures of

almost 10 °C. The annual rainfall is also markedly dependent on the height above sea level. If we want to find the rainiest area in the Czech Republic, we would have to look to the highest mountain range with steep slopes facing northwest. The average total rainfall there is in excess of 1,200 millimeters.

December, January and February are counted as the winter months. The coldest of these is January, when even in the lowlands the average monthly temperature falls below 0 °C. If there is any precipitation in winter, it is usually snowfall in the mountains. In the lowlands it can alternately rain and snow. Snow coverage usually lasts for several months at higher altitudes above sea level. However, during March, April and May, there is a sharp increase in temperatures. Snow coverage usually disappears in the mid-spring, even in the highest mountains of the Czech Republic.

and maintenance in cooperation with a company Cross Zlin and the Czech Hydrometeorological Institute.

WI is a system of analysis and comparison of road winter maintenance performances and costs depending on real meteorological conditions at a defined road and highway network. The main activities that are monitored are:

- salting (or gritting) the roads and consumption of salt and other materials;
- snow removal (plowing);
- inspection routes.

There is direct linkage between current weather conditions and extent of above mentioned parameters.

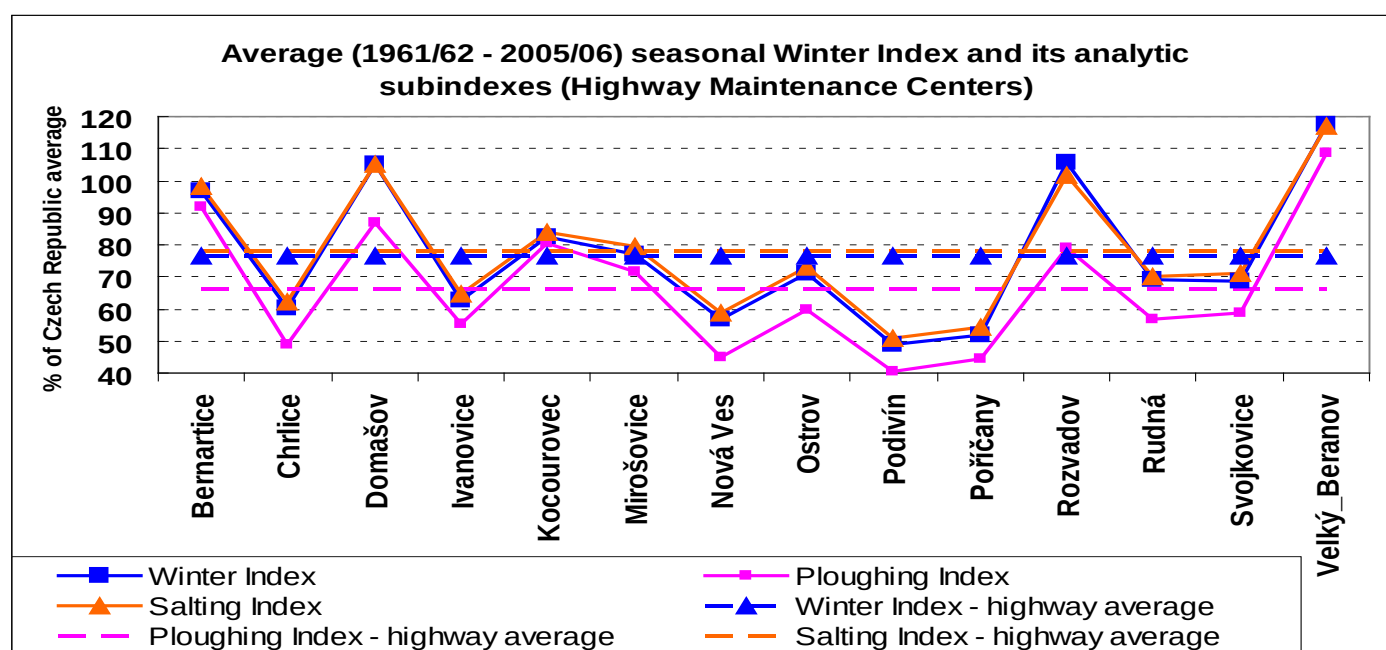


Figure 2 – winter index and its sub-indexes, comparison between different maintenance centers

2.3 Winter indexes

Winter Index (WI) is a unique system of deep analysis and comparison of road winter maintenance performances and costs. The users of this system are mainly administrators responsible for covering the maintenance costs but also contractors of winter road maintenance. WI exactly describes winter conditions on a selected territory in a period of time and compare the real cost of road winter maintenance.

Road and Motorway Directorate of the Czech Republic uses WI for evaluation of winter maintenance effectiveness and performance of particular centers of motorway management

When winter conditions become more severe (snowfall, temperatures around zero, freezing rain, ice on the road, etc.) it is necessary to employ more maintenance vehicles and use larger amounts of salt that represent the major item in winter maintenance expenses. WI is a unique tool that enables retroactive control of road maintenance performances and comparison of maintenance level between different centers of maintenance or contractors. Based on this analysis it is possible to detect divergences from the standard level and separate any isolated or long-time anomalies and unjustified raising of costs.

At figure 2 is presented the usage of the winter index in the form of its graphical output. Performance of particular centers of motorway (highway) management and maintenance is evaluated there.

3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

Winter maintenance in the Czech Republic is regulated by Road Law no. 13/1997 and by Ministry of Transport regulation no. 104/1997, valid for act on Road Law.

The Road and Motorway Directorate of the Czech Republic (RSD) performs the winter management and maintenance for 715 km of motorways and for some expressways. The regional administrators manage the winter maintenance for the other roads. In 2004, the RSD published *“Winter management and maintenance regime”* and in 2007 *“Technological procedure for winter maintenance of motorways and expressways”*.

3.2 Organization and operation of winter maintenance

Winter maintenance reduces climate and winter conditions effects on road serviceability by their importance. In a winter situation the road administrator eliminates or at least reduces problems in road serviceability according to the schedule set in the winter maintenance plan and regulated by the Road Law.

It means that the road administrator removes snow and ice from roads with the help of special machinery. Snow exceeding 3 cm of height is removed by snow plow. Frost, ice and snow up to 3 cm of height is removed with the help of deicing agents. We distinguish just plowing, just chemical materials spreading, and both activities carried out simultaneously. Separately, we consider regular checks of roads serviceability.

Sixteen Centers of motorway management and maintenance (SSUD) and one Center of expressway management and maintenance (SSURS) are managed by RSD and form the basis of the winter maintenance on the motorway. One center SSUD performs the winter maintenance for roughly 50 km motorways, i.e., for roughly 1,000 thousand km² pavements. Each SSUD equipment and facilities for winter maintenance consist of:

- 6-8 fully equipped vehicles with spreader dripping brine and with a snowplow;
- salt storehouse (NaCl) containing up to 2,000 to 3,500 tonnes. The storehouse is usually designed for the whole year consumption;
- brine center which consists of a plant producing brine (aqueous solution of sodium chloride) and two storing tanks and tanks for concentrated solution of calcium chloride (the brine is used for applying on the spread salt);
- loader, a mechanism with about 1.5 m³ bucket loading salt into spreaders;

- control office in SSUD building with radio connection to working spreading vehicles, telephone and access to meteorological information (cameras monitoring, etc.).

Other facilities and equipment of the centers are shown in “Regime of administration and maintenance”. Description of systems related to winter maintenance such as meteorological stations, warning signs and camera systems are shown in “Regime of road signing and marking and facilities administration and maintenance”.

Users’ requirements are mostly very high. They demand fast and safe use of roads and if possible completely without snow, i.e., “black” throughout their whole length. Demands for maintenance quality, driving comfort, safety and speed are higher and higher.

Road managers try to meet this demand by using high performance equipment, the meteorology agency, installing meteorological sensors, and by performing mutual alerts, etc. Similarly, the use of increasingly better performing spreading materials associated with these technologies allows the combined use of salt and brine to facilitate the service offering. The ARA also uses inert materials (crushed stone) on a 1.6 km section of Autoroute D2, due to a prohibition against using de-icing chemicals in order to maintain the quality of the water.

Direct winter maintenance operations consist of: road weather situation check-ups, salt spreading, snowplowing (snow removal), snow cutting, and simultaneous spreading and snowplowing. This is the reason for motorway administrator to prepare as best as possible for unpredictable winter conditions.

In respect to winter maintenance, each SSUD design takes into account the length of 50 - 60 km. The spreader vehicle which leaves SSUD (located in the middle) should get to the end and come back and managed with a normal load of ordinary use of salt per 1 square meter. The length is selected so that the drive would not take more than 2 hours.

Winter maintenance is carried out according to SSUD Winter Maintenance Plan. Organizational structure guarantees that personnel have non-stop service and workers (including the controller) take turns in regular shifts. Some workers are on standby duty. The controller (shift supervisor) submits information on roads serviceability to a workstation appointed by Ministry of Transport in set intervals or in necessary situations. The controller cooperates with the Police or other bodies of Road and Motorway Directorate, Integrated Rescue System, provide operation information.

RSD regularly monitor and assess the course of winter maintenance. At the end of the winter season RSD produce evaluation of technical and economical data with comments.

3.3 Assessment of the snow and ice control measures

Basic information concerning winter maintenance in 1999 - 2008 is shown in the table 2. It is especially the total salt consumption, average salt consumption per 1 km of motorway, number of kilometers driven at motorway check-ups, number of kilometers driven at winter maintenance operations.

Possibility of basic procurement in advance in summer season is used, with the possibility of operative procurement of salt in winter. Contracts concerning supplies are drawn up in a way that the organization can purchase only such amount which corresponds to real needs and financial situation.

Table 2 – Winter maintenance data in 1999-2008

seasons	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08
consumption salt-t.	18,139	14,076	18,921	17,614	28,339	27,005	34,840	14,472	18,829
tonnes/km	35.6	27.2	34.7	32.3	50.2	46.0	58.0	20.6	26.0
km-check-ups	182,038	131,776	171,531	157,483	166,720	155,042	152,202	83,329	126,503
km-winter operations	327,160	250,770	362,658	276,191	489,984	436,911	583,617	239,283	333,888

The winter maintenance costs are above all the costs for salt purchase and operation of individual SSUD.

If the winter conditions cause exceptional number of maintenance operations the financial consequences will reflect to summer maintenance.

Winter maintenance is a specific section, because costs strongly depend on weather influence, which can only hardly be predicted when costs plan is being prepared. It is therefore difficult to predict total amount of costs concerning winter maintenance. However, on the other hand, winter maintenance cannot be restricted because of its importance, because insensitive economizing has an immediate impact on traffic ability of motorways and expressways.

Dependence of winter maintenance costs on weather conditions does not mean that winter maintenance could not be economically effective.

Deicing salt is purchased in a tender. When the preliminary conditions are fulfilled the cost decides. Costs are determined individually for every SSUD and quarter and they include all customs fees and transport. Costs therefore vary for every SSUD and quarter of the year in which salt is purchased. In second and third quarter they are 10% lower than in first and fourth quarter. Therefore, it seems that to purchase salt in summer season is the simplest form of economization. However, limited capacities of warehouses and possibility of unnecessary purchase of supplies which need not be used in case of mild winter are factors against this strategy.

Precise dosage of salt has an important influence on its consumption. It is important to use mechanisms which reliably dose stated amount. It is not only because of economic aspect, but traffic safety as well.

Costs amount for winter maintenance is almost independent on any planning. Because these funds are drawn from the total plan, in case of harsh winters there is shortage of funds for summer maintenance. Therefore planning costs according to the harshest winter seems to be the simplest way. If however funds will be allocated based on some level of maintenance, relative waste of funds could occur. In this case it is ideal to actualize plan after first quarter with regard to past winter. According to long-term planning the optimal amount of financial funds is about 50 millions Czech crowns per year.

3.4 Traffic safety and information

The maintenance itself is above all based on:

- a) permanent monitoring of weather conditions and potential development in particular road sections;
- b) collecting information from users, the Police, other administrators, etc.;
- c) monitoring meteorological stations and sensors data;
- d) advice from the specialized Meteo work stations.

The basic impulse for immediate beginning of operations (spreading, plowing, etc.) is precipitation and its intensity. The

precipitation may occur in form of rainfall, snowfall, combined, frost formation or glaze ice. Very important is the moment of the beginning of operations, or if possible their start in advance. This is very often based on a supervisor's experience.

The intervention circumstances, levels and situations can be determined by technical (technological) regulations with difficulties.

The intervention levels are set according to public and maintenance personnel general opinion on road surface quality which is not considered to be safe. For winter maintenance, the most difficult are those situations when the change in road serviceability is not apparent (frost, ice) and in addition they occur locally and very fast.

In the table 3 the problems and ultimate situations for interventions to eliminate them are shown.

Problem	Affects	Intervention situation	Return condition
Snow, snowing, snowdrifts	traffic flow consistency and safety	beginning of the situation	original conditions
Frost, ice	traffic flow consistency and safety	prevention, if possible beginning of the situation	original conditions
Drizzling, rain	traffic flow consistency and safety	beginning of the situation	original conditions

Table 3 – Problems and solutions

Recently, more and more often ecological and technological requirements are applied. Some of the ecological requirements are ground water protection, vegetation at the sides of roads protection, quality of the soil preservation. To guarantee appropriate winter maintenance quality it is necessary to harmonize a number of administrative, social, organizational, distribution and repair operations. It is necessary to consider climatic and geographical standpoints and use experiences from previous seasons. The administrator is always criticized for insufficient emergency service, late operations and also the fact he could use different methods and prevent damage and injuries.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

Representatives of the Czech Republic took part on solving of European research projects like:

- COST 343: Reduction in Road Closures by Improved Pavement Maintenance Procedures.
- COST 353: Winter Service Strategies for Increased European Road Safety etc. This way the transfer of the latest knowledge and new technologies concerning the winter maintenance is secured.

4.1 Dispatching module of winter maintenance of communications

This principle of this system is to maximally simplify relevant information concerning probable weather development and pavement condition for the operator. The information is targeted at the area of the operator's responsibility, i.e., it is relevant for a definite area of the road network. Data from road meteorological stations and other sources used up to present are still available and the possibility of detailed analysis and information evaluation is thus maintained.

This new solution moves from a detailed analysis of meteorological data to providing synthesized and clear information in a graphic form about supposed behavior of a road network in next few (about six) hours time frame. Thus it is assured that an employee with a lower level of qualification or experience can use this software module without negative impacts on the winter maintenance quality.

The aim of the system is to correctly predict future conditions of the pavement based on predicted meteorological conditions, but not to determine the way and intensity of winter maintenance works.

Pardubice region was the first testing area of this system. Inputs of this system are:

- meteorological data (CHMI, road meteorological stations);
- thermal mapping;
- knowledge and experience based information;
- geographic data;

- technical data of pavements;
- data about maintenance works.

Outputs of this system are:

- road surface thermal map;
- road surface condition map.

An example of the graphical output from the system is presented at figure 3.



Figure 3 – module output

5. References

Czech Republic - the official website. operator: Ministry of Foreign Affairs

Roads and Motorways in the Czech Republic 2007. Road and motorway directorate of the Czech Republic (RSD), 2007

Motorways Management and Maintenance in the Czech Republic. Winter Management and Maintenance Regime. RSD 2004

Procedure for winter maintenance of motorways and expressways, RSD 2007

Dispatching module of winter management of communications (MDSS). Cross Zlin, 2008

Websites:

www.rsd.cz

www.ceskedalnice.cz



DENMARK



1. Demographics & Roads

1.1. Information about country



Denmark consists of the peninsula of Jutland and c. 406 islands, of which c. 78 are inhabited (2005). Of these, the largest and most densely populated are Zealand on which the capital Copenhagen is situated, Funen and the north Jutland Island. Denmark has approximately 5.4 million inhabitants - this roughly amounts to 1.4 % of the total EU population. In addition to Denmark itself, the kingdom also includes the Faroe Islands and Greenland.

The highest point is 171 m above sea level. No one in Denmark is more than 50 km from the sea. The climate is temperate coastal climate; January and February are the coldest months with an average temperature of 0.0 °C and July the warmest with an average temperature of 17.4 °C.

Administratively, the country is divided into 98 municipalities.

Denmark is well provided with traffic systems. The road network is good everywhere in the country; railways and air links provide quick transport, and the islands are connected by ferries and a large number of bridges. Kastrup near Copenhagen

is the largest international airport in the country and is at the same time a crossroads for air traffic to and from the other Scandinavian countries.

1.2. Road Network & Traffic

Towards the end of the 19th century the main network of highroads was established as cobbled roads, which are roads with cobble (stone) material. Together with the secondary roads, the Danish road network had a high density compared with the rest of contemporary Europe.



Particularly during the 1960s and 1970s the network was further consolidated. It was drained and asphalted, supplemented with motorways and new main roads as well as many new local roads to keep pace with demand in the expanding urban areas. In 2012 Denmark has app. 74.000 km of road, 1.093 km being motorways. With 1.66 km of public roadways per square kilometre, Denmark, then, has a road density that is among the highest in the world, with a general excess capacity.

The road network incorporates trunk roads (main national roads) and Local Council roads as defined by the road act.

Local Council roads are administrated by the local councils and constitute app. 70.100 km, about 95% of the public road network. National roads are administrated by the Danish Road Directorate and constitute app. 3.800 km; the remaining 5% of the public road network, still the public roads covers 45% of all traffic in km travelled vehicles. That means that 45% of all traffic in Denmark travels everyday on 5% (3800 km) of national roads. The Great Belt Bridge, The Øresund Bridge and Øresund motorway are administrated by Sound and Belt Holding A/S and constitute 41 km in total.

The individual roads are classified according to their function.

2. Climate

2.1 Overview of climatic areas

The Danish climate is determined by the country's position on the edge of the continent of Europe close to large sea areas and in the zone of prevailing westerlies. This position results in cool summers with a mean temperature of around 16.4 °C and winters that are not particularly cold, with mean temperatures of around 1,9 °C. Denmark is thus placed in the temperate climate zone.

There is a good deal of wind, strongest in the winter and weakest in the summer. Precipitation falls throughout the year, with the greatest rainfall in September, October and November. The smallest amounts of precipitation occur in February and April. The regular distribution of precipitation throughout the year is due to Denmark's position in the belt of prevailing westerlies, where the predominant wind directions are west and southwest.

Series of low pressure systems (cyclones) moving north eastwards, often forming over Newfoundland, are the basis of the characteristically changeable weather: within a few days the weather changes typically from steady precipitation preceding a warm front to brighter or slightly misty weather, possibly still with a little drizzle in the following warmer mass of air. Finally, the passage of the cold front will produce precipitation in the form of heavy showers followed by clear weather with few clouds.

Denmark is one of the most exposed countries as regards "slippery road", because of the fact that of the temperature fluctuations around 0°C during a winter. Until now preventative salting has been the solution to avoid slippery road, which means spreading by salt on roads will occur before it gets slippery. This outcome can be ensured with the help from the

Road Weather Information System, today a technology used by Road Directorate and most municipalities to decide whether they start salting or not.

The average temperatures for winters are normally 1.2-2.2 °C. Number of complete days below 0.0 is around 20 days in a year. The variation of snow amount during a winter season is between 10-40 cm, and nation-wide snow weather occurs max. 20 times during a winter.

2.2 Salt index

The Danish Road Directorate uses a definite salt index to define the severity of a winter related to winter maintenance.

Formula of salt index:

$$V = \sum_{1.oktober}^{1.maj} V_{dag}$$

$$V_{day} = a \cdot (10b + 0,1c + 7f + 18g) + 0,3a$$

a: Days with road temperature below +0.5 °C

b: b is the number of times the road temperature is below 0 °C while the road temperature is below the dew-point temperature for a minimum period of 3 hours and with an interval of at least 12 hours.

c: the parameter c denotes the number of times the road temperature drops below 0 °C of at least +0.5 °C to -0.5 °C

f: If within a day measured precipitation below the freezing point in a total time of minimum: 30 minutes, f = 1 90 min, f = 3 270 min, f = 9 420 min, f = 12

g: When the road temperature get below the freezing point examined whether there has been precipitation over the past 3 hours. If at least 3 logs have shown precipitation at the interval set g = 1

3. Winter Road Management

3.1 Standards & Rules

In agreement with "law about winter maintenance and clearing of roads" the Danish road authorities are obligated to: take action for snow clearing and secure against slippery road at the public roads and paths.

For footpaths, the responsibility can be placed on the holder of neighbouring properties.

The road authorities determine to what extent and to what sequence snow clearing and fight against slippery road shall be made. Guidelines for workers performance is appointed as directed by the police.

DENMARK



Service objectives for Road:

Class	Type of road
State roads Priority roads	- Freeways - Regional Roads - European Freeways - Other priority roads
Other stats roads	Other regional roads

Further,

Class	Service objectives
State roads Priority roads	Should be passable without major inconveniences 24 hrs. a day Desired road conditions: - Dry - Wet
Other stats roads	Should be passable without major inconveniences 24 hrs. a day Desired road conditions: - Dry - Wet

Desired duration of Road Conditions:

Class	Desired duration of Road Conditions below the Service Objectives
State roads	Slippery roads without snow: - Rime frost 0 hours - Ice 0 hours After snowfall: - Slush 2 hours - Light snow 2 hours - Compacted snow 0 hours After blown snow: - Driven snow 2 hours - Blocked 0 hours
Other roads	Slippery roads without snow: - Rime frost 2 hours - Ice 2 hours After snowfall: - Slush 4 hours - Light snow 4 hours - Compacted snow 2 hours After blown snow: - Driven snow 4 hours - Blocked 0 hours

Service objectives for Path and Pavements:

Class	Type of road
Priority paths and pavements	- School paths - Paths in inhabited areas
Other paths and pavements	Other paths and pavements, except from Recreational paths

Further,

Class	Service objectives
Priority paths and pavements	Should be passable without major inconveniences 24 hrs. a day . Desired road conditions: - Dry - Wet
Other paths and pavements	Should be passable without major inconveniences according to the use of the path Desired road conditions: - Dry - Wet - Compacted snow with gravel

Desired duration of Road Conditions:

Class	Desired duration of Road Conditions below the Service Objectives
Priority paths and pavements	Slippery paths/ pavements without snow: - Rime frost 0 hours - Ice 0 hours After snowfall: - Slush 4 hours - Light snow 4 hours - Compacted snow 0 hours After blown snow: - Driven snow 2 hours - Blocked 0 hours
Other paths and pavements	Slippery paths/ pavements without snow: - Rime frost 4 hours - Ice 4 hours After snowfall: - Slush 6 hours - Light snow 6 hours - Compacted snow 6 hours After blown snow: - Driven snow 6 hours - Blocked at night

Threshold limiting value

	Call-out [Minutes]	Turnout duration [Minutes]
Roads – salting	45	Max. 180
Roads – snow clearing	60	Max. 120
Paths, pavements and other areas (Salting & Snow clearing)	60	Max. 180

3.2 Organisation and operation of winter maintenance

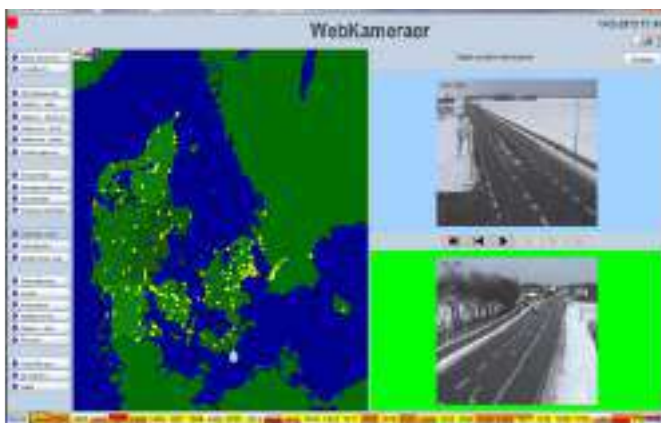
Clear roads without any substance of weather condition.

The Danish Road authorities planning of winter services of own roads. The country is divided in 3 area centre regions equipped with a winter centre.

The winter central is responsible to act for entire national roads. All convenient jobs (hauling by truck o.l.) are supplied in accordance with EU's service- directive, and are managed by private haulage contractor.

How monitored roads?

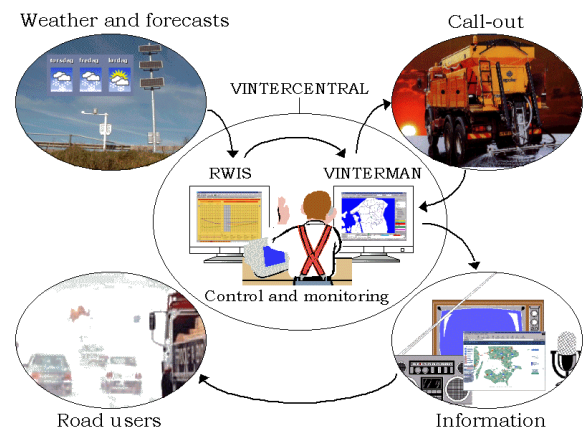
It is not always easy to predict slippery roads when the weather conditions can change very quickly. Therefore, the unit of winter service cooperates with a number of agencies and using advanced systems to assist in monitoring.



Winter service unit cooperate particular with the Danish Meteorological Institute (DMI) and use their special forecasts for road and weather purposes, and radar and satellite imagery. Moreover, using the Road Weather Information System "VejVejr" (Road Weather), which provides comprehensive monitoring and forecasting facilities, so winter monitoring has the best possible basis for decision making in relation to the chance to call out for road salting .

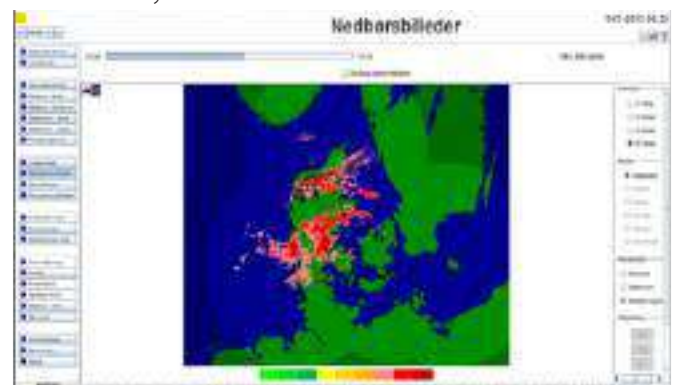
Information about road and weather situation by monitoring, webcams, police, citizen inquiries and winter monitoring is also used to form the total picture.

Winter supervisory used include in Snow situations where they are out driving on the road to examine the need for extra effort, for example in connection with the operation of formation.



Information dissemination

The general position within the Danish Road Weather Information System is shown below.



The Danish Road Directorate & Danish Meteorological Institute (DMI) have had an arrangement since 1983; the agreement is constructed to exchange information throughout Road Weather Information System and is mainly about road weather forecast and the objective is to maintain a satisfactory traffic ability and level of traffic safety on the roads during a winter season.

Written agreements exist between every member that is connected to Road Weather Information System.

Vejvejr is a system that is installed in a series of computers including 1 national winter centre and 84 municipalities. These receive and present data from the recording stations and the DMI (Danish Meteorological Institute).

These information's are communicated by the Road Directorate Traffic Information Centre, a central station in the Road Directorate which is open 24 hours a day and which maintains contact with road authorities, Danish Meteorological Institute (DMI), the police, the emergency services etc.

The information is also distributed via radio, e-mail, telefax, etc. and by direct telephone contact when motorists call.

The Road Weather Information System highlights icy driving situations before they actually arise, enabling preventive salting before it becomes icy. The stations are primarily located at the coldest places along the road network. The system has also affected the importance of control posts and patrols have less significance; however patrolling is still used when necessary (Snowfall etc.).

The Road Weather Information System is based on a network of approx. 400 recording stations half of them are placed on national roads and half on regional roads.



The winter crew to decide call outs to salting or snow removal are as based on:

- Online data about slippery road from monitoring stations located throughout the country
- Projections from each station - to develop the next hours
- Residual Salt Measurements
- Regional weather
- Radar Pictures
- Patrol - monitor out on the roads
- Comments from motorists and police
- Experience - local conditions and vulnerable places.
- There is 1 national winter central carrying out winter service around the country. The winter central have manned guards where winter preparedness is affiliated

Traffic Information Centre

Traffic Information Centre (TIC) monitors the traffic situation throughout the year and forward messages to various media. Reports deal typically traffic jams and accidents which cause problems for the flow of traffic.

In winter inform T.I.C. on slippery roads warnings, and is an integral part of the winter monitoring.

Methods

Winter service usually is provided from

1. Oct. - 30. Apr. throughout Denmark. Before that period, materials and equipment are checked and repaired and staffs are trained in comprehensive programmes.

Definite activation depends on the weather forecasts.

Establishment of technological procedures and experiments are normally planned and scheduled before winter seasons. The plan contains all instructions for personal and their duties. It also includes guidelines for the measurements that have to be done for a given climate situations.

Provision of snow fences has less significance in Denmark, mainly because of few snowy days (20 days in a year) and also because of expenses related small benefit.

Route optimisation happens individually for each route. The planning is made for entire road network based on requirements and occurs manually for all superior and subordinate road networks.

Founded on weather forecasts, if the snowfall appears or it has already taken place. The duty engineer must carefully decide when and in which extension snow clearing should be carried out.

Snow clearing of carriageway should begin, when the snowfall has reached to 3-5 cm. snow and there is prospect for continuous snowfall. Normally salting is a supplement to snow clearing.

However, these procedures are different from urban or rural area.

Snow clearing on paths normally happens during the clearing of carriageway but founded on practical knowledge, the paths should be clear after the adjoining road, otherwise the snow would just fall back again.

Equipment

Denmark has 1 operation winter centre. The operation centre is supplied with Danish Road Weather Information System and operating with the winter management system VINTERMAN.

The Road Directorate owns approx. 210 spreaders, 600 snow plough for securing against slippery roads, mostly pre-wetted salt-spreaders together with a couple of combination spreaders and liquid spreaders. The development in Denmark still goes to use of brine. Driving through of a salt route handles typical 3 hours from call-out to finished task, and route covers typical an area at brief 400.000 m².

Each spreader covers small 45-km. roads incl. stand-by spreader. Moreover there is a salt depot for every 350-km. All new vehicles are supplied with stationary GPS equipment.



There's only a driver in the truck common for salting as well for snow clearing.

To start guiding of mentioned materials the

Equipment such as de-icer spraying installations, road heating's and uses of ice-delaying pavements has been used but none of them are used anymore because of the results and the economic perspectives.

Manpower, training and privatisation

Every year there are seminars for engineers and road masters to inform about the latest knowledge and development within winter maintenance.

Training and education

The technical development of winter service demands education and in-service training of personnel.

For winter maintenance management and administrative staff exist, an in-service training rise of Danish Road Directorate.

The classes included winter maintenance in practice and a depth examination of warning-system for slippery roads.

For drivers whom participant into the winter service, Road Directorate has in collaboration with the Transport Trade Education council con has established a nationwide series of seminars for drivers in winter service. The courses are held at AMU (Adult Vocational Training) centres and/or suitable material sites. The courses are also approved for the compulsory training of drivers.

The courses are modular and contain topics such as basic winter service, winter road maintenance on roads and pathway, and snow removal. It is expected that participation to those classes will be demands for coming invitation to tender.

Privatisation

Private companies are usually hired to operate as drives in occasions of salting or snow clearing.

The government is contributing with equipment (spreaders) while private companies are supplying vehicles.

Operational organisation of winter maintenance

In a typical winter in Denmark, there are about 100 call-outs for salting due to risk of icy conditions, on approximately 4.000 km of the national and regional roads. Salting as a result of snowfall, on the other hand, occurs only 20 times a year. In Denmark, preventive actions are taken to salt the roads, before they get slippery. The decision on whether a call-out is needed is made at a winter operation centres, while a local contractor carries out the actual activity. Two computer systems have been developed to support these tasks at the winter centre the Road Weather Information System (RWIS) and VINTERMAN.

The decision whether there should be a call-out or not, is a very crucial decision. If many unnecessary callouts are made throughout a winter where icy conditions do not occur, money and resources are wasted.

On the other hand, if the call-out is made to late, or not at all, it can lead to accidents due to slippery roads and in worst cases a complete traffic jam. These situations also cost a lot of money for society. This means that each road authority tries to make the optimal decision in each case to ensure a stable traffic flow, but at the same time with a minimum use of resources. In order to reach this optimisation the RWIS system is a big factor. If you can predict the timing and type for each slippery road condition, then it's possible to correspond in an appropriate way. This doesn't only include finding the optimal timing for the call-out, but also using the right methods and materials. In order to reach this goal the VINTERMAN system was developed. In this system one can create predefined action plans where the length of routes, methods and amount of salts etc. are decided. In addition you have a choice between dry salt, pre-wetted salt, brine or a combination of both, depending on the weather situation.

Most salt spreaders are now equipped with GPS data collection. Information regarding speed, dosage, spreading width etc. is registered. Thus VINTERMAN is able to provide statistics on the number of activities, consumption of salt, duration and time of callout along with the cost of salt and payments to contractors. This provides the opportunity to monitor and control the work quality, and eventually to re-organise action-plans if needed.



To increase the effect and optimisation of actions carried out, the Danish Road Directorate experiment with different types of salt spreading methods and materials. For example the most recent research shows a big potential in salt reduction with usage of brine instead of pre-wetted salt in situations of rime (black ice).

3.3 Assessment of the Snow & Ice Control Measures

Internal assessment

Winter system

The Danish winter maintenance is mostly applied through EDB-systems and usually inside two main fields:

- Icy road warning. Especially if the needs are possibilities to carry out a preventive contribution, Road Weather Information System has to be established, based on the number of RWS, radar pictures and other meteorological information.
- Winter administration. The winter administration system is applicable as support connected with completion of prevention of icy road and thereby has to insure registration of activities, as necessary.

The systems can be integrated in a large familiar system; however, the interfaces between these two fields are so well-defined that it's often more suitable with smaller systems than a separate system.

Main tasks for a winter administration system, the winter maintenance is often organised differently from one road authority to another, but regardless how, a winter administration system is always required. The primary structures of organisation for completion of winter duty are:

A. Primary applications from own employees. In this case a winter administration system will secure options to document the contribution and estimate a resource allocation for the employees.

B. The own monitoring stations with decision round contribution, but with contractors to do the performance at the routes. In that situation the system will secure the data, so that the payment of the contractors proves in order.

C. All jobs are processed through an invitation to submit a tender, which includes decision about contribution as well as the contribution itself. In this case it will be with an asset to establish a corporate system that contractors as well as road authorities have facilities to. Typically the contractor has a need answering to model B, because the general contractor frequently employ subcontractor.

Information regarding all call-outs can later be obtained along

with comprehensive data. Road centres are using these data in sending invoicing basis to the contractors. The organisations are frequently political to be certain; however to all three situations an administration and recording system of data is required around winter maintenance. The winter administration system must handle subsequent jobs:

Structure and organise all basics administrative information about winter maintenance.

- Assist to the callout situation and ensure that the required data of a contribution is registered.
- Give alternatives by subsequently documenting the performing contribution.
- Introduce statistical material regarding exported jobs, salt consumption and expenses.
- Handle report about present road condition, so the knowledge can constantly be shared out to the traffic information centres and various media.

External assessment

All performing spreaders at the Road Directorates roads are equipped with data-collecting equipment, which benefits the VINTERMAN system by viewing every single spreaders contribution. Subsequently this data can be employed as inspection of the contribution. On the other hand every driver completes a control scheme that documents contribution of any haulage.

In addition several road authorities checking, to this the amount of residual salt is known by measurement with SOBO20 and road sensors.

The Road Directorate make a national-wide user survey once a year and the users' opinion have an importance in the evaluation phase, in order to improve the strategy to obtain a satisfaction among the users.

3.4 Traffic safety & Information

With a high degree and accurately it is possible to inform motorists of icy roads and weather conditions both nation-wide and local.

This information are communicated by the Road Directorate's Traffic Information Centre, a central station in the Road Directorate which is open 24 hours a day and which maintains contact with road authorities, the Danish Meteorological Institute (DMI), the police, the emergency services etc.

The information is distributed by radio, telex, etc. and by direct telephone contact when motorists call or Internet website www.vintertrafik.dk.



International exchange of road information

Supplement: International exchange of road information

The Danish Traffic Information Centre sends traffic information to ARC, from where it is distributed to many European countries together with traffic information from other countries.

The Danish Traffic Information Centre exchange traffic information across the border with Sweden in Datex II, and it is also the plan to exchange traffic information across the border with northern Germany.

In addition The Danish Traffic Information Centre sends traffic information to a number of international service providers. Supported by the EASYWAY VIKING EU-project exchange of traffic information across the boarder is being set up with Sweden, and it is also the plan to exchange traffic information across the boarder with northern Germany.

4. On-going research and studies to improve winter management

The winter service technology improves very fast, and high speed communication technologies and systems make it possible to transfer a large amount of data. With time, it also becomes less expensive. Already now it is possible to see very specific information regarding e.g. temperatures, winter service activities, road conditions and salt consumption, but there is still a lot that can be improved. All winter service vehicles equipped with GPS and data collection can be monitored in VINTERMAN.

Also as on-going project "Modelling residual salt" that has as main objective to find models, which enable road authorities to monitor residual salt amount after a given time, taking the traffic intensity and precipitation etc. in consideration. A further goal is to make forecasts for residual salt for different kind of road classes, which will be a valuable supplementary tool for decision-makers in winter centres.

Research of "Section based (Thermo graphic) forecasts of road surface" is also among on-going projects and the objective is to investigate area prognosis and forecasts for the climate affects stretches, the expectations of analysis are to have an idea for prediction of natural behaviour and changes in climatic conditions.

Test of salt spreaders in the Research centre Bygholm:

This project aims to find a method for testing of salt spreaders; the method will set new requirements to spreaders quality and thus ensure a continued development of the winter service.

The project was conducted in close cooperation with the suppliers of salt spreaders. The participating suppliers of salt spreaders were Nido, Kupper Weissner, Falköping and Epoke.

The results of the tests are quite promising, but an adjustment is necessary. The results of tests showed that salt spreading quality could not meet the requirements satisfactorily and there were major differences between spreaders ability compared to the specifications in relation to the quality of the spreading image.

Spreader monitoring and control:

Continuous development in changing road geometry needs much attention from the driver of the salt spreader, is a problem as drivers also need to watch the traffic and road profile.

The winter management system VINTERMAN in Denmark is under continuous development. In connection with this project they are now working with a system linked to GPS-guided salting tied to forecasts for weather and road conditions interacts to section based forecasts of road surface. The intention is that the driver just has to drive the lorry while the GPS and the program control the spreader.

The project includes examination with GPS controlled brine spreading with nozzles versus the spread of salt with dish.

Spreading/Equipment Development Group:

In connection with the development work of spreaders Development Group has over the years created emerging demand and ideas for development projects within the equipment.

Preventing slippery roads at low temperatures: After several harsh winters with periodically very low road temperatures and situations where it has proved difficult the fight against slippery conditions with the known methods/ de-icers, there is constituted a project with the aim to clarify how winter service with very low road temperatures easy as possible.

Winter service of porous asphalt:

The Danish Road Directorate is conducting a new research and development project where the objective is to develop optimised noise reducing pavements with good performance in relation to high noise reduction over long time and long structural lifetime as well as good performance in relation to traffic safety.

5. References

www.vd.dk
www.vintertrafik.dk
Easyway:
<http://www.easyway-its.eu/>

Written by:
Kim Barup Jansen, Freddy Knudsen,
Michel M. Eram
[kbja@vd.dk](mailto:kbj@vd.dk), [fek@vd.dk](mailto:fe@vd.dk),
me5@vd.dk
Operations & Maintenance Department



ESTONIA



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country

Estonia is a small northern member-state of the European Union. Its territory can be compared to Denmark, Switzerland or Netherlands.



Area	45,227 km ²
Population	1,351,000
Density of population	3
Capital: Tallinn	400,000 inhabitants
Latitude (capital)	59°37' N
Cars per 1,000 inhabitants	321
Density of national roads	1 283 km per 1,000 km ²

General facts about Estonia

Estonia is situated on the shores of the Baltic Sea with access to the Atlantic Ocean, extending its reach to the very centre of Europe.

Most harbors are located on the southern shore of the sea and, therefore, goods and people are used to being transported through Estonia. Nowadays international routes like Via Baltica (from Finland through Baltic States to Centre Europe) and Via Hanseatica (connecting old European Hansa towns with Saint Petersburg, Russia) are developed.

The Republic of Estonia is administratively divided into 15 counties.

1.2 Road network

Total road network km	National roads km					Other roads km
	Total, including :	Main roads	Basic roads	Secondary roads	Ramps	
58,034	16,487	1,602	2,391	12,444	50	41,547

2. Climate

Statistics on temperatures and precipitation

Town	Monthly average Temperature (30-years average)					Snowfall (cm) (30-years max)		Precipitation (30-years average) (cm)				
	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Daily maximum snowfall	Maximum snow depth	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Tallinn	1.3	-1.7	-3.4	-4.4	-1.1	25	54	6.9	5.7	5.7	3.6	3.5
Tartu- Tõravere	0.2	-3.0	-4.6	-5.5	-1.2	16	42	5.1	4.6	4.8	3.5	3.6
Narva	0.2	-3.2	-5.2	-6.1	-1.8	15	53	5.5	4.8	4.3	3.3	3.5

30-years average 1979-2008

There are 31 days per winter period affected by snow in Tallinn, the Capital of Estonia.



Average snow cover depth (cm) on field. in February

Snowfalls and slippery conditions usually begin in November and winter conditions last for 5 months until April. But we have had snow even in the end of May. The climate varies from the wet maritime on the coasts to the dry continental in the eastern and southern areas. We must be ready to meet quite low temperatures like – 30 °C. Road surface temperature often alters from minus to plus degrees and therefore the skid control is utmost important.

3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

Legal obligation to perform winter maintenance

Estonian Road Administration is responsible for the winter service of 100% of national roads in Estonia. Winter maintenance on all roads is regulated by following acts enacted by Ministry of Transport and Communications:

1. Requirements for the State of the Road;
2. Requirements for Winter Maintenance Technologies.

It is stated by the Traffic Law that winter tires are required to be used by vehicles up to 3.5 tonnes during the period from December 1 until March 1. Driving with studded tires is allowed from October 1 to May 1.

ADT	Required level of service			
	Main road	Basic road	Secondary road	Local road
Motorway	4	-	-	-
> 8,000	3	-	-	-
6,000-8,000	3	3	3	-
3,000-6,000	3	3	3	-
1,000-3,000	3	2	2	2
200-1,000	3	1	1	1
up to 200	-	1	1	1

Classification of the roads - Levels of service

Requirements for the state of the road

Level 1



Level 2



Level 3



Indicators	Requirements for the state of road by service levels			
	1	2	3	4
State of road surface				
	Packed snow or icy road surface is allowed with anti-skid treatment in unsafe spots.	Packed snow or icy road surface is allowed with entire anti-skid treatment	Wheel tracks free of snow and ice de-icing	Pavement is free of snow and ice entire de-icing
Snow				
Allowed depth of loose snow	< 10 cm	< 5 cm	< 3 cm between wheel tracks	Bare pavement
Allowed depth of slush, mix of salt and snow	< 6 cm	< 3 cm	< 2 cm between wheel tracks	Bare pavement
Width between snow mounds	> 6 m or at least road width	> 8 m or at least road width	Whole driveway and shoulders	Whole driveway and shoulders
Evenness				
Allowed depth of ruts or unevenness in packed snow	< 4 cm	< 3 cm	Packed snow layer < 2 cm between wheel tracks	Bare pavement. When T < -12 °C snow layer < 1 cm between wheel tracks

Maximum Service Cycle Time (h)					
Required level of service	Snow and slush removal	De-icing, anti-skid treatment	Salt-snow mix removal	Sidewalks cleaning and skid control	Treatment of other road facilities
42	2 4 6 8				
35	4 8 8 12				
2	12 8 - 12 24				
1	36 24 (spots) - 12 36				

Required service level	Hours when requirements are applied
Motorway 4	Round the clock
36	:00 - 22:00 On other time service level 2 is allowed
27	:00 - 21:00 On other time service level 1 is allowed
1D	determined by the owner of the road

Rules regarding type and characteristics of materials

Mainly NaCl is used for de-icing. It is suitable for its price and ease of use. CaCl₂ is used for making of moistening brine. According to the Technological Requirements for Road Maintenance amount of salt to be used shall be as follows:

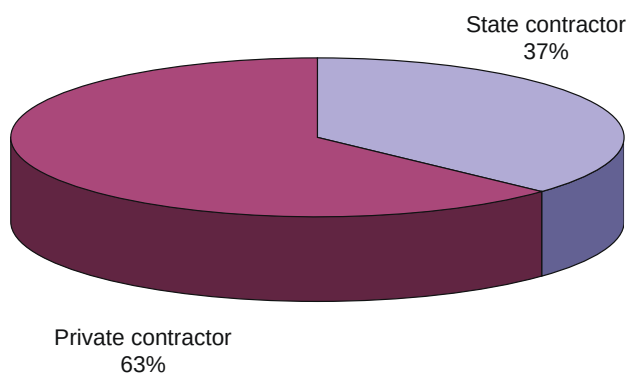
Temp. °C	After snow removal		After wet snow removal		Icy pavement	
	g/m ² k	g/km g	/m ² k	g/km g	/m ² k	g/km
0 ... -2.1	0-20.7	5-150	10-20	75-150	2-5.1	5-40
-2 ... -4	10-20	75-150	20-30	150-225.5	-10	40-75
-4 ... -7	20-40	150-300.3	0-50	225-375.1	0-20.7	5-150
-7 ... -10.4	0-60.3	00-450	50-70.3	75-525.2	0-30.1	50-225

3.2 Organization and operation of winter maintenance

Organization of winter maintenance

The reorganization of road operations in Estonian Road Administration began in 2000. After 8 years of task-work, we have got through to the final stage of our goal. Road operations are fully entrusted to the contractors and the contracts we have entered into are on a large scale performance-based. contractor 37%

Level of winter maintenance
Privatization 2008



The three principal spheres of work of a maintenance undertaker – routine service, periodic service and retain repairs are all included in a single contract that lasts for 7-8 years. The evaluation of and payment for routine service is fully performance-based. That means there is no counting of amount of work that has to be done; the attainment of the required service level is what counts.

In Estonia, we have 5, 7 or 8-years maintenance contracts. Since the year 2000, 14 countywide performance-based contracts (1000-1200 km) and 3 road-master-area wide (400 km) contracts have

been launched. Usually, 4-7 bidders compete. Road maintenance market is progressively developing in Estonia, depending on the location of road construction companies- the most developed is Tallinn area. Tartu follows the next. There is less entrepreneurship on islands and in the Southern Estonia.

Operational management of winter maintenance

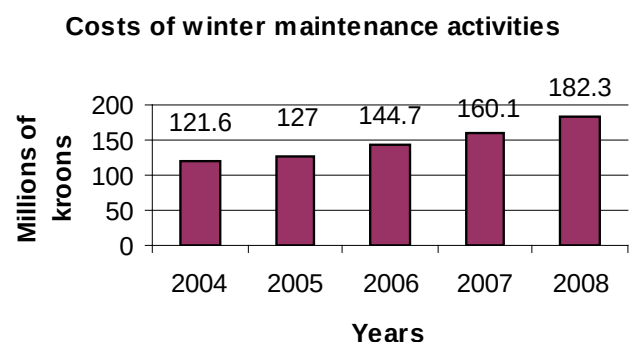
Three-axle SISU- and SCANIA-type trucks are basic trucks for winter road maintenance. UNIMOG- and VOLVO-type trucks are less used. For de-icing treatment mostly NIDO and SALO-type salt spreaders are preferred. For snow removal different types of front, side and under body ploughs are used.

Consumption of de-icing materials

The amount of de-icing materials is constantly decreasing because of the fact that new spreaders and the pre-wetting technology have been taken into use and de-icing is carried out on time.

The amount of salt used depends on winter conditions, especially on how many times temperature varies between plus and minus degrees. In winter 2006/2007 31.0 thousand tonnes and in winter 2007/2008 36.1 thousand tonnes of NaCl was used.

Costs of winter maintenance activities Years



Special requirements for start up, maintenance and using of ice roads are fixed



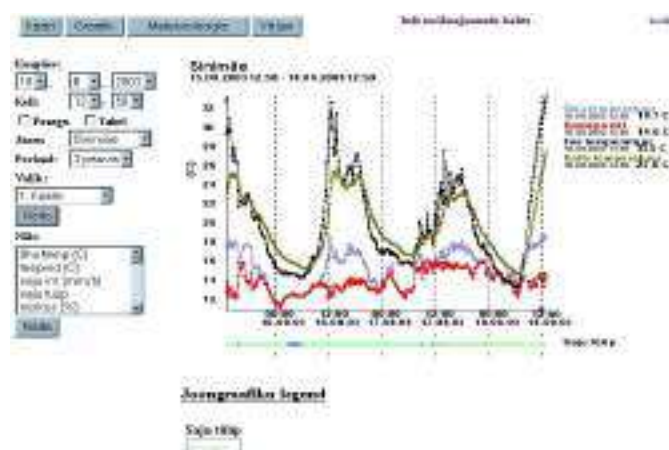
Signs with the name and telephone number of a contractor are installed on the borders of contract areas to inform road users and to promote competition between neighboring maintainers.



Main characteristics of Estonian Road Weather Stations and Road Weather Forecasts

In Estonia two types of road weather stations are used: 20 ROSA stations made by Vaisala (Finland) and 30 GMS stations made by AerotechTelub (Sweden). The ROSA stations measure the same data as GMS stations measure plus some additional information about road surface. Some of ROSA stations also have more advanced precipitation and visibility sensors called PWD. The ROSA stations measure the following parameters among others:

- air, dew point, surface and pavement temperature;
- air humidity;
- wind speed and direction;
- type and amount of precipitation. also visibility (not in all stations);
- road surface status – dry, wet, snowy, slippery, icy etc.;
- the amount and concentration of salt.



Unfortunately, our road weather stations do not provide any weather forecasts. they only give information about the past and present weather conditions on the road. It is the task of different computer programs to do the fore- casts. Estonian Road Administration in developing them in good cooperation with Estonian Meteorological and Hydrological Institute.

Another important part of Estonian RWIS are road cameras. There were 16 road cameras in Estonia at the beginning of year 2009 and the network is growing constantly; each year at least 4-5 new cameras should be installed on major roads to help road masters to have visual information on road and weather conditions after every 10-30 minutes

3.3 Assessment of the snow and ice control measures

The Guide for Inspection of Roads stipulates the road inspection order for supervision.

According to the Guide all inspections are grouped in two groups: one that is done on daily basis and; another that is done monthly.

The main idea of daily inspection is to check selectively whether the actual road condition complies with the requirements stated by the Requirements for State of Road and whether operations of the maintainer are in accordance with the Technological Requirements for Road Maintenance Works. The route to be inspected is chosen according to the principle of importance by the supervisor doing the inspection. The purpose of monthly inspection is to check the actual road conditions in a wider area. The route to be inspected is chosen on the random basis. A commission comprising a representative of the contractor, representatives of the supervisors and owner do the inspection. During the monthly inspection 20-30% of roads at all service levels have to be checked.

It is allowed to check less than 20% of roads during monthly inspection but then there has to be additional inspection during the next month or two to ensure that the monthly average requirement is fulfilled.

Inspection is mainly done visually. In case of necessity different additional measurements can be done. Some of the measurable parameters are: thickness of snow, width between roadside snowdrifts, and depth of ruts, compliance with timeframes for maintenance cycles, etc.

Noticed shortcomings are written to the Web-based logbook and deadlines for correcting things are given. If the total amount of deficiencies is bigger than allowed, different sanctions against the contractor can be applied.

Teehoolde järelevalve päevik

Päring: Järelevalve insener - Urmas Ilves. Hoolde teostaja - Vooremaa Teed AS. Viimase nädala andmed

Kuupäev	Tee-nr.	Algus TO	Aadress	Lõpp TO	Aadress	Puudused ja märkused	Foto	Täitja	Täitmise tähtaeg
2005-01-04	3	10	0	14	3407	TO_11-augud kattes (lennuväljal)			14.01.05
2005-01-04	36	1	0	5	5138	korras			00.00.00
2005-01-05	14121	1	0	1	4497	Sadala lume konarused lubatust suuremad			07.01.05
2005-01-05	14120	1	0	1	7136	vajab sahkamist			07.01.05
2005-01-05	13168	2	0	3	4999	VAJAB SAHKAMIST			07.01.05
2005-01-05	14119	1	0	1	2283	korras			00.00.00
2005-01-05	36	1	0	3	8781	korras			00.00.00
2005-01-05	14135	1	0	1	7691	tase 0 - tagada seisunditase 1			06.01.05
2005-01-05	14136	1	0	1	3575	korras			00.00.00
2005-01-05	14117	1	0	2	6011	korras			00.00.00
2005-01-06	14133	1	0	3	5178	korras			00.00.00
2005-01-06	14109	1	0	1	1981	korras			00.00.00
2005-01-06	14107	1	0	2	1785	korras			00.00.00
2005-01-06	14101	1	0	3	8804	korras			00.00.00
2005-01-06	14241	1	0	1	2155	korras			00.00.00

A sample of a query from an inspection logbook: (in Estonian)

3.4 Traffic safety and information

Information provision to the road user

Road Information Center was established in 1996 to improve the traffic information for road users.

Estonian Road Administration buys the service of collecting and spreading of road information from a private company. A 3-year contract was signed after an open tender held in the end of 2003. In the contract there are certain rules that the private company has to follow in collecting information from road weather stations, meteorological center and road users.

The Road Information Center has to inform radio stations, police and road masters about traffic and road weather conditions at least twice a day and has to renew aforementioned information on Road Administration's web page as well.

So there are several possibilities for road users to gain information about traffic and road weather conditions: calling directly to the road information center, looking at Road Administration's web page or www.balticroads.net web page.

Balticroads.net – a cross border Road Information project

<http://www.balticroads.net/> service is provided in cooperation between the National Road Administrations of Finland, Estonia, Latvia and Lithuania to inform the road users of the current road weather conditions in the Baltic Sea region. Automated Road Weather Information System (RWIS) is used to continuously record the current and predicted status of driving

conditions on the road network. By now there are a total of 149 road weather information stations in the Baltic States:

- Estonia - 58 stations;
- Finland - 23 stations;
- Latvia - 30 stations;
- Lithuania - 38 stations.

The five countries have now joined resources to develop a common Internet interface to share and transfer the existing RWIS data collected around the Baltic Sea Region more effectively to the transport sector and other road users.

The overall goal of the Internet interface is to provide better access to the accurate road weather information for the transport industry and the driving public thus resulting in better service and improved traffic safety. The co-operation between the national road administrations improves the utilization of the information from the existing road weather information stations in road maintenance operations. In addition, the co-operation includes enhanced training for local authorities in RWIS management.

The Baltic RWIS Internet interface provides current data (less than 30 minutes old) on the local road weather displaying data such as: road and air temperature; type of precipitation; road condition; wind speed and direction; as well as dew point and humidity.



A sample of a query from Web site

Use of weather related road sensors and variable road signs

In Estonia we have three variable road signs. two of them situated on one of our main roads Tallinn – Tartu and one is on Tallinn-Narva road. In a road segment of 7 kilometers many winter accidents happen. The reason for these accidents may be rapidly changing surface conditions caused by the nearby swamp.

A Finnish company, Sabik, manufactured all VMS signs. The contractor responsible for winter road maintenance manually controls the signs. Suggestions about speed and warnings about slipperiness are given to motorists.

An idea for the future is to develop software that could automatically select the important information to be shown on traffic signs. The principle could be that parameters measured by the local road weather stations would directly be shown to road users - road temperature or road surface status for example.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

There are 2 different subjects related to winter maintenance that are researched at present.

The first is a friction factor of road pavements and possibilities of implementing its measuring system in Estonia to assess winter road conditions more precisely.

Another topic is the possible use of CaCl₂ as a more effective de-icing material on winter roads in Estonia.

5. References

Authors: Kuno Männik ;Tõnu Asandi; Rain Hallimäe
Estonian Road Administration
463a Pärnu Road. 10916 Tallinn. Estonia
Tel. 372 611 9300 / Fax 372 6119360
E-mail: estroad@mnt.ee



FINLAND



1. Demographics and Roads

1.1. Information about the country



Figure 1 Finland's location

Finland is a country in northern Europe with an area of 338,432 km². It is situated between Sweden, Russia and Norway and borders on the Baltic Sea too. The country has 5.4 million inhabitants, 16,03 per square kilometer, most of whom (67%) live in towns or urban areas. About one million people live in the metropolitan area of Helsinki.

1.2. Road network and traffic

Roads are especially significant in Finland, because it has a large surface area but is sparsely populated. What's more, from the viewpoint of central Europe, Finland is located on the margins. Most exports to this most important market area are transported by sea. From the standpoint of the competitiveness of industry and commerce, functional logistics are vital, especially the functionality of the internal transportation system. Road transport accounts for 67% of total freight transport.

The road network comprises 78,140 km of public roads, of which 51,000 km has asphalt pavement. 779 km of these are motorways. In addition, there are 26,000 km of streets and planning roads and 350,000 km of private roads.

Passenger cars travel 31,100 million km and buses and trucks 3,060 million km per year on the public road network. Public roads carry about 67% of all traffic.

Traffic volume during the six winter months is around 45% of the year-round volume. In many fields of industry and commerce, the share of transports taking place in the winter months is greater than that in summer. Communities, industry and commerce that depend on transports and road traffic expect transportation to function reliably all year round.

Area	Total snowy regions	338,432 km ²
Population	Total snowy regions	5.4 million
Length of road	Public roads	78,140 km
	Streets and planning roads	26,000 km
	Private roads	350,000 km
Latitude (capital)		60°19'N

2. Climate

2.1. Overview of climatic areas

Finland is situated between the 60th and 70th northern parallels in the Eurasian continent's coastal zone. The mean temperature in Finland is several degrees higher than that of other areas in these latitudes, e.g., Siberia and south Greenland. The temperature is raised by the Baltic Sea, inland waters and, above all, by airflows from the Atlantic, warmed by the Gulf Stream.

Conditions differ in the various different parts of the country. In the coastal areas, where the climate is closer to a marine climate, weather and driving conditions vary greatly and slippery conditions develop easily. In the country's eastern and northern parts, the weather resembles a continental climate and is clearly colder.

2.2. Statistics on temperature and precipitation

In Southern Finland the average winter temperature is about -2°C and in the North approximately -8°C (Figure 2). The annual rainfall is less than 600 mm in the North and 600-700 mm in the South.

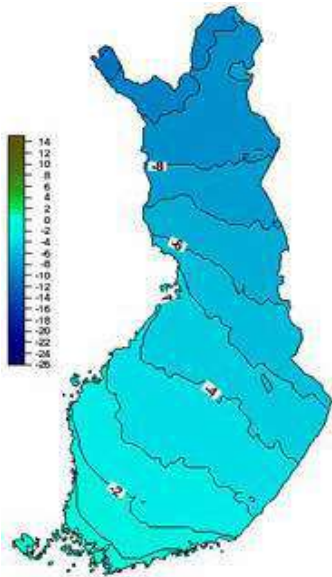


Figure 2 Mean annual winter temperature ($^{\circ}\text{C}$) during 1971-2000

Permanent snow falls usually in October or November in the North and in December in the South. The long-term average snowfall converted to millimeters of water varies from 120 to 220 mm in different parts of Finland (Figure 3). This amount of snow accumulates throughout the winter season, mainly as snowfalls under 10 mm.

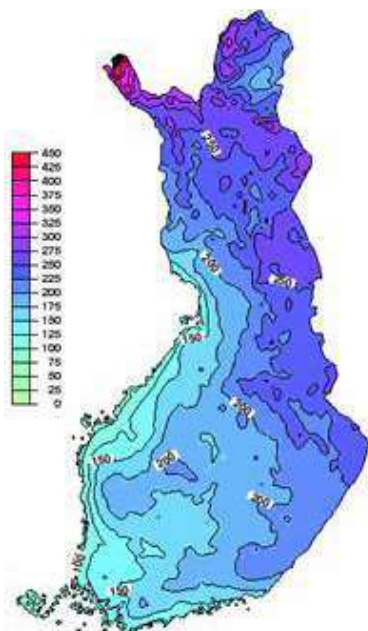


Figure 3 Mean annual snowfall (mm) during 1971-2000

There is a coastal climate on southern and western part of Finland and more a continental climate in eastern and northern part of Finland. The Baltic Sea and especially the Gulf Stream are making the climate warmer. Weather conditions can change quickly in wintertime.

The anti-icing is main concern in coastal area and snow removal more in eastern and northern part of Finland due to the climate differences.

2.3. Winter indexes

Finland does not currently use any index that would describe the severity of winter purely from the perspective of weather conditions.

Finnish Transport Agency procures road maintenance, and the leveling out of the pricing risk resulting from the level of severity of the winter must still be taken care of between the client and the contractor.

3. Winter Road Management

3.1. Standards and rules

The Finnish Transport Agency is a state agency responsible for the management of the countrywide public road network. Streets in cities and municipalities are the responsibility of the municipalities. The private road network is the responsibility of the landowners living along the private roads.

The winter maintenance policy is based on traffic laws concerning winter tires, especially studded tires, and on the possibility of using salt to combat slipperiness. Winter tires have to be used from 1 December to the end of February. Studded tires are allowed to be used from 1 November to 31 March.

Road classification

The road network is divided into five main maintenance classes (Is, I, Ib, II, III). In addition, class Ib has a corresponding maintenance class TIb for built-up areas. Pedestrian and bicycle paths are divided into two maintenance classes (K1, K2).

Each class has a different level of service and quality standards. The level of service is mainly defined according to traffic volume, road functional class and regional climate, but local conditions, nature and composition of traffic, speed limit and qualitative integration with the level of service of municipality's road network are also taken into consideration.

Most of the main road network belongs to categories Is, I and Ib. Categories Is and I are completely free of ice and snow for

most of the winter. Salting is the main anti-slipping procedure on these roads. Class Ib is maintained using less salt and the conditions are clearly wintrier than in categories Is and I, but otherwise the level of maintenance is high. Classes II and III are used on quiet roads. Very little salt is used. Instead, sand is used to combat slipperiness.

Quality standards

A friction value is held as an important quality standard in Finland because packed snow and ice is also allowed on the main roads. In many places, the traffic volume on the main roads is so low that a reasonable amount of salt is not able to keep them bare. The friction value is measured by friction meters (either traditional braking meters like El-trip or new acceleration sensor meters).

Table 1 Correlation between friction values and driving conditions. The friction value is measured by C-Trip.

Friction value	0.00-0.14	0.15-0.19	0.20-0.24
Road surface condition	bad driving conditions, wet ice, very slippery	icy, slippery	tightly packed snow, satisf. winter conditions
	0.25-0.29	0.30-0.44	0.45-1.00
	rough, packed ice and snow, good winter conditions	bare and wet, not slippery	bare and dry, not slippery

The following tables present the main quality standards and reaction times of winter maintenance.

Table 2 Quality standards of anti-icing

Winter maintenance class	Is	I	Ib
Normal	0.30	0.28	0.25
Friction requirement	road surface below -6 °C 0.25	road surface below -4 °C 0.25	spot sanding 0.25 line treatment 0.22
Cycle time	2 h	2 h	salt 3 h sand 4 h

Winter maintenance class	II	III	K1	K2
Normal	Roughened surface, problem locations are spot sanded	Roughened surface, problem locations are spot sanded	According to traffic needs	
Friction requirement	Line sanding of icy compacted snow	Line sanding of icy compacted snow		
Cycle time	6 h line sanding	8 h line sanding	2 h	

Table 3 Quality standards for snow removal

Winter maintenance class	Is	I	Ib
Maximum snow depth	4 cm	4 cm	4 cm
Cycle time	2.5 h (slush 2 h)	3 h (slush 2.5 h)	3 h

II	III	K1	K2
8 cm	10 cm	3 cm	4 cm
4 h	6 h	3 h	4 h
		Ploughed clean before 06	Ploughed clean before 07

Only half as much slush is allowed as snow.

Table 4 Quality standards for surface evenness

Winter maintenance class	Is	I	Ib	II	III	K1	K2
Evenness requirement	-	1 cm	1.5 cm (Tib 2 cm)	2 cm	2 cm	2 cm	2 cm hindering ruts

Tailor-made maintenance

If special traffic needs so require, timing or quality on specific sections on road may be modified locally without changing the maintenance class. The target of tailor-made maintenance is to improve the service provided for road users based on the special needs of the customers.

Rules regarding materials and equipment

Winter maintenance is ordered from contractors based on the principle of quality responsibility. It is thus the contractor's own decision as to which kind of treatments and equipment are used. The only requirement of the owner regarding the equipment is that it is safe, noticeable enough and suitable for the use.

The anti-icing materials intended for use must be accepted by the owner. Only moistened salt and brine are allowed to be used to prevent slipperiness. Calcium chloride is not recommended but allowed to be used in small amounts for moistening or black ice. Also potassium formate is used locally in aquifer areas because it has proven to degrade before it goes to ground water and does not cause more corrosion than sodium chlorite. The size of the de-icing sand grains must be 6-8 mm depending on the road class.

The customer satisfaction bonus

The Finnish Transport Agency has actively tried to find ways to improve the service provided for road users. The target has been to find ways of improving the service without significantly increasing the costs. As one of the ways of encouraging contractors to serve road users better, the Finnish Transport Agency has developed a customer satisfaction bonus to be paid to contractors.

In spring 2004, a separate research and development project was done to develop the customer satisfaction bonus, as well as already piloting the bonus scheme at the same time in relation to five contracts that begin in 2004.

The bonus, which is based on customer satisfaction, has been used since 2004 in little different forms. Bonus on customer satisfaction is available annually. The extent of the bonus depends on 6 different assessment factors, of which 4 relate to customer satisfaction, one deals with the success of winter maintenance and one relates to the success of summer maintenance on the basis of an assessment carried out by the client. The assessment carried out by the client is based on the reporting of the contractor in relation to measures taken. Customer satisfaction bonus is paid annually and the extent of the bonus varies between 0 and 2 percent of the annual costs of the contract.

The bonus system has not proved to be as good as expected. Customer satisfaction is so strongly depending on weather conditions that it effects more than the contractor's actions. The bonus system is, however, an effective way to get contractors to understand that road users are also their customers.

3.2. Organization and operation of winter maintenance

Organization

In 2001 the Finnish National Road Administration was divided into the Finnish Road Administration (Finnra), which orders services from producers, and the Finnish Road Enterprise, which takes care of construction and maintenance among other contractors and also provides consultation services. In the beginning of 2008 Finnish Road Enterprise became known as Destia. The Finnish Road Administration, Railway Administration and Maritime Administration were united together and the Finnish Transport Agency was established in the beginning of 2010. The regional Centres for Economic Development, Transport and the Environment (ELY-centres) manage the regional implementation and development tasks of the state administration.

The Finnish Transport Agency specifies national policy, quality standards and guidelines of procurement process. The regional ELY-centres are clients doing the competitive biddings in practise and paying to contractors

In Finland, client orders winter maintenance along with summer maintenance as area maintenance contracts from contractors. The contractors for each region are chosen on the grounds of a price and quality competition.

There are nine ELY-centres, which are responsible for the ordering of the maintenance of their own area under guidance of the Finnish Transport Agency. There are 81 regional contracts. Every regional contract includes 500-2000 km of road network and lasts 5-7 years.

Determining the level of service of winter maintenance is the responsibility of the Finnish Transport Agency. Road users' opinions regarding the maintenance of the previous winter are sought out by a customer satisfaction survey every spring. They are taken into account in the planning work when possible. Direct feedback from the road users is also collected.

Operational management

Each contractor has the overall responsibility for the maintenance of the roads included in the contract area allocated to them, taking care of the supervision of the project, the performance of the maintenance duties, the assurance of quality and the necessary purchases.

The contractor plans and decides on the procedures that are to be carried out in relation to the road network and, by monitoring weather conditions and the conditions of the roads,

ensures that the necessary measures are carried out at such a time that allows for the fulfillment of the quality requirements. In addition, the contractor is responsible for acquiring the equipment necessary for carrying out the work, as well as the personnel and materials. Subcontractors are also employed. The contractor must present a plan to the client regarding the execution of the procedures and quality assurance, prior to signing the contract.

The most important measures involved in the maintenance of roads in a condition set out in the quality requirements during winter are the removal of snow, prevention of slipperiness and ensuring a level surface of the road. In addition, the contractor must ensure that traffic symbols are clean and that banks of snow are lowered. The contractor must also keep in contact with the contractors responsible for adjoining areas, in order to ensure consistency in quality across the borders of different contract areas.

Road information provision

In order to ensure the timeliness of winter maintenance, various kinds of information on the current and impending weather conditions are necessary. To this end, client (the Finnish Transport Agency and ELY-centres) has at its disposal road weather stations and weather camera systems. In addition, client subscribes to various kinds of weather reports as well as satellite and radar images from external organizations. The supplier of weather information is also selected through competitive tendering. The weather information produced and subscribed by client is also available to the regional contractors. Contractors can acquire additional weather information services to those provided by the client at their own expense.

The road weather station network consists of over 375 road weather stations. The stations gather information on factors affecting the weather and driving conditions, such as the temperature of ambient air and the road surface, wind velocity and the moisture level of the road surface. The road surface information is assessed using a small sensor placed on the road surface. In addition there are optical remote surface state sensors, which give also the surface friction value (0.0-1.0). These sensors are combined to the 150 normal road weather stations. In the winter, road weather information is updated at least three times an hour. The information is updated more regularly when the temperature approaches zero, as this is when the weather is at its worst from the perspective of drivers and road maintenance staff. During the summer months, the information is updated approximately once an hour. The locations of the road weather stations along the road network are shown in Figure 4.

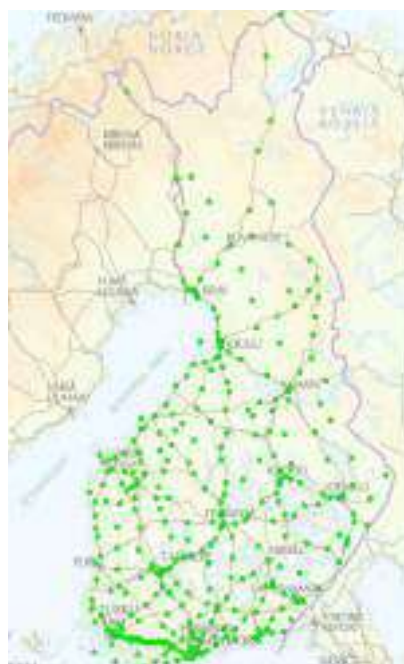


Figure 4 Locations of the road weather stations.

The weather camera network of the Finnish Transport Agency and ELY-centres comprises over 500 weather cameras. The network provides equal coverage of the whole of the Finnish public road network. In the autumn and the winter, all cameras are operational. The weather camera image is updated at an interval of approximately 15-90 minutes; more regularly in bad weather, and less regularly in good weather. The locations of the weather cameras along the road network are shown in Figure 5.



Figure 5 Locations of the weather cameras.

3.3. Assessment of the snow and ice control measures

Costs

The modest average daily traffic and long road network, which is maintained year-round to ensure usability, unavoidably leads to a relatively low level of cost-effectiveness. The annual winter maintenance costs have, however, been in same level as a result of competitive bidding. Winter maintenance costs of public roads (78,140 km) are about 98 million euros. This indicates a cost of approximately 1,250 euro/km.

The Finnish Transport Agency finds the winter maintenance of lower-level roads (usually with a maintenance class of III) an especially demanding challenge and the users of these roads are unsatisfied with the maintenance. The number of lower-level roads is considerably higher than that of main roads, but only a fraction of the traffic takes place on these roads. The average daily traffic is often only a few hundred cars, whereas main roads usually have thousands if not tens of thousands of cars travelling along them every day. This is why focus on the maintenance of main roads provides higher efficiency in improving safety in traffic, for example. Due to the large number of lower-level roads, even a small increase in the level of quality creates significant additional costs. The division of roads, traffic and winter maintenance costs in relation to different maintenance classes is shown in Figure 6.



Figure 6 Road lengths, traffic volumes and costs of winter maintenance in different maintenance classes 2012.

Salt consumption

The most significant environmental issue resulting from winter maintenance is the damage suffered by ground water due to the salt used in anti-icing. The use of salt is especially popular in the coastal regions of Southern and Western Finland, where weather conditions often change suddenly and where there are large amounts of traffic. In some areas of Northern Finland, there is no need to use salt at all, as the amount of traffic is low and the weather conditions are colder and more stable.

The reduction of the harmful effects of salt is aspired to in many ways. According to the winter maintenance policy of the Finnish Transport Agency, very little salt is used on groundwater areas for anti-icing, or potassium formate is used.

Due to significant wastage, the use of dry salt is forbidden as anti-icing. Salt is applied either as a solution or it is moistened prior to spreading. Roads in classes Is and I are kept unfrozen throughout the winter, as a result of which slipperiness of these roads has been prevented in advance, whereby less salt is required than in situations involving already-formed layers of ice.

In order to restrict the use of salt, the Finnish Transport Agency also defines on an annual basis the amount of salt to be used in each contract area on the basis of salt amounts used in previous years. In addition, separate, stricter restrictions are set for the use of salt on the groundwater areas. If the contractor uses more salt than has been agreed, fines will be enforced. Correspondingly, if salt is left over, the contractor will receive a bonus. Salt bonus system is not used in all contracts. The accepted amount of salt is, however, increased in winters that are considerably warmer than average.

The contractor is also expected to store the salt in covered facilities that have drainage, to ensure that groundwater across the rest of the environment is not at risk.

The contractor is responsible for ensuring and demonstrating the achievement of the quality of their work, as agreed in the quality plan. Quality reporting comprises reporting of the procedures that have been carried out and any deviations that have occurred. The reporting of procedures is realized through so-called cross-section monitoring, where the contractor discloses all measures taken in previously agreed reporting points and the times when these measures were performed. The contractor is expected to fill in a separate deviation report whenever the quality requirements are momentarily not met in relation to an individual section of the road network. The client expects the contractor also to keep an event log, where procedures, quality assurance and notes are recorded.

The client monitors the efficiency of the quality assurance measures taken by the contractor, and carries out random checks to ensure that the work is being carried as agreed. Consultants are used to assist these random checks, especially during night time and at weekends. If a failure to meet the quality requirements is identified, the contract will receive a warning or a fine.

The contractor will receive payment for the work done on a monthly basis.

3.4. Traffic safety and information

Communicating traffic and road conditions improves safety and smoothness of traffic and reduces damages and harm suffered by the road-users and the environment as a result of traffic. The Finnish Transport Agency has a Traffic Information Center that provides road-users with up-to-date information on the traffic and weather conditions as well as disturbances in traffic, such as accidents.

The Traffic Information Center provides information on traffic conditions primarily through the mass media – the radio, television and the Internet. The images from nearly 460 weather cameras and over 100 traffic cameras of the Finnish Transport Agency as well as information gathered by about 400 road weather sites are available on the website of the Finnish Transport Agency. Road users can also report any disturbances that they witness on the roads to the line for road users maintained by the Traffic Information Center. In addition, road users are guided with the help of changing road signs and traffic symbols to select their route in such a way as to make travel time as short as possible and the level of service as high as possible throughout the journey.

Variable speed limits exist on some important 2-lane main roads and motorways comprising over 400 kilometers in total. The speed limits are displayed according to the road surface condition and weather monitored in real time. Occasional disturbances for traffic such as road accidents or road maintenance work may be reasons for a lowered speed limit displayed as well. Furthermore, variable message and traffic signs may be used as complementary tools, for example, to inform the drivers of road weather conditions or important traffic incidents. Variable speed limit signs have also been installed at some special sites where accident risk is high, in order to lower the speed limit for a short period of time.

In addition to the road weather stations and the weather cameras, the Traffic Information Center gathers the information it needs for communicating and guiding traffic through an automatic traffic measuring system (LAM). The system comprises 450 traffic-measuring devices with sensors placed

on the road as well as the related systems for transferring, storing and printing out the information. The system provides information on the amount of traffic on a stretch of road, the average speeds and the overall time spent on a journey.

The information is used not only for monitoring and communicating traffic issues but also for planning road maintenance. For example, the daily maintenance of a road can be carried out in a more meaningful and economic way through taking advantage of the information on amounts of traffic at different times of the day. The system also provides information for traffic safety studies, indicating the breakdown of a driving experience in terms of speed and distance between cars in different conditions and as a result of different factors. By combining traffic information with the weather information produced by the road weather system, the development of a risk of accident can be studied with regard to different weather and congestion conditions, as can the effect of winter speed limits to the travelling speed of cars, for example.

In addition, the Traffic Information Center receives up-to-date information on the condition of the road network from other authorities, such as the police, the emergency centers, road services and regional contractors, as well as from road users via the telephone line for road users. Special road weather forecasts are produced by meteorological services and weather radar and satellite pictures are available for both winter maintenance operators and the Traffic Information Center.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

Developing friction meters

In Finland, the road authorities, quality control consultants and the private winter maintenance contractors measure the road friction. The Finnish Transport Agency specifies the instruments and methods to be used in public roads friction measurements. In Finland, during last 25 years, road friction measurement has based on the method, where the small electrical in-car accessory determines the deceleration during braking and therefore estimate the friction.

These traditional friction meters have one remarkable shortage: the meter installation needs professional expertise and becomes more difficult when electrical systems in the new vehicles are getting more complicated. That's why new friction meters utilizing acceleration sensors are today so interesting. For these new meters, it's enough to install them firmly near to the dashboard. If the installation is firm enough, the

deceleration measured by the acceleration sensor is same as the deceleration of the vehicle during braking. And the friction value displayed is relative to the deceleration.

The object of Finnish friction studies has been to assess if the new friction meters with the acceleration sensors are so reliable and accurate, that these meters can be utilized in winter maintenance quality control in Finland. Furthermore, the object has been to determine quality requirements for friction meters.

Friction meter comparison study included several friction meters intended to use in winter maintenance quality control, as well as some other types of friction meters.

As a result, the quality requirements for friction meters were introduced and many new meters based on acceleration sensors were accepted for friction measurements.

5. References

Statistics Finland: http://www.stat.fi/index_en

Finnish Transport Agency: <http://www.fta.fi>

ELY-centres: <http://www.ely-keskus.fi/en>

Travel and traffic information:
<http://www.liikennevirasto.fi/alk/english/>



FRANCE

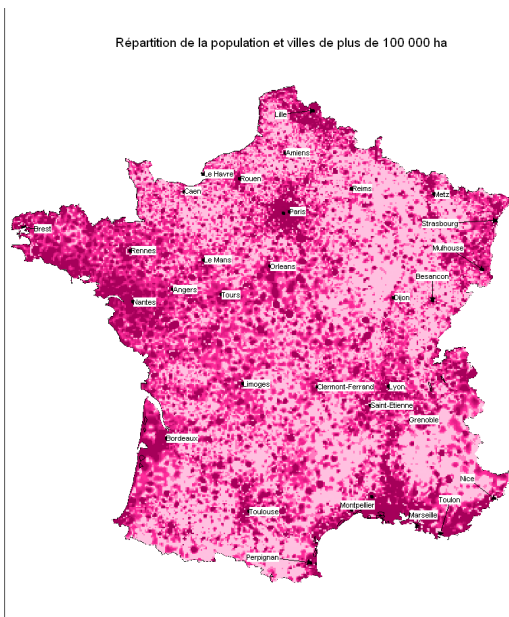


INDEX

1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country

Surface area	551,000 km ²
Population	65,8 million
Density	117 inh. /km ²
Capital	Paris
Latitude (capital)	48.8 N



Repartition of the population and cities of more 100 000 inhs

France is a country of average size located on the Atlantic. Its 65,8 million inhabitants are somewhat unevenly distributed across its territory.

Its geography is very diverse, as is its climate, making France a preferred tourist destination. Aside from the major economic activity generated by tourism, France's industrial and agricultural sectors remain very active. The country's administrative organization and history have given France a very dense network of roads.

1.2 Road network and traffic

As a whole, the French road network represents about 1 million kilometers. The State operates 2% of the network, i.e., 21,000 km of national roads and conceded motorways. State departments are divided into 11 DIRs (interdepartmental road directorates) managing 9,000 kilometers of national roads and 2,800 kilometers of motorway. Motorway concession holders manage 8,400 kilometers of roads. General councils manage 380,000 kilometers of departmental roads.

Communes manage 600,000 kilometers of communal roadways. There are around 31 500,000 private vehicles and 6,500,000 utility vehicles.



Network of DIRs

Fig.: ... de routes = ... of roads

Préfectures = Prefectures

Autoroutes concédées = Conceded motorways

Les pointillés... = The dotted lines represent the theoretical routes that will be incorporated in the national road network once they have been completed. These will replace the current routes, where applicable.



Conceded motorway network

Fig.: Projet d'autoroute concédée = Conceded motorway project
Réseau non concédé = Non-conceded network
Les sections... = The broken lines represent projected segments and indicate the proposed layout.

2. Climate

2.1 Overview of climatic areas, main winter events to be addressed

France can be divided into five main climatic areas:

Mediterranean climate

Temperatures are mild in winter (7 to 9 °C on average in January), but the windchill can sometimes cause a sharp drop in temperature. There are 20 to 30 days of frost per year and often fewer along the coast. Snowfalls are rare and the population is not accustomed to them; however, between 700 and 800 millimeters of rain falls every year over 70 to 80 days.

Oceanic climate in the west of France

Rain is frequent but of low intensity (between 150 and 180 days per year). Humidity is high and temperatures are mild.

More or less oceanic climate

Less precipitation and colder winters. More days of frost.

Tangible continental climate: From north to east. Dry, harsh winters with snowfalls.

Mountain climate: (Vosges, Jura, Alps, Pyrenees) Due to altitude: lower temperatures and more frequent precipitation (snow).



Fig.: Climat océanique = Oceanic climate

Climat océanique plus ou moins altéré = More or less altered oceanic climate

Influences continentales sensibles = Tangible continental influences

Climat de montagne = Mountain climate

Climat méditerranéen = Mediterranean climate

Climate	T °C	Precipitation		
	January	Quantity per year in mm	No. of days	Days of Frost
Mediterranean	7 to 9 °C	700 to 800	70 to 80	20 to 30
Oceanic	5 to 7 °C	700 to 900	150 to 180	15 to 45
More or Less Oceanic	2 to 5 °C	600 to 700	140 to 160	40 to 60
Continental	-1 to 1 °C	700 to 900	150 to 170	70 to 90
Mountain	-1 to 4 °C	1000 to 1500	170 to 180	70 to 90

2.2 Winter index used in the country

A winter index was developed based on meteorological data. It is calculated for an entire winter and characterizes the latter.

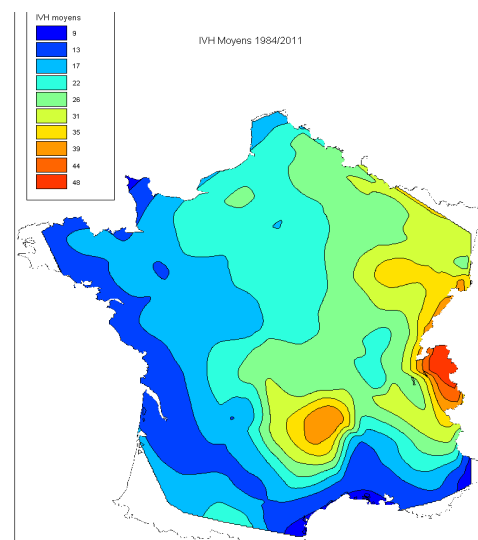


Fig.: IVH moyens = Average WSIs [winter service indices] over 27 years (1984-2011)

3. Winter Road Management

3.1 Standards and regulations

In France there is no legal obligation to provide winter maintenance. The managers have however duties of police relating to safety, the safety of the road users and the guarantee a normal maintenance of the way and a use in conformity with its destination.

Documents produced and distributed by the MEDDE (French Department of Ecology, Energy, Sustainable Development and Territorial Development) set out general rules. The other Road managers (motorway concession holders, general councils) draw from the regulations established for national roads to define their levels of service or develop their own specifications. There are documents on the organization of winter maintenance (Winter Service Organization File (WSOF) and Winter Service Operating Plan (WSOP)) (SETRA 1994, SETRA 2009 comprehensive approach methodological guide).

These documents (circular, departmental WSOF, local WSOP), allow to define the levels of service based on the harshness of winter and the type of network. The Winter Service Organization File is a kind of contract between owners of the road and main contractor. It informs the various partners of the objectives, limits and measures taken for winter maintenance. It explains the organization and actions to be taken in each situation. It also aims to ensure some consistency between road managers. Threshold meteorological situations are defined. The WSOF sets out the measures regarding road information.

The Zonal Bad weather Plans (PIZ) or snow plan are worked out to face the weather situations (falls of snow, rains verglaçantes...) suitable to severely degrade the conditions of circulation on the road network. They aim to ensure the traffic flow, even under degraded conditions, (measures of traffic management) and to contribute to the people safety. The co-ordinating authority is the prefect of zone which use a zonal PC of which the CRICR (Regional Center of Information and Road Coordination).

Winter road conditions Ci that users may encounter due solely to the presence of snow or ice on the road form the basis of a common language. Cis are used to establish levels of service and winter road information.

Condition de conduite Niveau	Illustration	Service / code couleur	Perception du danger	Probabilité d'un bouchon
C1		Normal (vert)	Aucun objet	Aucun objet
C2		Difficile (orange)	Faible présence de neige plus perceptible après traitement	Faible, possible en pente ou rampes supérieures à 3%
C3		Difficile (rouge)	Aucun pour la neige faible pour le verglas	Faible
C4		Impossible (noir)	Extrême	Extrême souvent

Table above:

Winter driving conditions	Depiction	Heading/ color code	Perception of danger	Probability of a jam
C1		Normal (green)	N/A	N/A
C2		Tricky (orange)	Low (presence of ice barely perceptible; localized snow)	Low, possible on slopes or inclines greater than 3%
C3		Difficult (red)	Easy for snow Low for ice	High
C4		Impossible (black)	Clear	Traffic fully jammed

Road conditions (RC)	Black Ice	
	Standard 99-320 terminology	Operating terminology
RC1	Dry, Transitory moist, Moist, Wet, Streaming wet	Absence
RC2a	White frozen, Frosted, Icy, Ice	Localized, thin formation of ice (freezing of existing moisture or condensation) or ice patches
RC2b	Localized or thin	
RC3	Frosted, Generally icy due to the freezing of supercooled droplets or freezing of preexisting water	Generalized formation of ice due to the freezing of existing moisture
RC4	Generally icy following precipitations on the road at below-zero temperatures or supercooled precipitations	Generalized formation of ice following freezing rain

Road conditions, example of ice

Road conditions (illustrative data, to be specified and adapted)			Winter driving conditions	Color code
Black Ice	Snow, no slope or incline	Snow, with slope or incline > 3%		
RC1	RC1	RC1	C1	Green
RC2	RC2a	RC2a	C2	Orange
	RC2b			
RC3	RC3	RC2b	C3	Red
		RC3		
RC4	RC4	RC4	C4	Black

Link between road conditions and winter driving conditions.

The principle of levels of service is the following. In winter, a reference condition is allocated to each road based on traffic patterns and geographical location. During a winter event, traffic conditions will fall below the reference conditions. At the end of the weather event, the service must restore the reference conditions within a given amount of time. This response time is a quality indicator. For ice, the clock starts at the time the alert is issued; for snow, it starts at the end of the snowfall.

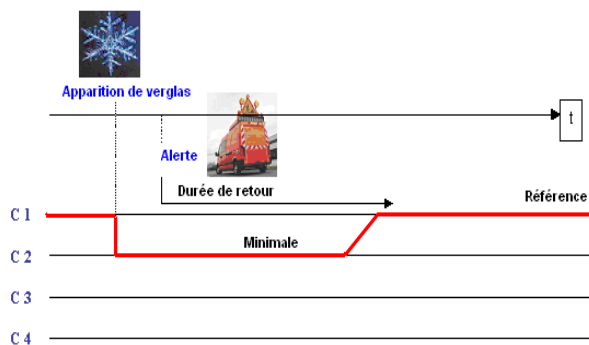


Fig.: Apparition de verglas = Formation of ice

Alerte = Alert

Durée de retour = Restoration time

Référence = Reference

Minimale = Minimum

Evolution of driving conditions in the case of ice

Four restoration times have been defined:

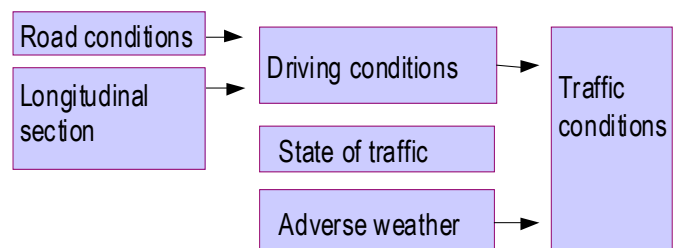
- Short: 1 to 2 hours;
- Average: 3 to 5 hours;
- Long: more than 6 hours;
- Indefinite time.

The quality objectives defined by each service are called levels of service (LS). This choice is defined by the various owners of the road.

Levels			LS	LS	
				Terms 1	Terms 2
Validity periods					
Reference conditions					
Ice situations	Without precipitations	Minimum condition			
		Restoration time			
	With precipitations	Minimum condition			
		Restoration time			
Snow situations		Minimum condition			
		Restoration time			

Standard framework for defining levels of service

Winter driving conditions are but one example of the potential components of traffic conditions.



3.2 Organization and operation of winter maintenance

Personnel standards

The European directive n°2003-88 (November 4, 2003) concerning certain aspects of the adaptation of the working time, transcribed in national law, structure the organization of the activities, (public, private). The legislation proposes several derogatory modes of organization of work to answer specific situations. The execution of winter maintenance (night-work, the weekend...) enters this context. The choice and the implementation of a derogatory method of organization of work impose a social dialogue between employer and staff representatives, as well as a follow-up of the conditions of hygiene and safety. The consequences in term of manpower and financial cost (obligation, allowances, overtime...) are related to the adopted organization, the legislator has reserved this decision at the local level. There is a strong heterogeneity of the respect of the principles (small communes and companies).

Equipment standards

Standards regarding winter maintenance equipment and materials have been developed.

NF P 98-180: Use of sodium chloride as an ice melter, specifications

XP 98-181: The aim of this experimental standard is to provide a framework for all melting products likely to be used on roads, whether mineral or organic, by-products or even industrial co-products in liquid or solid form.

NF P 98-791: Winter maintenance materials, customized hydraulic device on vehicles equipped with salting units and snowplows, characteristics and specifications

NF P 98-792: Winter maintenance materials, position of in-cab controls, characteristics and specifications

NF P 98-793: Winter maintenance materials, terminology

NF P 98-795: Winter service and maintenance materials for road appurtenances—signs, markers and lights for winter service responder units—characteristics and specifications

Standard NF P 98-796: Light baseplate, characteristics and specifications

Standard NF P 98-797: Road maintenance materials and products—ice melter spreaders for roads—fixed-station testing method for the measurement of flow rates

NF EN 15432, "Equipment of winter service and maintenance of the road dependences – Front equipment – Interchangeability"

NF EN 13021+A1 et IN1 : Machines for the winter service, regulation of safety

NF EN 15597-1 « Equipment of winter service – Spreaders Requirements relating to dosage »

NF EN 15583-1 « Material of winter viability – Snow Blade – description of the product and requirement »

NF P 95-303: Avalanche protection equipment, avalanche barriers, specifications and design

NF P 95-304: Avalanche protection equipment, avalanche protection net, specifications and design

NF P 95-305: Avalanche protection equipment, avalanche protection net, snow fence, specifications and design

NF P 95-306: Avalanche protection equipment, selective passive anchors in loose ground, wrench-test method—specifications and design

NF P 95-310: Avalanche protection equipment, avalanche release, technical principles

NF P 95-311 Avalanche protection equipment, avalanche release, cable explosives transport system (CATEX)

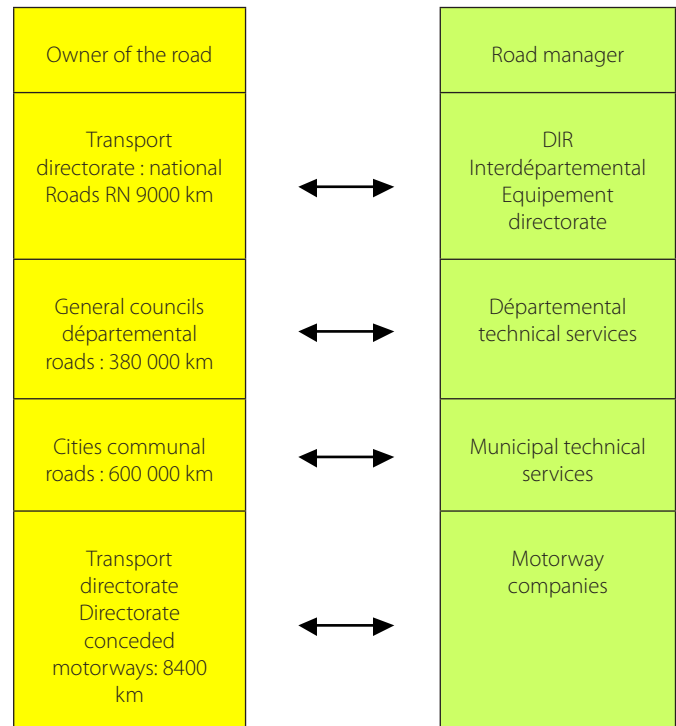
NF P 95-313: Avalanche protection, gas activation

NF P 95-314: Avalanche protection, electric activation

Winter maintenance preparation and organization

General

In France, road maintenance operations are organized as follows:



No matter the owners of the road, the organizations established are built following the same pattern, resulting most of the time in the production of a WSOE.

The intervention of the personnel of the public sector remains relatively significant for the DIR, the cities and the general council.

The DIRs comply with government requirements regarding their organization. Motorways are generally granted the highest level of service.

The WSOE informs the various partners of the objectives, limits and measures taken. It sets out all the instructions for various winter situations. It must ensure consistency between the various networks. It is used to structure user's information. Winter service in urban environment takes more and more importance and the organizations improve notably and the taking into account of the "intermodality" in the strategies develops more and more.

A description of road weather phenomena is given, in particular the threshold meteorological situations beyond which it is no longer considered possible to maintain normal service.

Parameters	Criteria and associated values
1 – Intensity of snowfall	Average hourly snowfall (non-melting snow), calculated over a three-hour period, at least equal to <u>N</u> cm/h
2 – Duration of snowfall	Continuous or intermittent snowfall (non-melting snow) at < 6-hour intervals, for a total duration of over <u>N</u> hours
3 – Snowfall and low temperature (during or immediately after, because of the risk of freezing and adhesion to the ground)	Temperature below – 8 °C during the snowfall or immediately after
4 – Freezing rain	Rain causing the formation of ice
5 – Wind and snowdrifts	Snow accumulation at a depth exceeding the capacities of the measures in place, over at least one lane and a significant cumulative distance (e.g., at least 100 m for 10 km of road)

Characterization of threshold meteorological situations

For each winter phenomenon, rules and procedures are defined, setting out the players concerned and the measures to be implemented.

In the WSOP, which is the local version of the WSOF for operational centers, all the procedures are described in detail. This document generally contains the following information:

Various maps

- roads and levels of service;
- patrol routes and control points;
- location of RWISs;
- response centers and materials storehouses;
- map with road conditions.

Guides for:

- the distribution and use of weather reports;
- supporting decision-making;
- organization in exceptional situations.

Other documents

- Patrol checklist;
- Equipment and materials checklist;
- Checklist describing actions (for decision-making and response purposes);

- Name and contact information of managers;
- Instructions for pre- and post-winter actions.

Before each winter the WSOF should be read and modified as required. The WSOPs are updated within the departments.

A status report must be produced after winter. As well, indicators must be defined and their use generalized to evaluate the quality of the services.

Information used

Meteorological information

Various service providers offer weather reports adapted to the road. Each local administration must purchase its local weather forecasts; there is no national contract and the information is not centralized. Basic weather information is also provided to the CRICR (organization responsible for road information and including peacekeeping forces (police, gendarmerie) and equipment). For the purposes of road safety, the CRICR may retransmit the information to departmental services.

RWISs

There are approximately 800 road weather information systems (RWISs) along most motorways and major roads.

The information obtained from these stations is not centralized at the national level. For motorways, the information is sometimes centralized in a district and/or region (for one motorway concession holder).

There are four categories of stations.



Road weather information system.

The information can be centralized at the departmental level. The department then retransmits the information to local services or the information stays at the local level (in this case, only information from a single station is available).

Choice of location for a RWIS station:

RWISs are generally implemented in more representative locations, based on a thermohydric profile or the knowledge of the officers who choose the locations.



Vehicle used for the thermohydric survey

Methods

Preparatory program

Winter is generally defined as beginning on November 15 and ending on March 15. even 1° November at March 31 for the zones with high winter hardness. Many RWISs are activated only during this period.

Various states of activation

The latter depend on the situation. Two types of situations have been identified: normal and abnormal.

Context	Types of actions		Comments
Normal situation	Performance of winter service in accordance with the levels of service set	With own resources only	Resources (human and physical) available to the road manager on a permanent basis. Their effective mobilization is decided based on the current and foreseeable meteorological situation.
		With own and complementary resources	Resources available to the road manager in addition to his own, either systematically or based on the extent of the adverse weather, following pre-established procedures and provided for in contracts and/or agreements.
	Special traffic management measures		Provisions specific to these measures are defined in the [PGTs] and/or in adverse weather plans. These measures may be preemptively taken in normal situations and/or taken in abnormal situations
Abnormal situation	Performance of winter service with mobilization of support services ⁽³⁾		Resources that will be mobilized in addition to the organization's own and complementary resources in the event that the threshold meteorological situation is exceeded, following the provisions made in the Winter Service Organization File (lists of resources, mobilizable companies, etc.), aiming for compliance with the levels of service, but without any guarantee regarding the often uncertain mobilization of support services.
	Temporary downward adjustment of service levels on part of the road network ⁽³⁾		The aim here, if the threshold meteorological situation is exceeded, is to focus response actions (see the three types defined above) on a fraction of the network (linear, number of lanes, etc.) designated by the owners of the road. The terms for the implementation of this type of measure must be defined in the WSOF and/or in the adverse weather plans.

Equipment

Response vehicles

In all of France's departments and services, approximately 9,000 winter service units are available for response actions.

The equipment used often varies greatly depending on the region and the type of network.



Response unit

Snow fences

Snow fences are used preventively. Their selection and implementation is governed by a standard (AFNOR 1992). Revegetation is also used. The decision to install a snow fence is made and funded at the local level.

Materials

Salt consumption varies between 0.4 and 2 millions tons per year (average of 1 million tonnes). For a preventive application, 15 g/m² are used on average. Curative applications use an average of 25 to 30 g/m².

Various pedagogical documents regarding the optimal use of salt have been published at the national level. They contain general information and tips, but no absolute procedures. The quantity of salt depends on the nature of the road weather event to be addressed. For example, the quantity of salt to be spread will differ depending on the nature, quantity of ice, etc.

Personnel training

Between 30,000 and 35,000 officers can be mobilized across all departments responsible for winter maintenance.

Specific tasks

Specific trades are identified for specific tasks.

- Intervention manager: responsible for the response equipment and, depending on the organization in place, may decide when to carry out response actions and informs the CRICR;
- Response authority or weather guard: centralizes all of the information available: meteorological, RWIS, patrols, truck drivers. Following the organization in place, decides when to carry out response actions and informs the intervention managers;
- Patrol: verifies road surface and driving conditions, takes note of road weather parameters and observes the future formation of ice;
- Response team or response unit driver: carries out response actions using the response units (spreaders, snowplows).

For main roads, this system works quite well.

For the smallest structures, there can be an office plurality of functions because of the low number of personnel: E.g.: The patrol craft can decide intervention.

Training and education

For the main roads, training is organized internally. Generally speaking, motorway concession holders have a training center and provide specialized training in winter maintenance.

For national roads, the training is organized in professional training centers and provided by the winter maintenance scientific and technical network (approximately 10 people). There is special training for new employees and introductions to specialized topics in more general training.

Engineers receive no particular training regarding winter maintenance.

Operational issues

Winter maintenance services respond on average 14 days per year, from 0 to 150 days depending on the year and climatic area. Interventions take place twice as often during the night as in the day.

Weather forecast

Forecasts adapted to road applications are available: air temperature, road temperature, wind (strength and direction), cloudiness, and meteorological events: precipitations (nature and intensity), storm, and fog, in various forms. Aside from the historic government service provider, private suppliers offer the same kinds of services. The following example is based on the services offered by Météo France.



Winter service bulletin: Expert commentary on forecasts of phenomena likely to affect roads within a department or even a road segment in the next 24 hours. Updating frequency: twice daily.

Weather maps: On a department, meteorological forecasts are given on several representative communes. A hour (or three-hour) forecast of various parameters is given for each commune every 15 mn. This allows for a visual representation of weather forecasts on a map using specific values or pictograms. At the present time, the atmomap provides forecasts every 1 (or 3) hours for time + 3 to 72 hours.

Meteorological chart: Table providing for a given point a 72-hour forecast of various meteorological parameters, given every 1 or 3 hours.

Weather flash: Alert bulletin on the prediction of so-called "hazardous" weather phenomena (e.g., snowfalls, air temperatures below -10 °C, etc.).

Operators can generally call the weather office for more information.

A surface temperature forecast product is available: hourly predictions of road surface temperatures up to 72 hours in advance across the country over the 36000 communes of France.

The raw data obtained could be enhanced with statistical adjustments for specific points for which at least two years of observed data regarding the road temperature are available.

Patrols

On motorways and national roads (and normally when the level of service is high), a patrol takes place every three or six hours to monitor roads (accidents, road clearing and winter maintenance). The idea is to avoid at the maximum that ice apparition to quickly remove all disturbing events and to quickly have somebody on site in the event of a problem (accident, traffic jam, etc.).

On networks with a lower level of service, no response actions are carried out between 9:00 p.m. and 6:00 a.m., and often no patrol.

But depending on weather forecasts, there may be a patrol around 3:00 or 4:00 a.m. In some cases, patrols are systematic if there is a risk of ice forming, even on smaller roads.



Decisional process

There are three types of activities to be carried out before an actual intervention:

- Taking into account of weather forecasts;
- Collection of information on road networks;
- Selection of the type of intervention.

These activities correspond to three decision levels, spread out over time with increasingly shorter deadlines:

- The decision to issue an alert;
- The decision to monitor roads;
- The decision to respond.

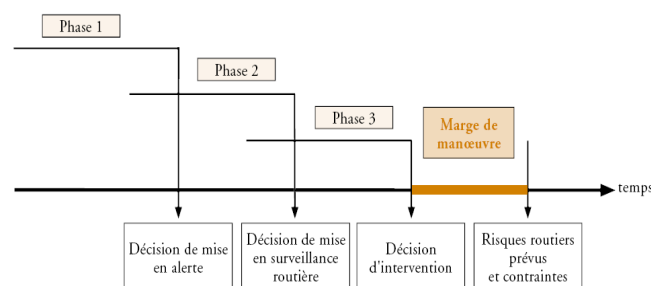


Fig.: Phase 1, Phase 2, Phase 3 = idem

Marge de manœuvre = Leeway

Décision de mise en alerte = Decision to issue an alert

Décision de mise en surveillance routière = Decision to monitor roads

Décision d'intervention = Decision to respond

Risques routiers... = Anticipated road hazards and constraints

Three phases have been identified:

- A qualified weather watch and the decision to issue an alert;
- Close meteorological monitoring and the decision to monitor roads;
- Accurate analysis of road hazards and the decision to respond.

Meteorological data, the information obtained from RWISs and observations from patrols are used to make decisions regarding whether or not response actions are needed.

Equipment and organization levels can vary widely depending on the network managers. Sometimes, patrol officers can themselves decide to respond if they are alone at the operation centre. Patrols can sometimes be performed directly using response units, which then carry out interventions if necessary.

Compte-rendu... = Intervention status report

Suivi des conditions... = Monitoring of traffic conditions

Légende = Legend

Action = Action

Décision = Decision

Analyse = Analysis

Retours = Restoration

Niveau de... = Level of accountability

Pilotage = Steering

Exécution = Implementation

Methods, equipment and materials

There is no general snow removal policy and practices can differ greatly. For multiple-lane roads, some start on the right and others on the left. There is still also the exit problem.

Roads with a high level of service must, under normal conditions, be cleared to the pavement very quickly. To help prevent wet snow from sticking, a pre-emptive treatment may be useful (15-20 g/m²). Then, frequent plowing is needed if traffic is heavy. Salting after each plowing (15-20g/m²) is recommended. If there is less traffic, plowing without salting may suffice.

Salting must not be used to melt snow (because the quantity needed would be too great) but must transform the snow to prevent compacting and facilitate plowing. The treatment depends of the quality of the snow.

A dry, cold snow on a dry, cold road sticks very little and is not tamped down by traffic. Salting in this type of snow would transform the latter into wet snow that would be tamped down by traffic.

When the snow contains a little water and the air temperature is low (< -3 °C) or the humidity is low (< 75%), it is better to use wet salt.

In the mountains, snowfalls are heavier, the air is drier and the temperature colder. This is why salting is less effective. An increase in the quantity of salt is not recommended. More frequent plowing combined with a wet salt treatment may be useful. But to date, these data constitute expert knowledge and are not often used by operational services.

White roads

Certain cities start to adopt strategies of white districts, remove snow cover after the snowfall without any chemical treatment. The roads on low levels of service can be the subject of no intervention in winter, to be even closed. The abrasives are used little, except in certain cities and the winter sports resorts (which however use road fluxes more and more).

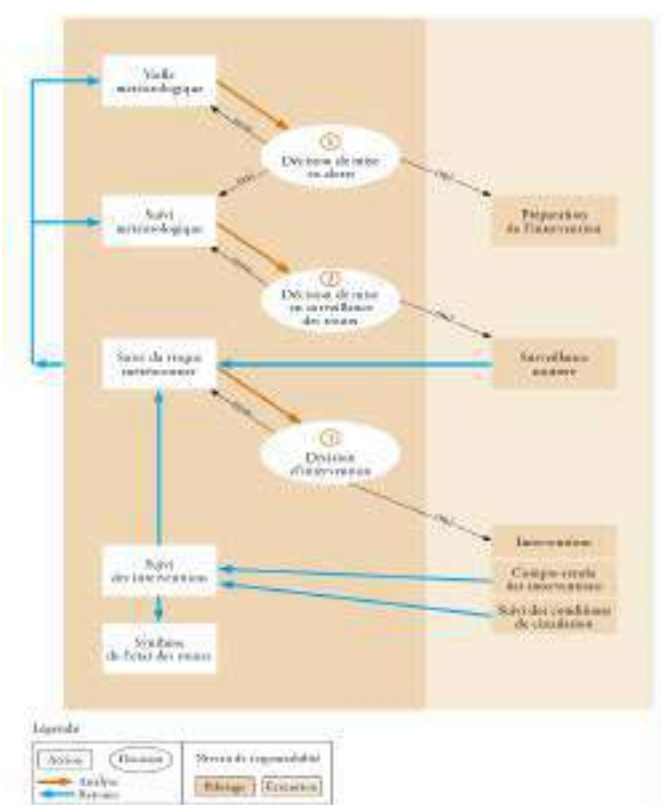


Fig.: Veille météo = Weather watch

Suivi météo = Weather monitoring

Suivi du risque... = Monitoring of road weather hazards

Suivi des interventions = Monitoring of response actions

Synthèse de l'état des routes = Synthesis of road conditions

1) Decision to issue an alert

2) Decision to monitor roads

3) Decision to respond

Préparation... = Preparation of response

Surveillance routière = Monitoring of roads

Interventions = Interventions

Special rules for lorries

In France, almost all lorries are semi-trailers, which cannot drive on sloped roads (more than 4%, for example) when they become slippery. On heavy-traffic roads, lorries often generate problems (accidents, traffic jams, etc.). The definition of traffic conditions takes into account the specific characteristics associated with the profile of the road and the types of vehicle (trucks, light vehicle (LV)). The dissemination of information has improved with the use of PMVs and radio (CB). Lorries are sometimes invited to stop and wait as part of measures taken in the event of adverse weather.

But on smaller networks, there is no dynamic signage. On some roads, "white convoys" are organized. About 10 lorries follow a winter maintenance vehicle under police control and cars can circulate in the other lanes. But this system does not work very well when lorry traffic is heavy, which requires good coordination between the various services responsible for winter maintenance and the police.

Traffic

Article R414-17 of the Code de la route stipulates the following:

When at least one lane is covered with snow or ice on all or part of its surface:

1° Passing and changing lanes are forbidden for all vehicles with a gross vehicle weight rating greater than 3.5 tonnes or combinations of vehicles longer than 7 meters;

2° Passing winter maintenance vehicles in operation on the road is forbidden for all vehicles.

Furthermore, adverse weather plans provide for the management of crisis situations. Each plan sets out:

- The coordinating authority in charge, as well as the CP (command post) on which it can rely to carry out its duties;
- The organization responsible for making decisions and coordinating the authorities involved;
- The operational organization of the services to implement the decisions made;
- The organization responsible for communicating with road users;
- The various coordinated operational measures that can be applied depending on the context at hand.

Their goal is to ensure maximum user safety, particularly in the event of seriously adverse weather, by:

- Providing information to users;
- Managing the road traffic in such a way as to allow for the optimal flow of traffic, even in degraded conditions;
- Providing assistance and help to blocked users.

Methods, equipment and material for ice control

Chemical de-icing

Removable spreaders equipped for wet salt are used most of

the time. The wet salt is composed of brine and pellet salt. The brine (water saturated with salt) is usually made at the response center using water and NaCl. Because they are rarely used, calcium- and magnesium-based brines are usually delivered.

In 99% of cases, solid NaCl or NaCl brine is used. In exceptional situations (very cold temperatures, freezing rain), some use solid NaCl and CaCl₂ brine.

The proportion of brine and rock salt can be adjusted on the spreaders and is usually set between 15% and 30% brine. In France, almost all the spreading is now done using wet salt. The spread rate depends on the kind of problem. With wet salt, it is possible to achieve rates of up to 5 g/m² for preventive treatments. Salt is increasingly being stored under shelter so as to limit losses, environmental impacts and drops in quality.

Automatic brine spraying:

This technique appeared in France some ten years ago but is relatively little used because of its cost. It is used on motorways because of the significant heavy-vehicle traffic and on short 100- to 300-metre segments.

Plowing:

In general, double-blade plows are used across the road network.

Sanding and sand sweeping

Very little sanding and sand sweeping takes place in France.

Porous asphalts

Porous asphalts are generally treated differently. A pedagogical document explains the particular difficulties encountered on these surfaces and proposes methods for monitoring and treatment.

Average spread rates are higher (between 50 and 100%) and there can be up to twice as many interventions. In the event of snow, motorway concession holders provide for plowing every 20 minutes.

Thin bituminous concrete is also sometimes problematic. The only known solution is to plan for more interventions and higher spread rates.

Bridges

There are no regulations with any particular provisions to ensure the wintertime operation of bridges. However, there is a set of measures contained in various documents and standards mainly aimed at the design of structures.

The use of non-corrosive melters to systematically treat all bridges is no longer justified. Recently built structures, as well as older structures that have recently been upgraded and/or undergone maintenance, benefit from modern construction details and protection techniques. The use of special, non-corrosive melters is not necessary for these structures.

The use of special non-corrosive melters is accordingly reserved for metal bridges that have not been the subject of particular maintenance over the last two decades and those affected by localized corrosion.

Avalanches

There is a special organization for predicting avalanches. Winter avalanche fences can be installed.

High-altitude weather stations (called "NIVOSE") record meteorological data and the characteristics of the snow cover. In ski resorts, qualified staff take snow samples every week to study the evolution of its various layers.

A model called SAFRAN-CROCUS-MEPRA taking into account meteorological forecasts and the physical parameters of the various layers of the snow cover calculates the avalanche risk for a given point. The information is then broadcast to users using various means (TV, radio, etc.). When possible, avalanches can be provoked when there is a hazard.

3.3 Evaluation of the results

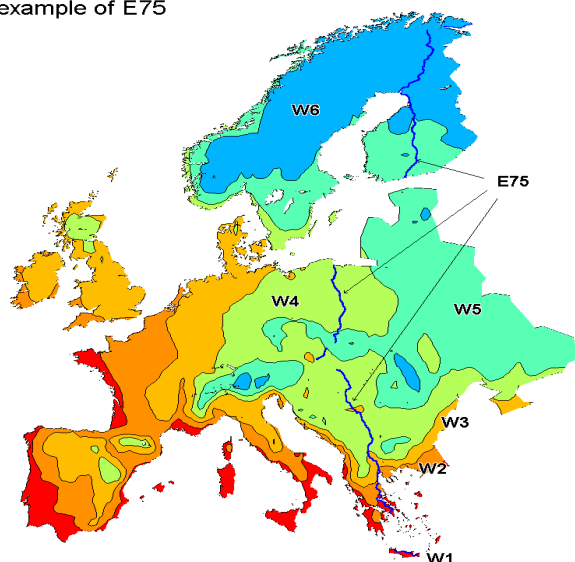
Measurement of efficiency

A few years ago, the Roads Directorate performed an assessment using the following parameters: salt consumption, cost per kilometer, number of man-hours for winter maintenance. User satisfaction surveys were conducted.

Inspections are sometimes performed to determine how directives are applied by the services.

Analyses that are now fairly old were performed regarding the application of circulars and the quality of the WSOFs. The DIT (as the Roads Directorate is now called) has undertaken a thought process on the implementation of indicators, in particular user satisfaction indicators.

Determination of the linear by climatic zones example of E75



3.4 Road safety and information

Information for users

Before winter, information is disseminated by road managers through various media (radio, newspapers) or in public places, town halls, etc. Maps showing the levels of service are distributed.

Agreements have been established between road managers and local radio stations for the dissemination of information regarding road weather events. Road services develop texts containing the information to be distributed to the radio stations.

The road services also have Internet sites with posting in real time driving conditions. New technologies allow fast and reliable feedbacks (spreaders equipped with GPS, use of mobile phones, etc...).

On the motorway network, there is a particular radio station which disseminates road information (107.7). There is also a dynamic road signs. The road users and conveyors are also informed via the CRICR (organization in charge with information and road coordination) 24 hours a day to have information on the state of circulation: web site "Bison futé", free phone number and a responder service.

Conditions de circulation	Illustration	Situation / état de la route	Transmission pour la communication et l'information des usagers		
			Perception du danger	Probabilité d'un blocage	Conseils à diffuser aux usagers
01		Nécessaire (neige)	Sans objet	Sans objet	Rechercher les services de secours et les services de secours. Les services de secours sont en alerte.
02		Sans objet (neige)	Faible présence de neige (neige peu perceptible, neige fondue)	Faible, possible en pont ou sur les routes à 25%	Réguler votre vitesse et éviter les virages. Éviter les dépassements. Éviter les ralentissements. Éviter les accidents.
03		Difficile (neige)	Aide pour la neige. Facile pour la neige.	Faible	Rechercher les services de secours et les services de secours. Les services de secours sont en alerte.
04		Impossible (neige)	Extrême	Blocage total	Rechercher les services de secours et les services de secours. Les services de secours sont en alerte.

Driving conditions and user information

Winter driving conditions	Depiction	Heading/ color code	Translation for user communications and information		
			Perception of danger	Probability of a jam	Advice to be disseminated to users
C1		Normal (green)	N/A	N/A	Be careful. "A road can never be considered to be free of hazards."
C2		Tricky (orange)	Low (presence of ice barely perceptible, localized snow)	Low, possible on slopes or inclines greater than 3%	Slow down and drive very carefully. Increase the gap between your car and those around you. Winter tires are recommended.
C3		Difficult (red)	Easy for snow Low for ice	High	Install winter equipment adapted to the conditions; otherwise, change your travel plans ⁽¹⁾
C4		Impossible (black)	Clear	Traffic fully jammed	Do not drive



Prototype de mesure de salinité résiduelle sur surface mouillée

- Improvement of the embarked vision systems for the driving assistance with methods of restoration of images in the presence of rain, and estimate of the visibility by image processing
- Prototype of measurement of residual salinity on surface, and a software of appreciation of the spreaded quantities
- Software of treatment of photographs makes it possible to appreciate the quantity of salt spreader by winter maintenance equipment. It contributes to quantify the longitudinal and transverse homogeneity of a spreading
- Device of determination of the thermophysical characteristics of materials of the road infrastructure (thermal radiative)
- Adaptations of the software to forecast of the temperature and the surface statement of the roadway adapted to the routes, with module dedicated to road fluxes, with Meteo
- Development of tests to verify spreaders (ODEMIE devices);

4. Ongoing Research and Studies to Improve Winter Maintenance

4.1 New technology and research

Research projects in the field of winter maintenance have experts in methodological and organizational approaches working closely together. Some of these projects aim to define more exactly the road conditions used to establish levels of service.

Research projects currently underway include:

- Improvement of numerical tools of forecast of the temperature of surface (maps of susceptibility of occurrence of ice, statistical approaches based on the multiple linear regression),
- Thermolog, a software of determination of susceptibility to the occurrence of ice of the road routes, which is based on the thermohydric signature of a route and which helps the managers to implement road signs and road weather stations,
- Tools of determination of the meteorological visibility by use of a road camera and of infra-red camera, to reach a sight distance, in meters,



ODEMIE device

- Optical analysis of the distribution of melters on a road surface;

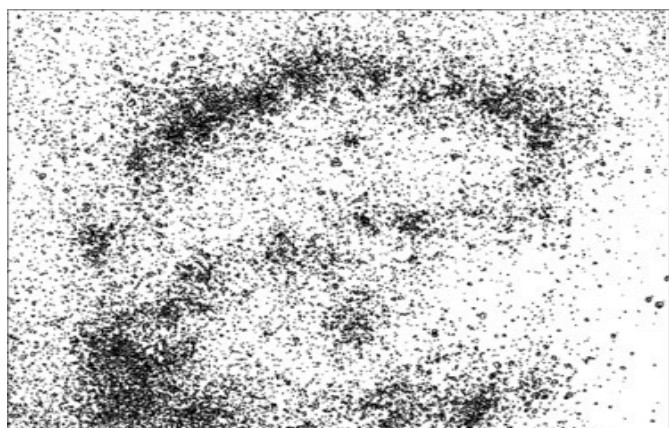


Image of the distribution of pellet NaCl

- Experiments on the guidance of winter service units ([GSM/SIG]);
- Development of test protocols to evaluate the “use value” of melters.

4.2 New management and organizational approaches

The methodology for defining levels of service was updated in 2009 and a new circular regarding its application for the national road network will be released shortly.

Snow plans and traffic management plans are operational.

4.3 International cooperation to improve the levels of service between neighboring countries

There is significant collaboration at the European level, and the work of the COST 353 has laid the foundation for a review of the levels of service in Europe. Work of standardization is led to the European level.

A co-operation exists with the ministry of transport of Quebec on salt and the environment. A common report under development it will make it possible to direct the future reflexions towards this field.

5. References

A website compiling knowledge in the area of winter maintenance is operational and accessible to all.

<http://www.viabilite-hivernale.developpement-durable.gouv.fr/>

Glossary

WSOF: “Winter Service Organization File.” Document on the organization of winter maintenance.

WSOP: “Winter Service Operating Plan.” Local version of the WSOF.

DIR: “Direction interdépartementale des routes” [interdepartmental roads directorate]. Interdepartmentally delegated operational service reporting to the MEEDDAT.

CRICR: “Centre régional d’information sur la circulation routière” [Regional Traffic Information Centre]. Organization reporting to the MEEDDAT, the police and the army and responsible for centralizing road information and informing users.

MEDDE: ministère de l’Écologie, , du Développement durable et de l’Énergie) [Department of Ecology, Sustainable Development and Energy].



GERMANY



1. Demographics and roads

1.1. Information about the country

Germany in the centre of Europe borders on the Netherlands, Belgium, Luxembourg, France, Switzerland, Austria, Czech Republic, Poland and Denmark and has sea accesses to the North and Baltic Sea.

The Federal Republic of Germany, consists of 16 Federal States, the 3 "City-States" (Berlin, Hamburg, Bremen) included, whose territories are of different size between 71.000 km² (Bavaria) and 2.700 km² (Saarland). Each German State has its own constitution and public authorities. Road Authorities exist in each State.



Main Road Network in Germany (Motorways red)

Area	356,700 km ²		
Latitude	47°16' to 55°03'N		
Population	82.0 million		
Length of road 2002-12-31	Federal trunk roads	Federal motorways (Autobahnen; 4- and 6- lane divided highways)	12,800 km
		Federal highways	40,600 km
		State highways	86,600 km
	Other federal-aid roads	County roads	91,500 km
		Community / urban roads	413,000 km
	Total		644,500 km
Capital	Berlin		
Latitude	52°30'N		
Inhabitants	3.5 million		

1.2. Road network and traffic

During the past decades Germany was faced with an enormous increase of traffic on the highways. Today passenger traffic (passenger-km) on the road amounts to more than 90 %, commercial traffic (tons of merchandise-km) to about 67 % of the total traffic while the remainder traffic distributes itself to other travelling and transportation modes, i.e. on rail, water ways or air. Motorways in Germany (so called "Autobahnen"); all together 12.800 km, carry more than 40 % of the total traffic of the entire classified rural, interurban road net (consisting of Federal Motorways, Federal-, and State-Highways and County roads), although they represent only about 6 % of the total length of this road net.

The enormous increase of traffic volumes in recent years will continue even more rapidly in future time as a consequence of the ongoing political and economic developments, especially the European process of unification. The extension of the Eu-

ropean Union to the east is expected to bring another great amounts of traffic to the "transit-country" Germany within the next years due to intensified economic cooperation's.

The extension of the road network in the last years and also in the near future does not correspond to the increase of the traffic so that traffic volume on the roads and congestions raise up. Maintaining traffic safety, optimum driving conditions and availability of sufficient capacity of highways all around the year, even during winter season is of crucial importance. As a consequence in future road operations and especially winter maintenance will become much more important.

The State Road Administrations are in charge of planning, construction and maintenance including winter maintenance for Federal motorways and highways and for State highways. The Federal Ministry, respectively Department of Transportation has the right of legal and technical supervision for the federal trunk roads.

Road Class		Property and financial obligation for planning, construction and maintenance	Administration of planning, construction and maintenance
Federal trunk roads	Federal motorways	Federal government	Federal states on behalf of the federal government
	Federal highways		
State highways		Federal States	Federal states
County roads		Counties	Counties partially federal states on behalf of counties
Community / urban roads		Communities / Cities	Communities / Cities

2. Climate

2.1. Overview of climatic areas

Germany has a moderate climate, often weather changes are characteristic. From the low lands in the northwest to south eastern regions there is a gradual transition from maritime to continental climate. Mostly western winds and precipitation during the whole year are characteristic. Typical are frequent cold (continental) winds and snow storms, from eastern Euro-

pean in south eastern Germany. In the northern lowland the yearly precipitation amounts to 500 mm to 700 mm in the lower mountain ranges, in the middle part of Germany between 700 mm and 1500 mm and in the south, close to the alpine region up to 2000 mm.

The daily and yearly temperature variations are not extreme, except in south eastern Germany and in the alpine region. The average temperatures in January vary from + 1,5°C and – 0,5°C in the lowlands, in the alpine region the average temperature may get below – 6°C, depending on the altitude (see Table above).

Typically for the German climate is the often change of temperature around 0°C with freezing and thawing periods following each other. This brings many problems for winter maintenance. There is snowfall to a larger extent only in mountainous regions and the surrounding areas.

Bavaria, the most southern State including the north edge of the Alps therefore is the most "snowy" region in Germany with winter maintenance from November to April, whereas in other parts of Germany there is a shorter winter period. But even in Bavaria there are great differences concerning the amount of snowfall in different parts of the State as follows:

State of Bavaria	Annual cumulative snowfall (measure at motorway maintenance stations)	
	average of the last winter periods	Maximum: Winter 2005/06
Front of alpine region	440 cm	1030 cm
Lower mountain regions	210 cm	645 cm
Lower areas, river valleys	50 cm	125 cm

Large parts of central and northern Germany receive the same amount of snow as the lower areas and river valleys in southern Germany. Other typical features of the climate are the great variation in the severity of consecutive winters, in relation to temperature and amount of snowfall. Main problems for the winter maintenance management are the often temperature changing around 0°C or short heavy snowfalls.

2.2. Winter index

The Federal Highway Research Institute actually makes researches to define a winter index in order to find a correlation between winter severity and salt consumption necessary for snow and ice control, and to prove the effectiveness of pre-wetted salt technology.

The Investigations show that most relevant for salt consumption is the amount and frequency of snowfall in the snowy regions. In regions with less snow there is a relevant factor the number of temperature changings around 0°C

3. Winter Road Management

3.1. Standard and Rules

The legal obligation to do winter maintenance results from a general duty out of the German Civil Code. It is reduced in the federal laws (Bundesfernstraßengesetz), the state laws (Straßen- und Straßenreinigungsgesetze der Länder) and in the statutes of the cities.

Regulations about the requirements, organisation and realization of winter maintenance are given in the Guidelines for Winter Maintenance Performance (Richtlinien für den Winterdienst auf Straßen, 2010).

For snow clearing vehicles the following service cycle time-periods for motorways and highways are stipulated:

- Motorways and highways, which in connection with the motorway-network have a significant traffic function 2 hours (daily 24 hours)
- motorway interchanges 2 hours (daily 24 hours)
- federal and state highways 3 hours (daily 6 am to 10pm)

For pure salt spreading activities distinctly shorter time-periods are standard. The Level of Requirement for Winter Maintenance is given in Table below.

Meteorological Stations (close to motorways) (m above sea level)		Meteorological Data (Average d-30 years) - Main Winter Months -									
		Average daily minimum temperatures [° C]				Average precipitation[mm]					
		Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total	Total year
1	Kiel (17 m)	- 0.3	- 2.1	- 1.8	0.4	74	65	40	54	233	777
2	Schwerin (59 m)	- 0.9	- 2.6	- 2.1	0.3	55	46	33	42	176	620
3	Hannover (53 m)	- 0.7	- 2.2	- 2.0	0.3	60	52	37	48	197	665
4	Berlin (48 m)	- 1.0	- 2.7	- 2.1	0.7	53	43	34	37	167	584
5	Bonn (62 m)	1.0	0.0	0.5	2.6	52	47	37	46	182	678
6	Erfurt (312 m)	- 2.2	- 3.6	- 3.4	- 0.5	30	25	26	36	117	492
7	Frankfurt (112 m)	- 1.0	- 2.1	- 1.6	0.9	54	44	40	51	189	658
8	Hof (474 m)	- 3.3	- 5.0	- 4.5	- 1.8	63	53	44	47	207	708
9	Stuttgart (373 m)	- 2.2	- 3.3	- 2.4	0.3	48	44	42	44	178	719
10	München (527 m)	- 3.7	- 5.1	- 4.0	- 0.8	60	53	52	56	221	967
11	Villingen – Schwenningen (720 m)	- 3.5	- 5.0	- 4.5	- 2.5	85	77	74	68	304	915
12	Kempten (705 m)	- 5.1	- 6.2	- 5.0	- 1.9	90	83	78	79	330	1,273
13	Bad Reichenhall (455m)	- 4.0	- 6.5	- 4.5	- 1.0	128	125	110	120	438	1,665
14	Garmisch-Partenkirchen (719 m)	- 5.7	- 6.5	- 5.1	- 2.3	92	85	77	96	340	1,364

Level of Requirement for Winter Maintenance				
road with traffic function	period of traffic stand by	weather or road condition		
		snowfall, icy roads, hoarfrost	heavy continuous snowfall	Severe drifting, avalanches, freezing rain
1 Federal motorways and additional stretches of highways, which in connection with the motorway-network have a significant traffic function	24 hours (daily)	trafficability on through lanes, interchanges, ramps in junctions and interchanges; passability on parking facilities, shoulders	trafficability on at least one through lane per direction of traffic, the most important ramps in junctions and interchanges as well as access roads to service areas, if required with snow chains; passability on parking areas without service cannot be any longer guaranteed.	trafficability cannot be any longer guaranteed
2 important rural roads, roads with strong rush hour traffic, roads with public transport	from 06.00 a.m. to 10.00 p.m. (daily)	trafficability	trafficability, if required with snow chains; on multilane highways at least one through lane per direction of traffic, if required with snow chains	
3 Further rural roads	appropriate to local traffic demands	trafficability	trafficability, if required with snow chains	
4 sidewalks, bicycle route, multipurpose lane	appropriate to local traffic demands	trafficability, usability for pedestrians	trafficability cannot be any longer guaranteed	
5 parking facilities in connection with important and other roads (row 2 and 3)	appropriate to local traffic demands	passability	passability cannot be any longer guaranteed	
"trafficability" means that obstructions as a result of remaining snow or – according to duration of winter maintenance operation - locally uniform snow covering must be expected, similarly possible local occurrence of slippery roads as a result of hoarfrost or icy roads even after spreading.				
"usability for pedestrians" demands that one lane is kept clear of snow and ice to allow two pedestrians to pass each other carefully (approx. 1,0 to 1,2 m).				
"passability" on parking facilities and shoulders means that access roads and lanes on parking facilities and shoulders can be used with an adjusted driving behavior appropriate to existing obstructions and that proper parking is possible.				
"appropriate to local traffic demands" means that winter maintenance is carried out at times demanded by specific traffic. In the individual case this may mean that no winter maintenance is carried out.				

3.2. Organisation and Operation of Winter Maintenance

Organization and planning of winter maintenance activities have to be done early and comprehensively because the exact beginning and extent of the coming winter is nearly unforeseeable. Winter maintenance has to work effectively and efficiently from the very beginning of winter. Only careful planning guarantees a most economical realization of winter maintenance. Therefore following plans must be made in advance:

Priority Plans

These plans regulate the priority and intensity of treatment of the various routes of the road network and prescribe which gritting agents – deicing or abrasive agents – are to be used on these roads.

A priority list is necessary, especially in urban areas because there winter maintenance can be carried out only successively and not everywhere at the same time. Useful criterions are:

- road category (motorways, federal highways etc.); in cities major, secondary roads, residential streets,
- traffic volume (average daily traffic),
- special traffic (roads with public transport or school bus traffic, access roads to rescue service stations etc.)
- special accident prone spots (steep grades, dangerous curves and crossings, stretches with frequent slipperiness in winter such as bridges, roads through forests, extremely shady roads).

Plans for snow clearing and salting

These plans assign crew and vehicles for winter maintenance activities to certain routes and in certain sequences. For different weather conditions or different tasks there exist different plans.

Schedule for standby of personal, working shift plans

These plans regulate on a day-to-day or week-to-week basis, which personal has to be appointed to standby for short term readiness outside of regular working time, in order to meet the

Level of Requirement for Winter Maintenance. The 24 hour service on motorways requires shift plans.

Snow and Ice Control Strategy

The strategy persuade in Germany on rural and main urban roads in connection with winter maintenance activities is to achieve again "black" i.e. snow-and-ice-free pavements as soon as possible, with the aim of maintaining traffic flow as long as possible and to improve road safety: so-called "bare pavement policy".

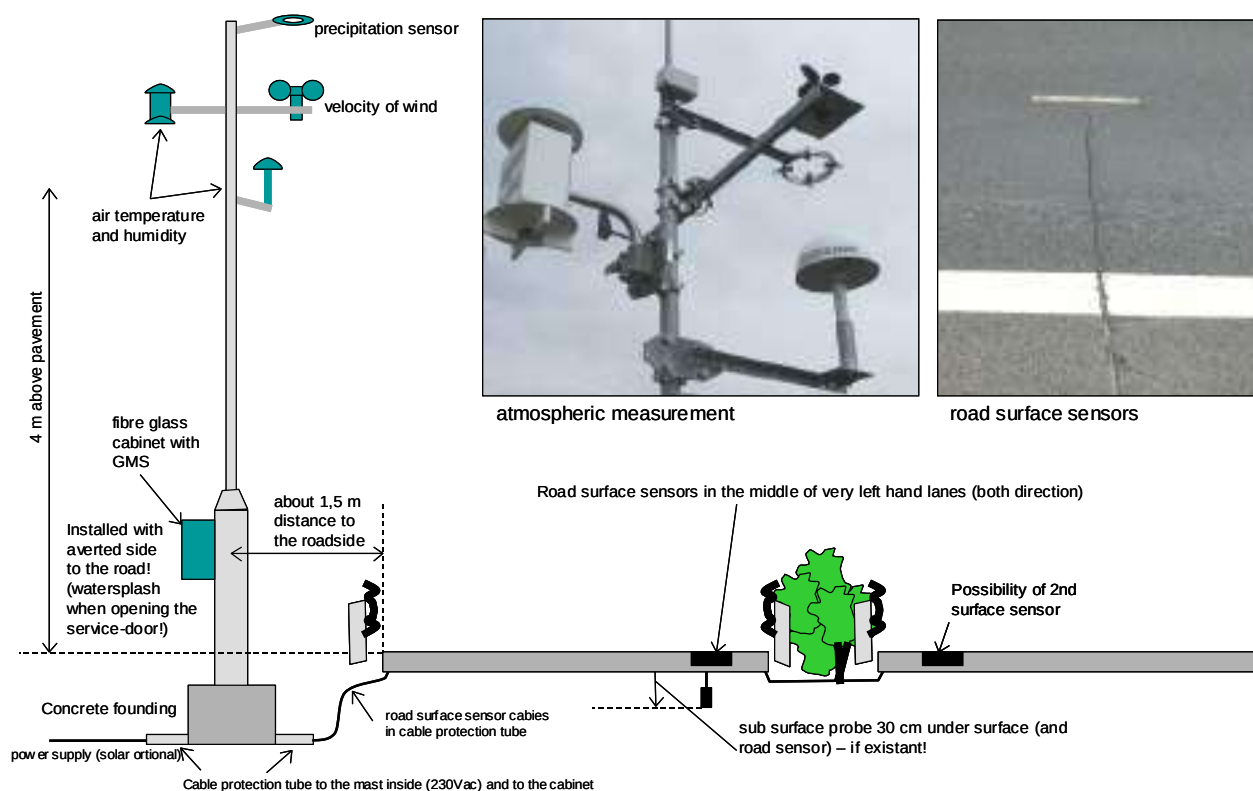
In cases when icy roads can be expected in the near future depending on the weather forecast this policy leads to preventive salt spreading which has been more used in the last years.

On secondary and lower rank roads in urban areas and in municipalities, in general, where lower driving speeds are prevailing, "differentiated winter maintenance" is performed. According to the function and the traffic volumes of these roads and streets and depending on weather conditions there is a gradation in the winter maintenance policy: application of de-icing agents on major roads and so called "zero-gritting" e.g. only snow clearing, on the lower, the residential streets.

Gritting with abrasive matters which was used in former times has become very less common in the last years. A study on behalf of the German Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) has shown by screening of life-cycle analysis (LCA) that de-icing materials have less negative ecological effects than abrasives. And other studies concerning traffic safety showed

that de-icing materials lead to a much lower accident risk on main roads and steep grades in urban areas. On residential streets with very low and slow traffic there is no safety problem without any spreading.

For optimization of winter maintenance management actual information and forecasts about weather and road conditions are necessary. Detailed road weather observation and surveillance by the nationwide Road Weather Information System – RWIS ("Straßenzustands- und Wetterinformationssystem – SWIS") is standard today in Germany. RWIS combines synoptic extensive weather forecasts of the German Weather Service (Deutscher Wetterdienst – DWD) with data based on local meteorological stations and ice detection installations throughout the road net. The result are separate forecasts for areas with different local climates. The DWD provides several times a day very detailed middle term (3 days) and short term (24 hours) road weather forecasts to the road maintenance stations. In addition weather warnings are issued for sudden critical occurrences, which are not yet included in the general road weather forecasts. Information is distributed by computer network and reach directly the RWIS-computers in the maintenance stations. Improvements are on the way to extend the service by installing meteorological surveillance stations and pavement sensors for ice detection at all critical points of the road net. At present roadside meteorological stations exist mainly on motorways, but also on other rural roads, approximately 1000 installations in Germany.



Reference: Institute for Highway and Railroad Engineering, Universität Karlsruhe
Roadside meteorological station with atmospheric and surface sensors

Additional the surveillance centres get information and data of their roadside meteorological stations with atmospheric and surface sensors.

Following data are measured and provided:

- air temperature
- road surface temperature
- relative humidity
- dew point (calculated out of air temperature and relative humidity)
- precipitation (type, intensity)
- road surface condition optional:
- road structure (sub surface) temperature in various depths
- wind (direction, speed)
- freezing temperature
- residual salt

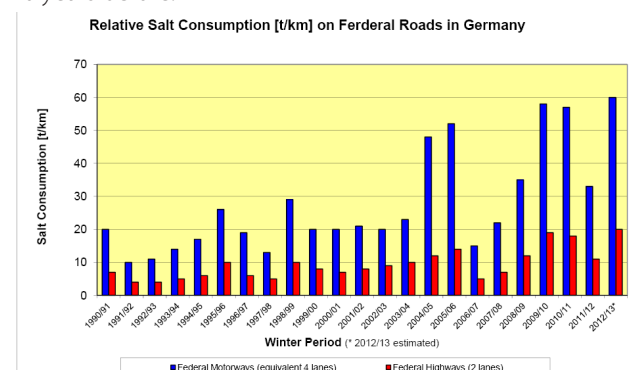
3.3. Assessment of Snow and Ice Control Measures

According to variable climatic conditions in consecutive winter periods salt consumption and expenditures for winter maintenance show large differences as follows. All data is given for motorways and federal highways.

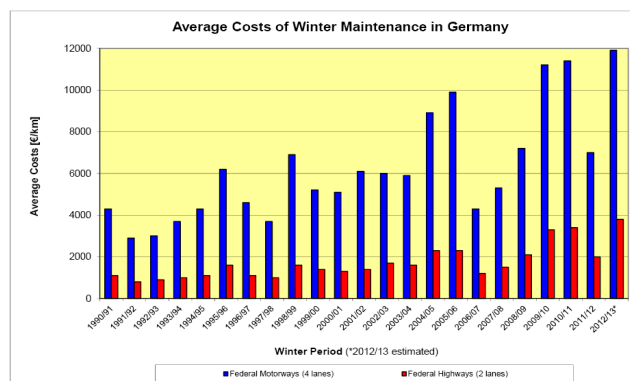
It is evident that the last winter periods were mainly stronger than these before. There were long periods with heavy snowfalls, often expanding over the whole country. This led to high salt consumptions and winter maintenance costs. There were problems with the salt delivery for many weeks. As result of the experiences in the winter periods 2009/10 and 2010/11 there were elaborated new guidelines for salt storage and salt management. Following this the storage capacity for salt was nearly doubled up to 2012, from 1,2 Mio. Tons up to 2,4 Mio. Tons.

As average over the last 5 years there were spreaded 48 t per km motorway and 16 t per km highway each winter period. On motorways were spent 9500 € per km each winter period, on highways 2900 € per km.

These values are more than double of the averages of the last 20 years before.



There is no special budget for winter maintenance, only a yearly budget for road maintenance. Yearly variable expenditures for winter maintenance have to be covered by the budget for road maintenance. This means, that after extreme winters even other road maintenance tasks have to be postponed to a certain extent; after extreme strong winters even additional funds from the construction budget are necessary.



In the last decade a lot of research was done to optimise winter maintenance and to decrease the expenditures and environmental impacts. Pre-wetted salt (with 30 percent brine) is today standard technique in Germany.

But in the last years more and more full liquid spraying of salt brine is used in Germany. Based on intensive research and practical experiences it is clear that liquid spraying is the best practice for preventive spreading at temperatures round 0°C.

The new winter maintenance removal and spreading strategy in Germany is shown in the following table. For each range of temperature there are recommended spreading densities in the new guidelines published in 2012.

Expected Road Condition	Recommended Winter Maintenance Strategy
Hoar Frost	Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Freezing Moistness	Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Freezing Wetness	Preventive Spreading - Pre-Wetted Salt or Liquid Spreading*
Freezing Rain	If possible Preventive Spreading - preferred Liquid Spreading* - otherwise Pre-Wetted Salt
Snow Fall	1. If possible Preventive Spreading with Pre-Wetted Salt 2. During Snowfall Snow Removing and Spreading with low salt density 3. After Snowfall intensive Snow Removing and Spreading with Pre-Wetted Salt
*Liquid Spreading only to temperatures down to -6°C	

With this strategy liquid spading will be used very often in Germany in future.

The winter maintenance operators will change their fleet from only pre-wetting machines to a combination of liquid and pre-wetting spreaders. Liquid spreading can be done by machines which are specialized for this or with combined spreaders which can do both, liquid and pre-wetted spreading.

It depends on the special situation what machines are the best. Normally on motorways special liquid-spraying machines are used, in towns more combined-spreaders.



Spreader which can spread both: pre-wetted salt or brine only

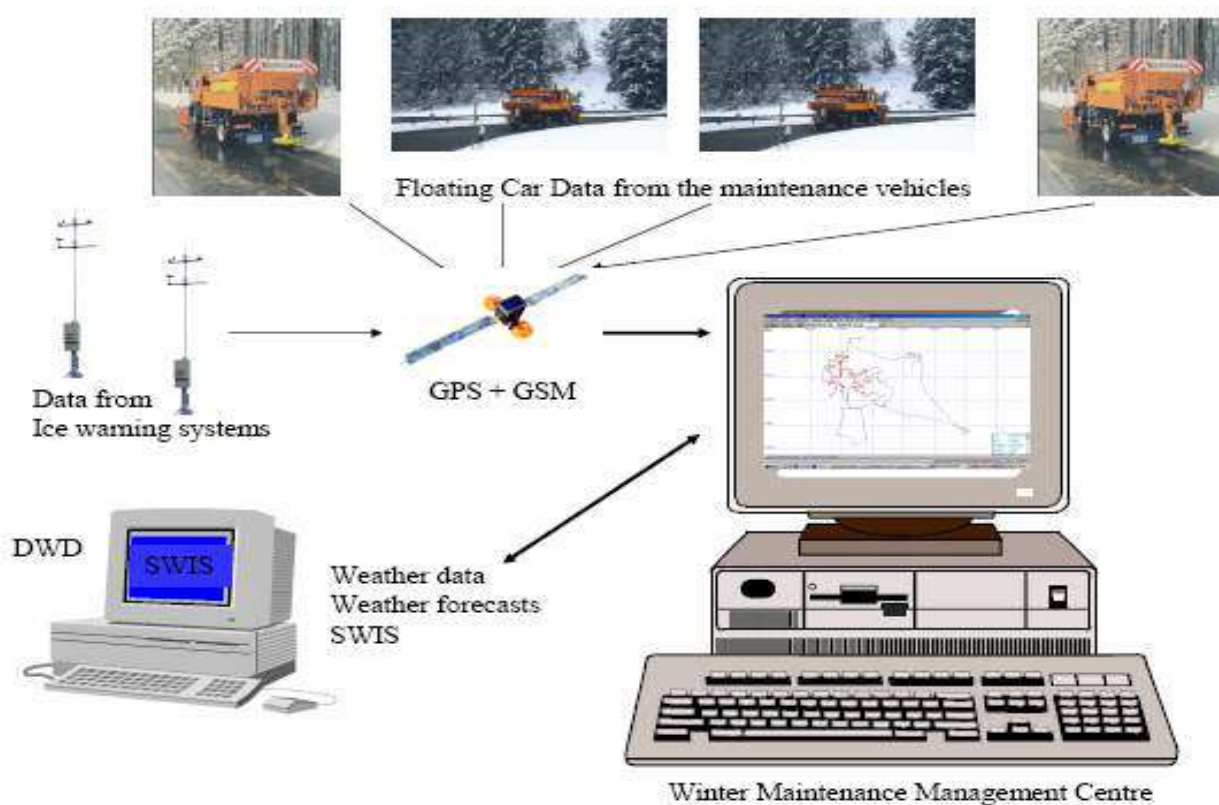
3.4. Traffic Safety and Information

Information concerning weather forecast and road conditions is available on several systems such as radio broadcast, television, internet and telephone. Additionally, drivers will be informed by radio broadcast, if chains are necessary or if truck drivers, especially drivers of trucks with dangerous loads, have to stop at the next parking place or rest area.

In mountainous regions traffic signs give information, whether mountain passes are closed and whether winter tyres or chains are obligatory.

On several motorway sections variable road signs of traffic control systems are also used for traffic safety, for example during snowfall or during slippery conditions.

Winter Maintenance Management Systems are built more and more in the German States. When using all actual information from RWIS, from ice warning systems and from the maintenance vehicles (floating car data) an improved winter maintenance is possible.



Winter Maintenance Management System with floating car data from the maintenance vehicles



ICELAND



1. Demographics and Roads

1.1. Information about the country

Area	103,000 km ²
Latitude	64°08'N
Population	320,000
Density	3.1 per km ²

Iceland is situated in the middle of the North Atlantic Ocean, approximately 290 km east of Greenland and 970 km west of Norway. Consisting mainly of a plateau, Iceland's average height above sea level is 500 m, the highest point being 2,110 m. Only one quarter of the country lies below the 200 m contour line. The island is mountainous, surrounded by coastal lowlands, fjords and valleys shaped by marine abrasion and glacier erosion.

The economy depends mainly on export of products from power intensive manufacturing (24%), fishing industry (27%) and tourism (20%). The road network plays an important role in local transport of marine products for processing and export and for the increasing tourism.

1.2. Road network and traffic

The Icelandic Road Administration, ICERA, is responsible for the road network, whereas the municipalities take care of roads within populated areas. The ICEARA road network includes 12,898 km, thereof 5,252 km of paved roads. The road network is divided into:

Road type	Length of road
Total ICERA road network	12,898 km
Primary roads	4,425 km
Local access roads	3,091 km
Primary highland roads	505 km
Highland roads	1,921 km

Primary roads connect areas of 100 or more inhabitants, secondary roads interconnect primary roads or connect primary roads to mountain roads, smaller villages and popular tourist destinations, local access roads connect farms or public places outside of populated areas to secondary and primary roads, and finally primary highland roads and highland roads, across mountains and moors, with limited service and often closed in winter.

Most of the traffic finds place in a 40 km circumference around the capital area in the southwest, where approximately half of the population is living. This map shows the traffic distribution on the road network:



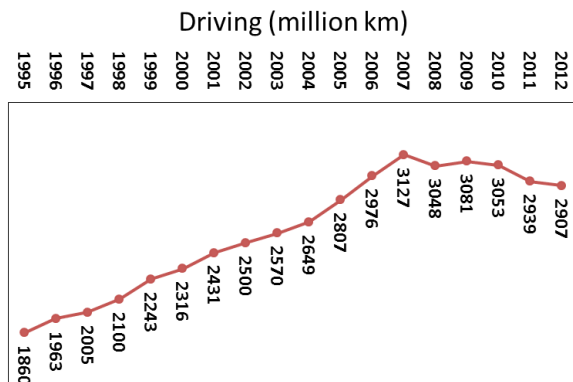
Number of vehicles by December 31st 2012:

242,500 vehicles total, thereof

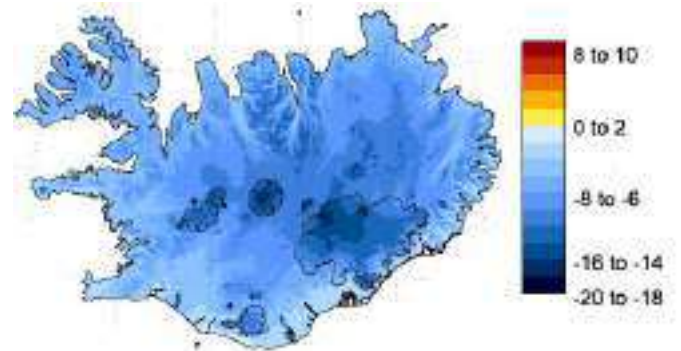
210,000 passenger cars

32,500 commercial vehicles

Heavy vehicle commercial traffic has increased considerably since sea transport along the coast ceased by the end of year 2004. However, traffic growth has ceased following the economic recession. The following diagram shows estimated total traffic on the Icelandic road network.



Mean minimum January temperature:



2. Climate

2.1. Overview of climatic areas, main winter events to be mastered

Iceland has an oceanic climate and doesn't undergo the extreme temperature conditions of continental climates. The winters are mild, but the summer is cool. There is a considerable difference between respectively the coastal lowland climate, the climate of the main highland plateau and the climate of the highest mountain areas.

There is also some difference between the north and south. Temperature decreases and precipitation increases with height above sea level. The north of Iceland is generally cooler than the south in wintertime and has more snowfall while mid-winter rainy periods are more frequent in the south.

Strong winds occur frequently, especially during the winter. Road service is challenged by icing, snowfall and drifting snow, which due to sparse vegetation and absence of forest is acting on the whole road network. Snow avalanches threaten a few low-traffic volume roads in rural areas. Reduced bearing capacity and road damage during thaw periods in wintertime is a growing concern on old roads.

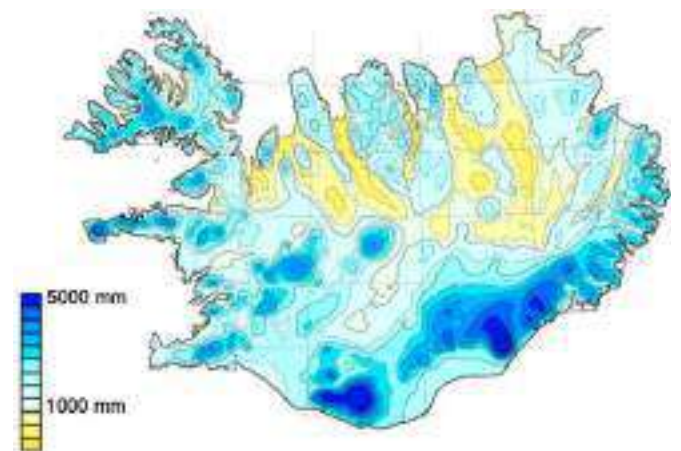
2.2. Statistics on temperatures, icing and precipitation

According to experience, snow is covering the ground during most of the mid-and late winter in areas where the mean temperature of the coldest month is below -4°C . At the station of Reykjahlíð in the northeastern inland the snow is covering the ground completely for 135 days per year. In Reykjavík in the southwest this number is 55 on the average.

The temperature minimum drops below 0.0°C on 123 days per year on the average in Reykjavík, 161 days in Akureyri in the north. These are typical lowland values.

The north is on the average drier than the south, although significant exceptions can be found locally. Usually the precipitation is light. Reykjavík thus has some precipitation on 221 days per year, but on 148 of these the precipitation exceeds or equals 1 mm. In Akureyri the corresponding numbers are 171 and 103.

Mean annual precipitation:



Snow or sleet is recorded on 82 days per year in Reykjavík, but 96 in Akureyri. Freezing rain occurs, circa once per year, per location. Blowing snow is a significant traffic problem, especially outside the main towns.

The conditions outlined above are only valid for the lowlands. The winter problems increase considerably with height above sea level. In the vicinity of Reykjavík the frequency of total snow cover days thus e.g., increases from 55 in Reykjavík (52m a.s.l.) to 91 at Stardalur (a few km to the East, at 185 m a.s.l.). Mean annual precipitation in Reykjavík for the period 1961-1990 is 800 mm, for Akureyri it is 490 mm and for Eyrarbakki on the south coast the mean annual precipitation is 1,370 mm.

2.2. Winter index

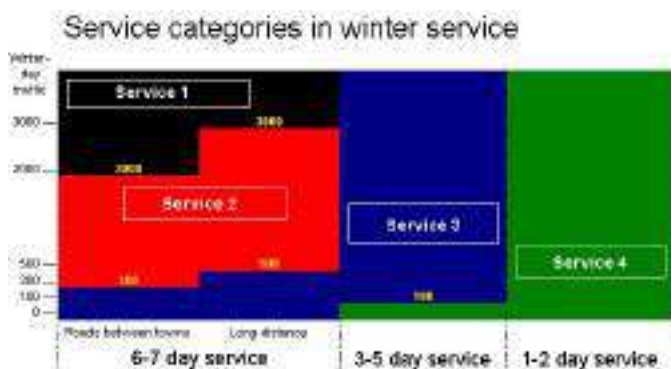
A winter index was developed by ICERA for distributing winter budget between the different regions. The index reflects critical values and trends in temperature, humidity, and wind.

3. Winter Road Management

3.1. Standards and rules

Snow and ice control, traffic information and winter road management is carried out by ICERA according to rules set by the Ministry of The Interior. Operation of the winter service is outsourced to private entrepreneurs. ICERA is financed by state budget and road-user taxes.

There are four service categories/classes considering road function and traffic volume.



Service categories

- Category 1
- Category 2
- Category 3
- Category 4

Quality requirements for winter services concern the following factors:

- Service aims;
- Service level/category;
- Timing of actions;
- Maximum snow depth and road surface evenness criteria;
- Ice conditions/friction;
- Visibility at intersections and levelling of snow banks.

Besides the service class categorisation, roads in the lower service classes are subject to different number of service days pr. week.

Service class 1 implies a “bare road” strategy and relies on continuous use of de-icing chemicals, only NaCl is used. Pre-wet salt is the main application method.

Summary of the service requirements for roads in service categories 1 and 2 is as follows;

Summary of Winter Service Quality		Service Class	
Standards		1	2
Service hours	In town	24 / 7 service	06:00 - 22:30
	60 km from town		08:15 - 22:00
	120 km from town		10:30 - 21:30
Critical snow depth for service		2 cm	4 cm
After snowfall, ploughing		2 hours	3 hours
After road closure, snow removal is completed within		-	3 hours
Max. service cycle duration		2 hours	
Max. service route pr. vehicle		50 km	
Maximum snow depth		5 cm	12 cm
Maximum track depth		1 cm	2 cm
Min. friction coefficient	Generally	$\mu > 0.25$	$\mu > 0.15$
	Curves and slopes	$\mu > 0.25$	$\mu > 0.25$

Service classes 2, 3 and 4 allow a certain amount of packet snow and ice with minimum friction criteria. Salt is used in these lower classes only when reasonable due to the weather conditions e.g. in autumn and spring.

3.2. Organization and operation of winter maintenance

Management and organisation

ICERA runs two control and surveillance centres that share the overall organisation of the winter service, and monitor weather and road conditions on a 24/7 basis from October 15th until April 30th. Countrywide there are 18 regional service centres co-ordinating the force of contractors responsible for the operational tasks and the on-site road condition assessment are carried out by contractors.

In larger towns the ICERA is serving the major roads according to the ICERA standards based on contracts with the local municipal authorities.

The service equipment fleet is mainly trucks with snowploughs and salt spreaders, pay loaders and graders. Rotary blowers are very important in winter service on mountain roads and exposed primary roads. Grader works, such as removal of hard snow and ice are increasingly overtaken by plough-trucks with under-body blades. Graders are, however, still important to level snow banks on the road shoulder in exposed areas.

Depending on the service category, the service route per vehicle is 50-120 km. Usually there are 1 or 2 men per truck.

The ICERA's internal codes define the responsibility for different tasks concerning winter services:

Unit	Tasks / Responsibility
ICERA Management Service Department	Overall service procurer Central planning and organisation Service standards and rules Assign service category to roads Operation of RWIS and other information systems Training and education
Control and Surveillance Centre 2 centres countrywide	Monitor weather and road conditions Planning and coordination Registration and information processing Service assessment
Regional Service Centre 18 centres countrywide	Inventory Daily operation management Control: - Road condition in-situ - Service quality - Budget
Contractors	Operational tasks - Snow ploughing - De-icing, sanding

Road closures are enforced by the police under adverse weather conditions according to the ICERA's evaluation. Snow-Avalanche hazard, flooding, etc., may also lead to road closure. Automatic vehicle location and activity registration is used for



101

- Use of information technologies for efficient management and for avoidance of danger by providing information to road users

Information and warnings are provided through radio, internet, text-TV, phone service and message signs.

4. On-going research and studies to improve winter management

4.1. New technology

ICERA is developing different models and instruments to enhance the availability of road weather information. Among the systems that have been developed and are under validation are;

Wind gust forecast, for chosen sites. The model utilizes historical statistics on the relationship between measured wind gust on road weather stations and the forecast for atmospheric conditions. The model indicates the probability of wind gust over a certain threshold for the particular site the next 28 hours. Frost depth forecast, for freeze-thaw conditions in the road sub-base. The model takes readings from the frost depth monitoring system previously developed for ICERA, as an initial condition and extends the five day weather forecast through the road sub-base to indicate when axle load restrictions are necessary for the low-bearing capacity roads.

Road surface temperature and icing forecast is under development. The model gives accurate prognosis for road temperatures under the most critical conditions for sudden icing on the road network. This prognosis is important e.g. when road temperatures drop below the freezing point due to long wave emission from the surface due clear sky, even when air temperatures are still significantly above the freezing point. Residual salt and ice detection sensor has been developed. The sensor indicates the road surface temperature, the freezing of liquid present on the surface and gives estimate on the residual salt left on the pavement surface.



Customizing salt dosage. A new procedure for defining dosage for salt spreading is under trial at the control and surveillance centre for the capital area. The aim is to use available information on road condition, including residual salt, weather and traffic pattern to define the salt dosage. The goal is to use less salt without compromising service quality.

Modelling Residual Salt (MORS-project). ICERA participates in the NordFoU MORS project. The aim is to develop a model which is capable of predicting the residual salt development on the road, taking traffic, road and weather parameters into consideration.

4.2. New management and organization approaches

The hierarchy describes in chapter 3.2 describes a new organisational approach adopted by ICERA in 2012. The new structure facilitates a more centralized management in order to harmonize practise in the regions and enable a more flexible use of the workforce without administrative boundaries. Centralizing surveillance and call-out has economic benefits and is believed to be more reliable.

Training. Since autumn 2012, it is decided that all staff engaged in winter management and operations shall undergo a training course.

5. References

Traffic and weather information in English on ICERA's internet site:

<http://www.vegagerdin.is/english/>

Statistics Iceland: <http://www.statice.is/>

The Road Traffic Directorate:

<http://www.us.is/umferdarstofa/english>



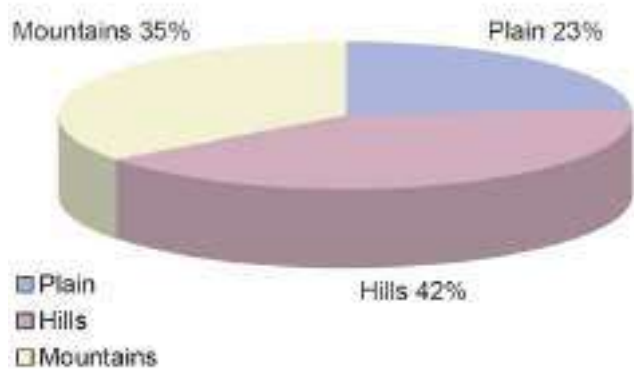
ITALY



1. Demographics and Roads

Area	301,302 km ²	
Population	60 millions	
Length of roads	National roads and highways	31,000 km
	Prefecture roads	141,000 km
	Municipal roads	300,000 km
Latitude (capital)	41°53'N	

Country and Road statistics



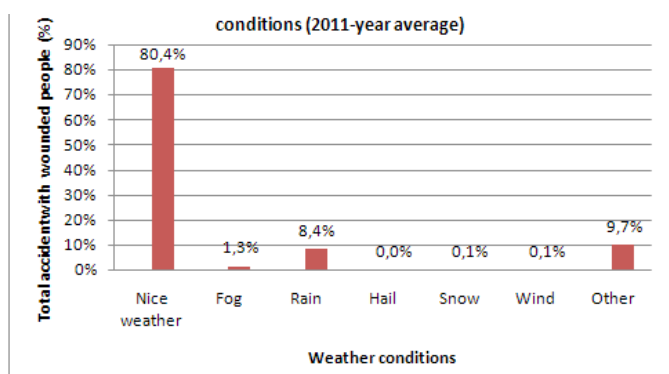
Orography

	Plain	Hills	Mountains	Total
Area (km ²)	69,902	125,342	106,058	301,302
%	23.2	41.6	35.2	100,0

2. Climate

Temperature and precipitations statistics

		Alt. (m)	Monthly mean temperature (5-year average) (°C)				Daily minimum temperature (5-year average) (°C)				Snowfall (4-year average) days	Precipitation (5-year average) mm.
			Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.		
Lombardia (North)	Milano	107	3,6	3,4	4,7	9,3	-4,0	-4,9	-3,2	0,3	3	720
	Monte Bisbino	1.319	2,4	1,3	1,2	3,6	-2,7	-5,3	-7,7	-3,8	21	1363
Lazio (Centre)	Roma	18	9,1	7,4	7,9	9,5	-1,5	-2,1	-2,2	-0,1	1	490
	Monte Terminillo	1.874	-0,1	-0,1	-2,1	0,5	-7,7	-8,3	-10,9	-9,4	7	1045
Calabria (South)	Reggio Calabria	11	13,1	13,4	11,9	13,4	5,9	6,4	5,7	6,9	1	341
	Monte Scuro	1.710	0,5	-0,2	-1,3	1,1	-7,3	-6,9	-7,9	-7,4	4	841
Sardegna (Islands)	Cagliari	4	11,0	10,3	9,8	11,9	3,8	1,5	2,3	3,6	1	378
	Fonni	1.022	6,8	6,5	5,8	6,5	0,8	-2,5	0,5	-0,4	5	808



Accident rate valuation - % of accident for different weather conditions (2011-year average)	
Nice weather	80%
Fog	1,3%
Rain	8,4%
Hail	0,0%
Snow	0,1%
Wind	0,1
Other	9,7

Annual road accidents / weather conditions (2011-years average)

3. Winter Road Management

3.1. Standards and Rules

The Ministry of Infrastructure and Transports established the minimum standards and rules for snow and frost removal service on state road and motorways.

AIMS

The main aim of Winter road management is to keep road users on the move and/or to rapidly re-open to traffic in winter when traffic must be discontinued. This is to be achieved also by means of very urgent interventions along the managed road and motorway network subject to snow falls and frost.

Description

Winter road management embraces the following activities:

- Snow removal: it includes the removal of the layers of snow, mud, ice from the pavement, from the verges of the carriageways endowed with New Jersey or guard-rails, from bridges and viaducts and tunnels (entrance-exit portals)

- De-icing treatment: it consists in spreading, beforehand, de-icing salts on roads and/or anti-icing mixtures (salts and aggregates) in order to prevent ice formation on pavements, on bridges and viaducts, near tunnels (entrance/exit portals)
- Emergency assistance: it consists in snow removal and anti-icing treatment by means of ad hoc teams operating for urgent interventions to be carried out (upon a call)
- Felling of dangerous trees and removal of the discarded material;
- Removal of the trees damaged by snow showers by the cutting of branches at the slinging and subsequently cutting them to pieces

Service supply

The Departmental Offices provides for a constant planning of such activities according to the weather and altimetric characteristics of the relevant areas.

The availability of men and means to tackle sudden emergency and/or unforeseeable situations is guaranteed apart from bad weather conditions (snow falls and/or frost) and considering the need of keeping a high standard level of service, while reducing the risks on the managed road and motorway networks.

All these activities are carried out by means of trained teams equipped with mechanic means, snow blowers, snow blowers and cutters , salt spreaders.

The foreseen activities are normally carried out continuously for a 6 month period (November-April) all day long and in working days and holidays.

All such activities are carried out in such a way to provoke the least traffic congestion possible. Furthermore they are all carried out by means of ad hoc signals and barriers

Supply times

The above activities are generally implemented according to the following scheme:

- Snow removal and anti-ice treatment, according to the frequency of snow falls and frost formation for a period of 4 up to 6 months, following the orographic characteristics of the network;
- Emergency activation: upon call (ANAS monitoring personnel, police etc) due to emergency situations, generally within 60 minutes from the call all day long in working days and holidays).

PERFORMANCE INDICATORS AND RELEVANT INDICATORS RELATED TO ROAD AND MOTORWAYS SERVICE

Performance indicators related to the national roads network:

Snow removal index

Snow removal indicator (I_{SN}) is a ratio between performance in snow removal (SN cons), measured in number of roads closed for traffic over than 12 hours, without exceptional cases, and the expected maximum value.

$$I_{SN} = 2 - \frac{SN_{cons}}{SN_{rif}}$$

Where:

- SN cons = (SN cons1 + SN cons2 + ...+ SN cons n)

(Total traffic closing over 12 hours)

- SN rif = allowed maximum value number of roads closed for traffic over than 12 hours, without exceptional cases.

Exceptional are scheduled roads closing (e.g. crossing place in mountains) or during exceptional snow falls (more than last 5 years average).

Synthetic index

Same index as well as for snow removal there are for Grass cutting (I_{se}), Orizontal road signs (I_{so}), Tecnological plants work-service (I_{il}), roads paving emergency work-service (I_{pav}), traffic informations (I_{im}) too.

To each specific indicator is associated with a decimal weighting factor to take into account the different size of the reference measurements associated with each of them.

Indicator	Incidence
Mowing Grass I _{se}	20%
Clear Snow I _{sn}	10%
Markings I _{so}	20%
Reconditioning operations Technological Systems I _{il}	10%
Reconditioning operations flooring emergency I _{pav}	20%
Informability I _{im}	20%

In this way Synthetic index is calculate and the formula is:

$$I = (0,2 * I_{se} + 0,1 * I_{sn} + 0,2 * I_{so} + 0,1 * I_{il} + 0,2 * I_{pav} + 0,2 * I_{im})$$

A lower value of the unit may lead to the application of a penalty under the following terms:

Penalty	Value indicator	Scope of the penal annual value of resources acquired pursuant to art. 19, paragraph 9-bis of Law 102/2009 and subsequent amendments and the intended operating activities
Nothing	$0,95 = I < 1$	0
Minimum	$0,9 = I < 0,95$	0,01% up to a maximum of € 100,000
Middle	$0,8 < I < 0,9$	0,02% up to a maximum of € 50,000
Maximum	$I < 0,8$	0,03% up to a maximum of € 200,000

Roads under inspection

The calculation of the indicators for measuring the performance of Anas in the performance of activities subject to inspection will be carried out on a sample of roads assigned under management.

The choice of roads must be guided by the use of appropriate selection parameters that allow to identify a significant sample.

The selection of the roads then may be made taking into account the following parameters:

- Type of road (highway, junction, highway);
- Traffic volumes;
- Strategic importance of the road;
- Geographical distribution throughout the country.

3.2. Meteorological Information And Forecast

Meteorological information and forecast are provided by Italian Air Force (Aeronautica Militare Italiana) which sees to the collection, processing of data and meteorological products (analyses, forecasts, advice and so on) all over the national territory.

3.3. Traffic Safety And Information

Meteorological and traffic information to users broadcasted by radio are processed and spread by the information centre CIIS by means of the following national networks:

RTL (102.5 MF) updated every 30 mts between 06.30 and 21.00
 RADIO RAI : updated maximum every 30 mts
 ISORADIO: (103 Mhz): every 30 mts covering the motorway network

The information Centre CIIS was created in 1990 on the initiative of the Ministry of Infrastructure and Transports (the then Ministry of Public Works) and of the Interiors Ministry, as and information means for road safety regulated by law n.556 of 30.12.1998 and subsequent regulations.

This service is carried out in co-operation with ACI, ANAS S.p.A., Autostrade per l'Italia S.p.A., Arma dei Carabinieri, Polizia Stradale, RAI and Polizia Municipale in Rome

3.4. Organization And Operations For Winter Maintenance

With regards to winter climatic conditions, Italy has very different features along the territory. The northern borders of the Italy territory flank countries with old seasons longer than its own, whilst the south is characterized by a long hot and sunny season. Mountains are in all the Italian regions and so the territory and climate are variegated everywhere. Only 23% of the Italian territory is on a plain. The Alps cross all the Italian northern regions with Mount Blanc at 4,810 m as the highest mountain. The Apennine mountain chain runs north to south. Here many mountains are over 2,000 m with the Gran Sasso reaching 2,914 m. On the two bigger Italian islands too there are tall mountains such as Etna (3,340 m) in Sicily and Gennargentu (1,834 m) in Sardinia.

These features give a big variety in climate and in microclimate so special attention must be given to the possibility of snowfall as well as where it appears unlikely in regions located in the southern latitude and near the sea. The snow is different in the northern regions, where it is dry and light, compared with, wet and heavy snow in the southern regions.

ANAS (the Italian Agency for National Road construction and management), highway management organizations, local authority and municipality offices carry out winter maintenance with their own equipment and with the assistance of private firms to ensure safety for road users in winter.



3.5. Meteorological Information And Forecast

Meteorological information and forecast are provided by Italian Air Force (Aeronautica Militare Italiana) which sees to the collection, processing of data and meteorological products (analyses, forecasts, advice and so on) all over the national territory.

The surveys are carried out by satellites and by a strict network of meteorological stations along the national territory.

3.6. Traffic safety and information



Meteorological and traffic information to users broadcasted by radio are processed and spread by the information centre CIIS by means of the following national networks:

RTL (102.5 MF) updated every 30 minutes between 06.30 and 21.00

RADIO RAI : updated maximum every 30 minutes

ISORADIO: (103 Mhz): every 30 minutes covering the motorway network

The information Centre CIIS was created in 1990 on the initiative of the Ministry of Infrastructure and Transports (the then Ministry of Public Works) and of the Interiors Ministry, for road safety regulated by law n.556 of 30.12.1998 and subsequent regulations.

This service is carried out in co-operation with ACI, ANAS S.p.A., Autostrade per l'Italia S.p.A., Arma dei Carabinieri, Polizia Stradale, RAI and Polizia Municipale in Rome

4. References

- ISTAT – Statistiche Meteorologiche
- www.istat.it
- ANAS – Carta dei Servizi Stradali e Autostradali
- www.radio.rai.it
- ww.autostrade.it
- www.meteoam.it
- ANAS- Fog alert project
- www.stradeanas.it



JAPAN



INDEX

1 Demographics and Roads



Figure 1 - Location of Japan

Some of the urban areas of Japan receive much more snowfall than urban areas anywhere else in the world. In the cold, snowy regions of Japan, when it snows, traffic is often paralyzed. Roads are damaged by freezing in extremely cold regions.

To ensure the safe, reliable flow of road traffic in severely cold, snowy regions of the country, The Special Measures Law for Ensuring Road Traffic in Snowy and Cold Areas was enacted in April 1956. Cold, snowy districts account for nearly 60% of Japan's land area, some 40% of its municipalities, and about 20% its population.

Table 1 - Area, population and roads in Japan

Area	377,950 km ²	
Population	128.057 mil. people	
Length of Road	National highway	54,114 km
	Prefectural road	129,343 km
	Municipal road	1,020,286 km
Latitude (capital)	35° N. Lat. (Tokyo)	

Source:

Population: Ministry of Internal Affairs and Communications (FY 2012)

Length of road: Road IR website, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

2 Climate

2.1 Overview of Climatic Areas

Japan is more southerly than most other cold, snowy countries. Even so, most of the country receives snowfall, except for the southern part of Kyushu Island. The areas indicated as cold and snowy on the map (Figure 2) are those designated as such by the Law. The climate in these areas is much colder than elsewhere in Japan. Temperatures drops far below freezing, and winters see extreme snowfall. As shown on the map, snow falls heavily in the northern Japan Sea coastal area (Hokuriku Region). This is one of the features of winter in Japan.

The heavy snowfall on the Japan Sea side occurs when cold air from Siberia absorbs great amounts of moisture over the Japan Sea and then meets the high mountains that make up the northeast-by-southwest backbone of northeastern Honshu Island. The rising air cools, forming snow clouds.

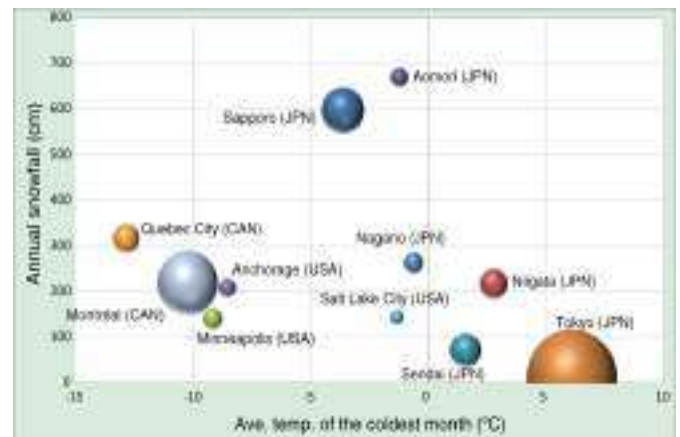
JAPAN



Many Japanese cities are among the snowiest in the world. More than two million people live in and around Sapporo, the capital of Hokkaido, despite an annual snowfall of nearly 6 m. It is the only city in the world where such a great number of people live amidst such extreme snowfall.



Figure 2 - Overview of climatic areas



Source: United Nations Demographic Yearbook; Japan Meteorological Agency

Note: The size of the globe indicates the population of the city.

Figure 3 - Air temperature of the coldest month, and annual snowfall

2.2 Statistics on Temperature, Snowfall and Precipitation

Table 2 - Temperature and precipitation (30-year avg., 1981 - 2010)

	Daily min. temperature [°C]				Snowfall [cm]			Precipitation [mm]				
	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Daily maximum snowfall	Maximum snow depth	Cumulative snowfall	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total
Sapporo	-4.1	-7.0	-6.6	-2.9	37	100	597	111.7	113.6	94.0	77.8	1106.5
Aomori	-1.4	-3.9	-3.7	-1.3	34	111	669	150.8	144.9	111.0	69.9	1300.1
Sendai	0.9	-1.7	-1.5	0.9	15	17	71	36.6	37.0	38.4	68.2	1254.1
Niigata	2.7	0.2	0.1	2.3	24	36	217	217.4	186.0	122.4	112.6	1821.0
Tokyo	5.1	2.5	2.9	5.8	5	6	11	51.0	52.3	56.1	117.5	1528.8
Nagano	-1.6	-4.1	-3.8	-0.8	22	31	263	45.5	51.1	49.8	59.4	932.7

3 Winter Road Management

3.1 History and Background of Snow- and Ice-Control Programs

In 1956, The Special Measures Law for Ensuring Road Traffic in Snowy and Cold Areas was enacted. Snow- and ice-control programs were established to ensure smooth winter traffic that supports winter living in cold, snowy regions, because snowfall causes road closures and traffic accidents including skidding accidents on icy roads, and the roads are damaged by frost heave in such regions. The Law was legislated to reduce local governments' mounting financial burdens and to provide measures against these hindrances amidst a rapid increase in vehicle ownership.

The need for measures against the extremely slippery roads that have emerged since studded tires were banned has been an issue. Such roads have caused increases in vehicle skidding and pedestrian fall accidents.

As shown in Figure 4, the national budget for road programs, including that for snow and ice control, has been decreasing. It was 5.8 trillion yen as of FY2010. Consequently, road administrators have made the utmost efforts to maintain the winter road service level while cutting down expenses.

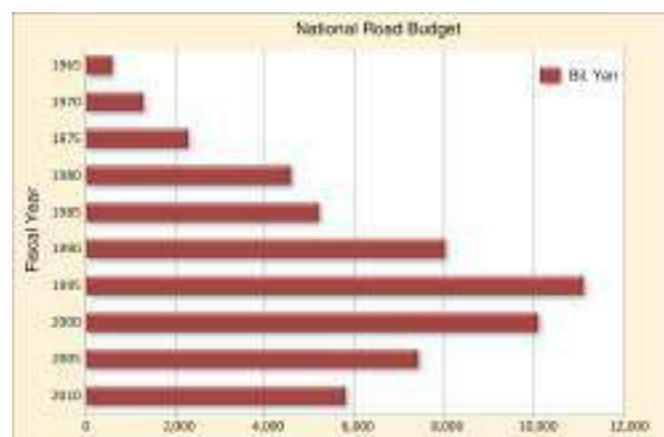


Figure 4 - Expenditures for national road programs

Policies for winter road control in Japan



Roads in regions designated as cold/snowy under the Law and that meet the traffic volume criteria set by the Minister of Land, Infrastructure, Transport and Tourism are designated as roads subject to the Law. Securing of traffic on such roads is especially important for the promotion of socioeconomic activities.

Figure 5 - Outline of The Special Measures Law for Ensuring Road Traffic in Snowy and Cold Areas

3.2 Level of Services (LOS)

Criteria for the deployment of snow- and ice- control staff and vehicles and winter road LOS are set for each road category according to the snowfall, air temperature and traffic volume in each cold, snowy region. Winter management, including the plowing of newly fallen snow, the application of anti-freezing agents and the operation of snow hauling, is based on such criteria and on LOS.

The Hokuriku Regional Development Bureau of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism sets deployment criteria for each type of winter maintenance operation (Table 3). The City of Sapporo sets LOS (Table 4) by road type.

Table 3 - Criteria for deploying snow- and ice-control operations
Example on national highways in the Hokuriku Region

Operation		Deployment criteria
Patrol		1. Monitor snowfall and freezing forecasts, and dispatch patrols as necessary. 2. Dispatch additional patrols as necessary, especially when... 1) Snow/Ice-related traffic disruption is anticipated. 2) Traffic disruption is reported by police, road condition monitors, other road users or local residents.
Snow removal	Plowing	There is 5 to 10 cm of snow on the road, and further snowfall is expected.
	Surface leveling	1. The great amount of snow on roads is anticipated to cause traffic disruption unless it is leveled. 2. This is done to prevent the compacted snow layer from thickening and to eliminate unevenness.
	Compacted snow and ice scraping	Due to temperature fluctuations and the load of passing vehicles, compacted snow has become uneven enough to disrupt traffic.
Widening effective road widths with rotary blower		1. Heavy snowfall has prompted the need for plowing to secure the effective road width. 2. Snowbanks at the shoulder have become so large that they are expected to disrupt traffic when wind moves the snow.
Hauling		Roadside snowbanks have become so large that they hinder vehicles passing each other in opposite directions, and further snowfall is forecast. Or snow removed from roofs of houses along the road is expected to enlarge the snowbanks.
Sidewalk snow removal		At the instruction of a supervisor
Salting		Road icing is forecast or has been reported.
Operation of snow-melting facilities		1. Snow has fallen. 2. Icy roads have been reported (road heating operation is necessary).
Other operations		At the instruction of a supervisor

Table 4 - Winter road service level by road type in the city of Sapporo
(Carriageways)

Road type	Roles of the road	Typical road structure	Depth of compressed snow layer	Criteria for securing road width
Major arterial	Linking cities and major destinations within the city	6-lane road	Within 3 cm (no rutting formed)	4 lanes or more (about 13 m); enough width so that right/left turning vehicles do not interfere with other vehicles
Arterial	Collecting traffic between major destinations in the city/major facilities; forming frameworks of residential areas	4-lane road	Within 5 cm (no rutting formed)	3 lanes or more (about 9 m); enough width so that right-turning vehicles do not interfere with other vehicles
Secondary	Collecting traffic in residential areas and directing it to arterial roads; providing links between rural roads and arterial roads, and access to major facilities within the residential area	2-lane road	Within 25 cm (no driving interference)	1 1/2 lanes or more (about 4 m); enough width for small automobiles to pass by each other
Tertiary / rural	Access to/from dwellings	8 m ≤ road width < 10 m	Within 30 cm	1 lane and pedestrian space (about 3.2 m); enough width for an emergency vehicle to drive through

(Sidewalks)

Road type	Criteria	LOS	Criteria for securing road width
Sidewalk	2 m < Effective width	Maintain the surface so that walking on the sidewalk is not hindered	Length of the blade of sidewalk snow remover (1.3 - 1.5 m); enough width for pedestrians to pass by each other

3.3 Snow- and Ice-Control Measures

■ Snow removal

Snow removal on roadways

To maintain the trafficability of national highways and principal prefectural roads and to promote interregional exchanges and living activities, snow removal on roadways is conducted around the clock.



Figure 6 - Multi-lane snow removal

Snow removal on sidewalks

Snow removal on sidewalks is promoted around schools, railway stations, downtown and social welfare facilities, to ensure the safety and reliability of walking spaces in winter.



Figure 7 - Sidewalk snow removal

Application of anti-freezing agents

Since the ban on studded tires, extremely slippery road surfaces frequently have emerged in winter. Anti-freezing agents are efficiently applied to reduce traffic congestion and slip accidents.



Figure 8 - Application of anti-freezing agents

■ Snow-control measures

Various facilities are constructed as countermeasures to avalanche and snowstorm.

Snowbreak woods

These catch snow particles carried by winds and hold them in snowdrifts within the woods or on their windward side to prevent snow from blowing onto roads on the downwind side.

Snowfences

These keep snow from blowing into drifts on the road, and they mitigate height increases of roadside snowbanks with snow plowed from the roadway, thus improving visibility of the road.

Avalanche control fences

These are constructed on avalanche-prone roadside slopes.

Snow sheds

These are constructed over roads so that avalanches will pass over them without endangering the safety of the roads.



Snowbreak woods



Snowfence



Avalanche control fence



Snow shed

Figure 9 - Snow-control facilities

Light-emitting delineators

The delineators, which run on eco-friendly solar energy, are easily recognized, and they improve the efficiency of snow removal.



Figure 10 - Light-emitting delineator: diagram and onsite installation

■ Snow-Melting Facilities

Road heating

Road heating systems melt snow or prevent road icing by heating the pavement using heating pipes or electric coils, rather than by sprinkling the road with water.



Without road heating

With road heating

Figure 11 - Effect of road heating system

Snow-melting sprinkler

Groundwater is pumped up and sent through pipes for sprinkling from nozzles to melt snow. The pipes and nozzles are embedded in the road.



Figure 12 - Effect of snow-melting sprinkler

Snow-flowing gutter

The City of Sapporo has constructed eight snow-flowing gutters to dispose of snow with the cooperation of local residents. These gutters are constructed at the roadside. Residents dump snow on the street into the openings of a covered box culvert, where snow is swept away by water running down a natural incline. In general, the water source is river water. However, Sapporo also uses processed sewage effluent at 10°C from sewage-treatment plants.

The use of processed sewage water has the advantage of requiring less discharge capacity than in the case of using river water, because the higher temperature of sewer water reduces the snow volume by melting the snow.

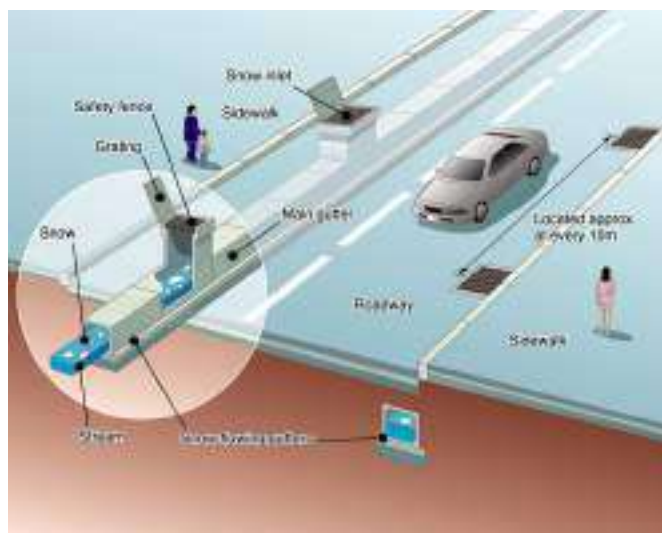


Figure 13 - Diagram of snow-flowing gutter



Residents dumping snow
Into the snow-flowing
gutter

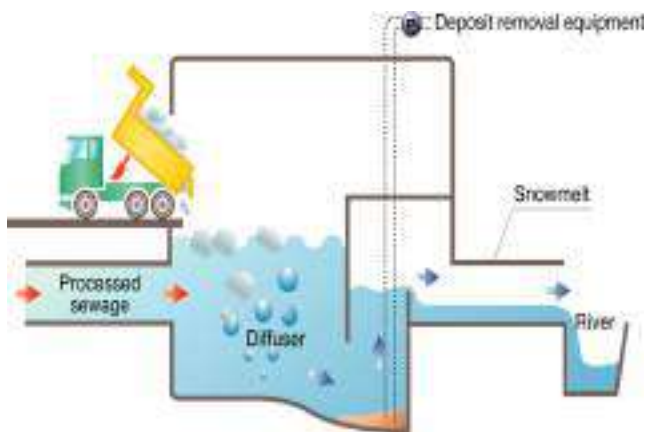
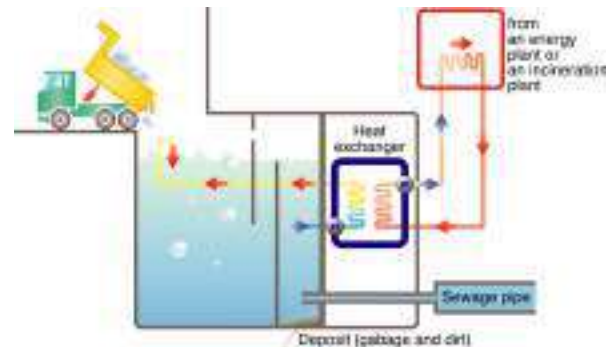
Maintaining the same
effective road width in
summer and winter

Figure 14 - Effect of snow-flowing gutter

Snow-melting tank

Snow-melting tanks melt large quantities of snow while occupying relatively small areas of land. Such tanks dispose of snow that is removed from roads, carried by dump trucks

and dumped directly into heated water. The energy used to melt snow is from sources previously considered as waste, including processed sewage and the heat generated in waste incineration. The tanks are used not only during winter, but also during other seasons, as fire-fighting water tanks and balancing reservoirs to retain rainfall and sewage.



Heat source of snow-melting tank: warm processed sewage, residual heat from incineration plants, etc.



Figure 15 - Snow-melting tank

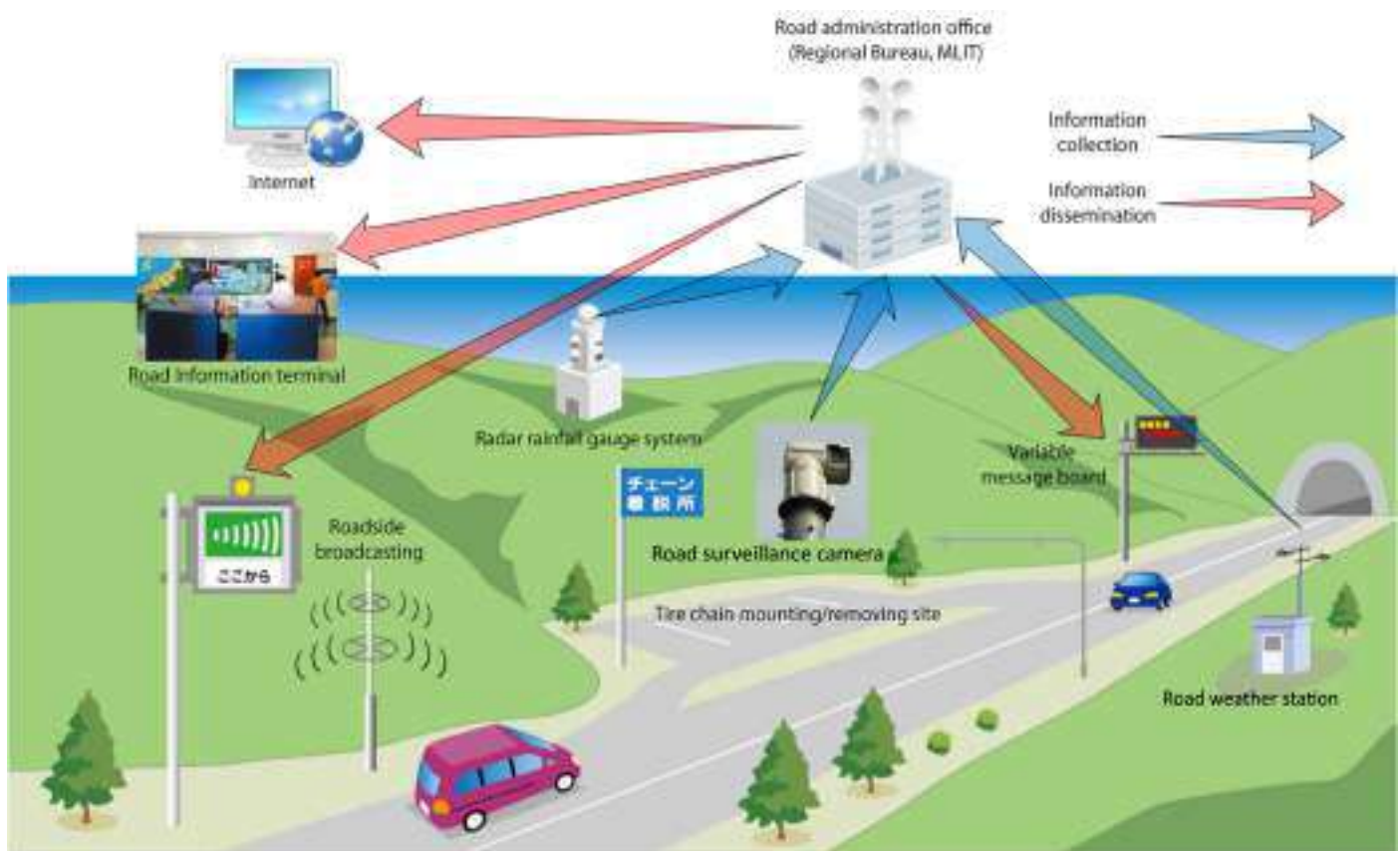
3.4 Traffic Safety & Information

■ Road weather information system

The pilot system is on National Highway 17, which is managed by the Nagaoka National Road Works Office, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (Figure 16).

National Highway 17 is a major arterial highway connecting the Tokyo metropolitan area and Niigata, the largest city in the Hokuriku Region of northwestern Honshu. The highway passes

through areas of severe meteorological and topographic conditions. The 25 km of this highway between the Mikuni and Kandatsu areas, on the border between Niigata Prefecture and Gunma Prefecture, run through one of the snowiest areas in Japan. The geography of part of the highway is complex: There are seven sharp curves, with radii of 50 m or less, and there are 14.4 km of steep sections, with gradients of 4% or more. Because the section is designated as a pilot area due to its harsh winter conditions, the Ministry has implemented advanced snow- and ice-control measures.



Road weather station



Snow gauge and thermometer



Road surveillance camera



Ice sensor



Management using real-time images



Road information displays



Variable message board

Figure 16 - Road weather information system

Winter road information systems

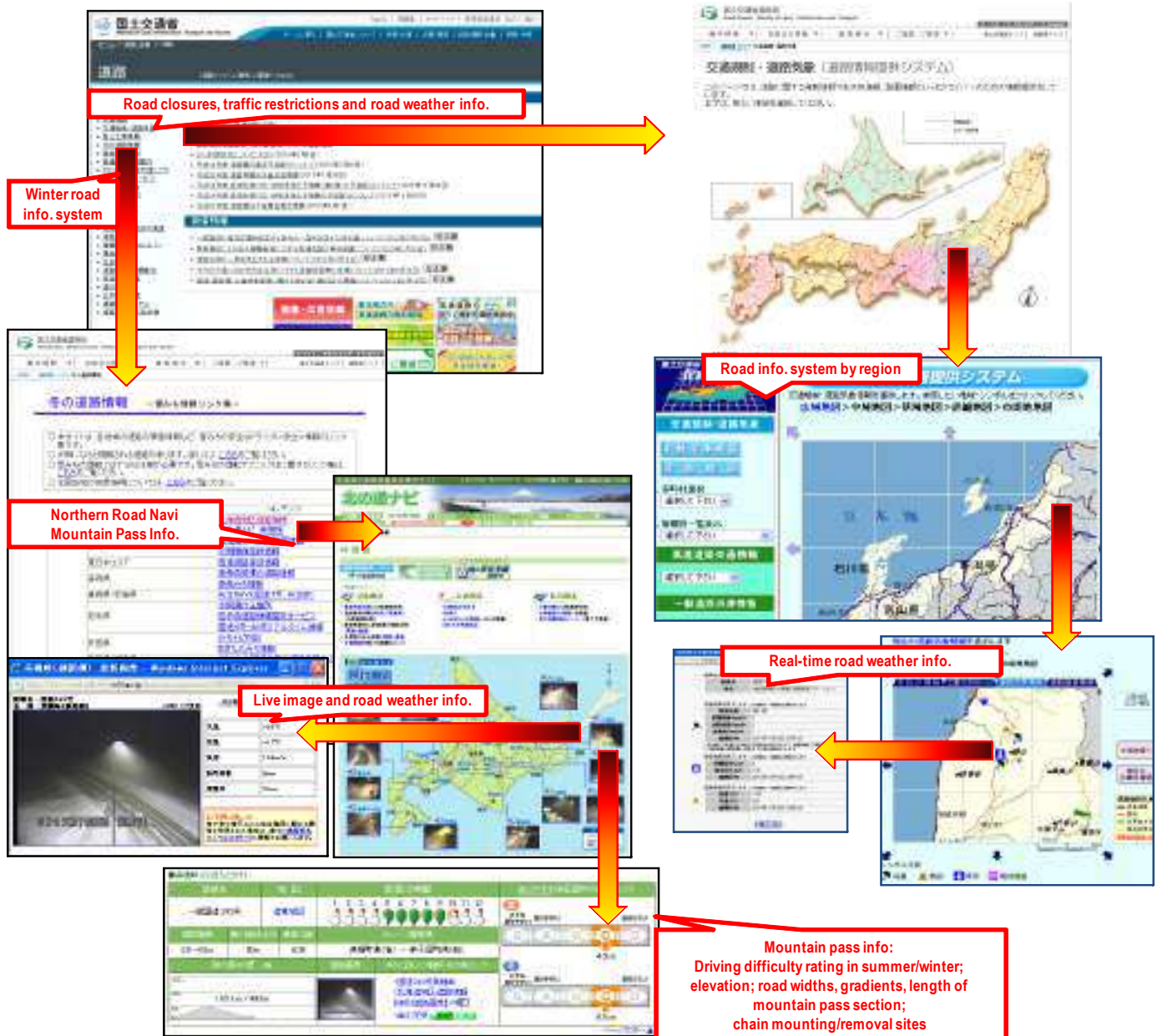
Winter road information systems can be divided into two categories: those that support road administrators in winter maintenance, including snow removal and friction management, and those that provide road users with information on weather and road-surface conditions.

The former include a system that monitors and forecasts weather and road-surface conditions, a system that detects and predicts avalanches and snow damage, and systems for comprehensive traffic information management. The latter include 1) information provision devices, such as variable message boards, roadside-radio broadcasting and VICS (Vehicle Information and Communication System); 2) information provision facilities, such as "Michi-no-eki" roadside rest areas

and other road information stations; and 3) Internet-based road information provision systems that use personal computers and mobile phones.

The Road Bureau of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, has developed a comprehensive road information provision system on its website to provide nationwide information on road closures and traffic restrictions, and on weather and road surface conditions, by means of a unified interface. In addition, each regional development bureau has developed a portal website that is tailored to local circumstances and that provides regional road information and links to local road information websites as well as to the Ministry's road and weather information sites (Figure 17).

JAPAN



The comprehensive road information provision system on the website of the Road Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. Top left: The left pull-down menu gives nationwide information on road closures and traffic restrictions (upper arrow), and links to a list of the weather and road surface conditions in each region (lower arrow). Top right to middle right: Clicking on the map gives information from each regional development bureau (e.g., Hokuriku Regional Development Bureau). Middle right to bottom right: Clicking

gives information on road weather information of a specific region. Bottom right to bottom center: Clicking gives access to real-time road weather info. Top left to middle left: Clicking gives access to the winter road information of a specific region (e.g., Northern Road Navi website.) Middle center to left center: Clicking on an image of a mountain pass gives its live image and road weather info. Middle center to bottom center: Clicking on the name of a mountain pass gives detailed driving info.

Figure 17 - Website of the winter road information systems

The Civil Engineering Research Institute for Cold Region (CERI) has developed the Winter Maintenance Support System to support winter maintenance against slippery, icy winter roads, including de-icing prior to the emergence of such road conditions. The system provides weather and road icing forecasts to road administrators and managers (Figure 18).



(Left: home; right: enlarged map). Home displays all of Hokkaido Region. When an area and a forecast item (weather or road icing) are selected, the system displays a map with the selected information on any scale.

Figure 18 - Winter Maintenance Support System

4 Ongoing Research and Studies to Improve Winter Management

■ A snow-melting system using heat from lake water

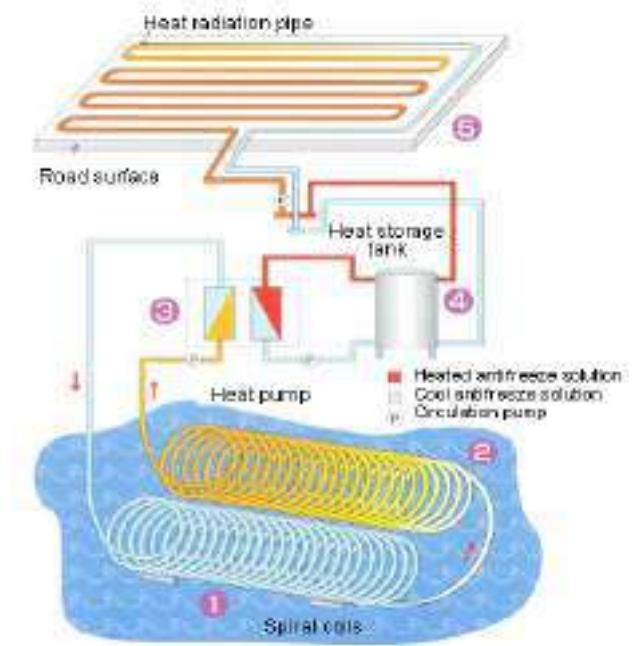
The road section approaching Nagoyama Snowshed on National Highway 49 is steep and curved, and it tends to be icy in winter. For these reasons, there are safety concerns. To address the problem, a snow-melting system that uses heat from water in the nearby Lake Inawashiro has been introduced. The lake almost never freezes in winter, and its water at the depth of about 5 m stays between 3 and 6 °C in every season. The lake water heat is transferred by heat pump to the snow-melting system. The use of renewable energy such as that from lake water does not emit CO₂ and is environmentally friendly.

■ A snow-melting system using ground heat

This new snow-melting system uses ground heat and passive solar heat by means of a ground heat exchanger and heat pump. In summer, the pavement becomes warm from solar radiation. That heat is transferred by heat exchanger to the ground for storage. In winter, the stored heat is transferred in the opposite direction. The heat pump raises the temperature of the antifreeze solution that circulates in heat radiation pipes in the pavement to melt snow. This system also uses renewable energy that does not emit CO₂.

■ Snow-melting facility that uses wind-generated electricity

Nakayama Tunnel on National Highway 49 has suffered winter traffic safety problems, including



System configuration



Underwater spiral coils Snow melting with the system

Figure 19 - Snow-melting system that uses lake water heat



System configuration



Snow melting with the system

Figure 20 - Configuration of the snow-melting system using ground heat

blowing snow and road icing at the approaches to both ends, because of strong winds in winter. Such conditions have reduced the traffic safety there. The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism installed road heating to melt snow by utilizing electricity generated by the strong winds there.

This system is beneficial because of its low environmental impact and low operation costs. In summer, the generated electricity is used to power lighting and other devices.

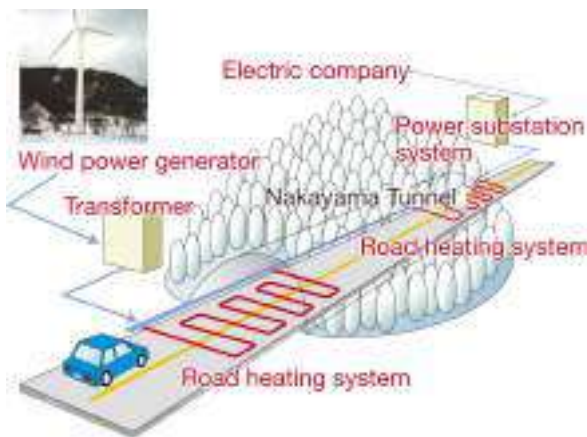


Figure 21 - Snow-melting system that uses wind-generated electricity

■ Website of winter road friction monitoring data

The road surface condition in winter varies by time and location. To quantitatively evaluate the road surface condition, CERI has been developing a system that monitors the road surface friction continuously by a vehicle in motion and that distributes the monitored results (Figure 22).

■ Snowstorm visibility information provision

CERI has been conducting an experimental study on the provision of visibility information in Hokkaido Region. This study aims to mitigate the impact of snowstorms on drivers by providing real-time visibility information that supports travel decisions. Due to the limited number of road surveillance cameras, the information is supplemented by volunteer drivers' on-the-spot snowstorm information that is called "information posted by volunteer drivers."

Under the experiment, three types of data are provided by web: "information posted by volunteer drivers," "searches for driving distance and time in winter" and "road closure information." The snowstorm visibility information covers 190 areas in Hokkaido and is expressed in terms of a five-scale visibility rating.



Top: Winter road friction provision system display

Left bottom: Test vehicle with a continuous skid-resistance measurement device. Right bottom: Enlarged route map showing measured skid resistance

Figure 22 - Website of winter road condition monitoring data



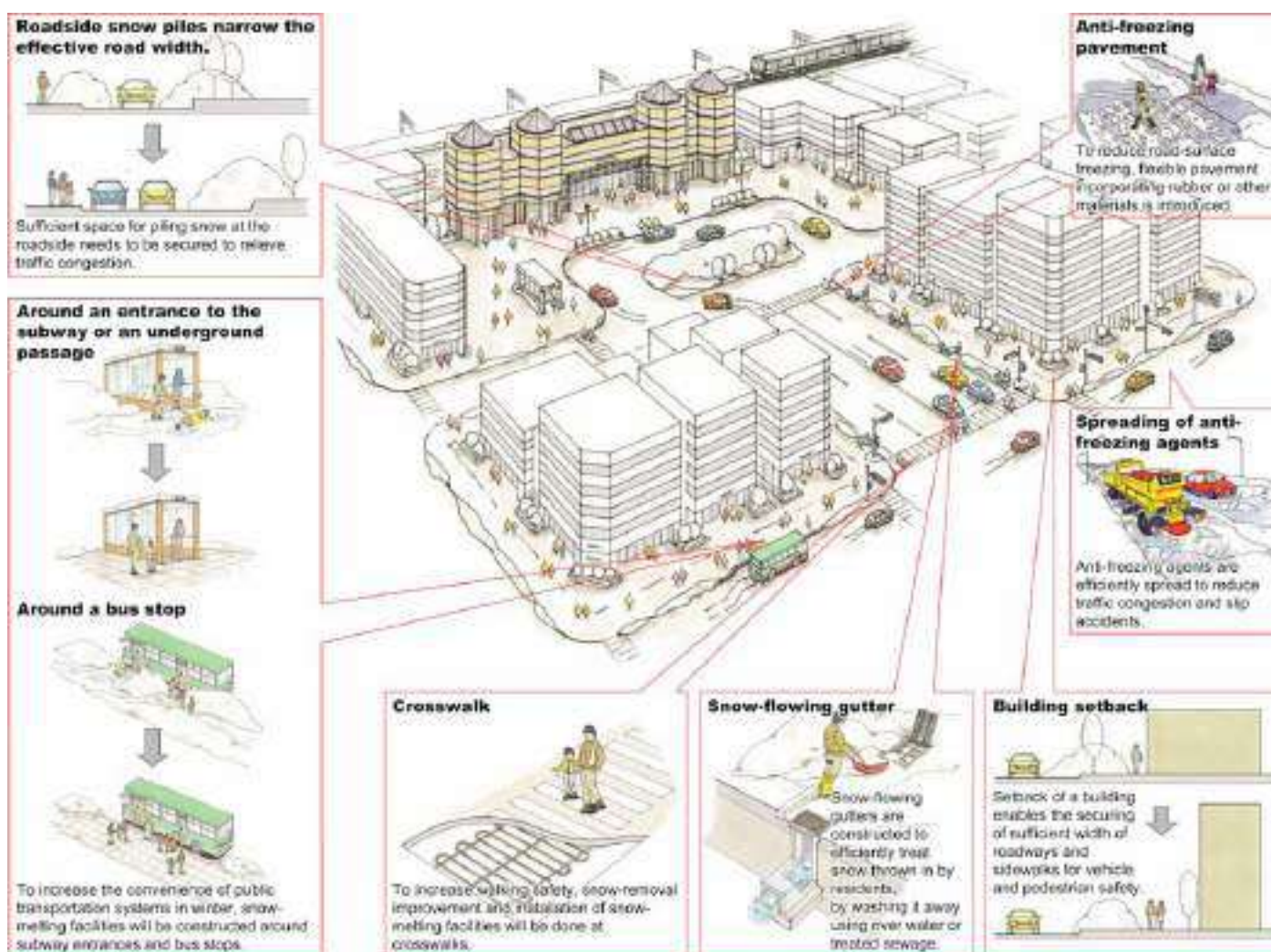
Figure 23 - Portal site of the snowstorm visibility information

■ Promotion of measures for barrier-free winter mobility

Comprehensive snow-removal measures have been formulated and implemented to remove barriers to wintertime mobility, such as the increased danger of pedestrian slip and fall accidents on icy roads, reduction of walking space due to snowfall, and other inconveniences.

Toward barrier-free mobility, thorough snow removal on sidewalks around railway stations has been promoted and road heating has been installed.

Figure 24 - Measures for barrier-free winter mobility taken in conjunction with various other projects for snow- and ice-control



5 References

Website of the Road Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism at
<http://www.mlit.go.jp/road/>



LATVIA



1. Demographics and Roads

1.1. Information about the country



Latvia is located in Northeastern Europe, on the east coast of the Baltic Sea. It borders with Estonia, Lithuania, Russia and Belarus. Most of the Latvia's territory is little higher than 100 meters above sea level, ground cover is formed by sediment soils. Highest point is Gaizinkalns, 312 meters. There are thousands of rivers and lakes in Latvia and about 8% of inland territory is covered by swamps. Approximately one third of population of Latvia (659 thousands) lives in the capital Riga. The unemployment rate is 10.6%.

1.2. Road network and traffic

Area	64,589 km ²	
Population	2.1 million	
Density of population	32.5 pers/km ²	
Total road and street length	State roads	20,119 km
	Municipal roads	38,683 km
	Forest roads	10,142 km
	Private roads	3,500 km
	Total	72,444 km
Latitude (Capital)	57 °N Riga	

Total length of paved roads is 14,602 km. The average density of roads is 1.122 km per 1 km². Total number of vehicles in Latvia is 786,058, including 612,321 cars.

In 2011. average daily motor vehicle intensity on state main roads was 4,644 vehicles, including 996 (21.4 %) trucks.

2. Climate

2.1. Overview of climatic areas

Latvia's climate is dependent on its location on the coasts of the Baltic Sea and is governed by moderate oceanic climate, with pronounced cyclone activity that influences changes in weather 190-200 days a year. Western part of Latvia is characteristic by maritime climate with milder winters and considerable temperature variations; in the East the climate is more continental. Winter in Latvia usually lasts starting from the second part of November till the end of March. It starts gradually, usually moderate frost, clouded days, lots of snow, sometimes rains. In recent years, climate changes are seen here as a higher probability of a certain extreme meteorological events (precipitations, temperature peaks) from their long-term statistic level.

2.2. Statistics

The average temperature in January in coast regions is -2°C , in Eastern parts -7°C . Sometimes sharp short-term decrease of temperature down to -40°C is observed. This is explained by inflow of high-pressure air masses from North or East.

Consistent snow cover lasts from the middle of December till middle of March. In the Western parts it lasts 80-90 days on average, in the Eastern parts – up to 100-120 days. Because of frequent thaws snow cover is not thick. It may reach 30–50 cm, but on the coast 15–20 cm, in heavy precipitation years and during cold winters it may reach 1 m, while during warm winters snow coat is inconsistent. The average number of days with thaws is <60 days per year.

2.3. Winter indexes

Winter severity indexes for broad socioeconomic needs are not calculated in Latvia, however, there is a possibility to start, because Latvian Hydrometeorological Centre handle all necessary data and provides information about actual deviations from the average decade or monthly temperature, precipitation, as well as thickness of snow cover.

3. Winter Road Management

3.1. Standards and rules

Road routine maintenance standards, including rules for winter works, are set out in Road Traffic Law and State Regulation "Requirements for routine maintenance of state and municipal roads and performance supervision procedure" issued basing on this law (updated in 2010.).

Roads are divided into 5 winter service classes according to road importance and traffic flow:

AADT (vehicle per day)	Main roads	Regional roads	Local roads
> 5,000	A	-	-
1,000 – 5,000	A1	A1	A1
500 – 1,000	A1	B	B
100 – 500	-	C	C
< 100	-	-	D

Each service class has definite requirements for the state of road during certain weather conditions:

Requirements	Maintenance class				
	A	A1	B	C	D
Acceptable conditions					
Average snow depth					
No precipitation	snow free	snow free	4cm	10 cm	no limits
during snowfall	6 cm	6 cm	8cm	10 cm	
fresh slush	3 cm	3 cm	5cm	6 cm	
Ruts	up to 10 mm	up to 20 mm	up to 40 mm	up to 50 mm	No limits
Time for cleaning	3 h	4 h	6 h	18 h	No limits
Time for skid prevention	3 h	4 h	6 h	no	No limits

In practice it means, that for A and A1 classes "bare pavement policy" will be provided with intensive use of snow melting agents, while B class allows anti-skid treatment mainly with abrasives, but C and D classes provide only passability, without predefined anti-skid measures:



Actual service level for state main and regional roads in 2012./2013. winter season is seen from the following map:



Technical specifications for road winter works also form a part of contract documentation. Requirements for equipment, materials, work performance and expected results are defined in these specifications. Snow plowing on state roads is mostly performed by trucks equipped with front and side plows. Rural municipality roads and private roads are basically cleared using tractors or motograders. For skid prevention on A and A1 class roads wet salt is used. Maximum dimension of a salt particle may not exceed 6.3 mm; various dashes may not exceed 4%. For skid prevention on B class roads wet salt as well as salt and sand mixture and pure sand is used, also grooves are worked in the road surface. 1 m³ of salt and sand mixture must contain not less than 120 kg of salt, maximum dimension of a mixture particle may not exceed 6.3 mm. On C class roads skid prevention activities are performed only in separate sections – on intersections, on steep increases and sharp turns, scattering sand or working in grooves in the road surface. On freezing rain C class roads are spread with sand at full length. Wet salt is used to melt ice on the streets in bigger cities. Occasionally, in case of heavy snowfall, streets are cleared making snow banks along the side of the streets organizing removals later on. Rural municipalities mainly clear their own roads and streets of snow.

3.2. Organization and operation of winter maintenance

SJSC “Latvian State Roads” (LSR) is responsible for state roads maintenance in winter, while the respective municipality is responsible for maintenance of municipal roads and streets. State road maintenance in winter is financed by state budget, and maintenance of municipal roads and streets is financed by municipal budget that receives earmarked subsidies from the state budget etc.

LSR elaborates the program for road maintenance in winter, classifies road network and calculates the necessary funding. State roads are classified in the winter of 2012/2013 as follows:

Class	Total km	Including		
		Main roads	Regional roads	Local roads
A	584	563	21	-
A1	2,183	1,182	960	41
B	2,575	-	2,154	421
C	12,753	-	2,178	10,575
D	2,121	-	9	2,112
Total	20,216	1,745	5,322	13,149

The program is approved by the Ministry of Transport. Basic data for the program is prepared by LSR regional offices, while the central office summarizes and draws the necessary corrections to provide unified maintenance policy. Before the start of winter season meetings together with contractors take place at LSR central and regional offices. During these meetings the objectives are defined more precisely and problems as well as solutions to respective problems are identified.

Road routine maintenance complex contracts (incl. in winter) were awarded through tender, what was held in the summer, 2007. The State road network was split in 12 contract areas. In each area the road network length is within 1,000-2,500 km and covers 1 – 3 territorial districts. All contracts were won by one state owned enterprise, which won the rights to perform road maintenance works in winter and summer from autumn 2007. to autumn 2014. There is mainly “unit price” payment principle for performed works. However, some contracts consider monthly “lump sum” payment for winter maintenance of the main roads. Corrections +/- 20%, depending on actual number of days with changeable meteorological conditions are possible here.



Contractor undertakes full responsibility for road compliance with maintenance class, performs regular supervision of conditions on the roads and makes the decision on activities to be performed, basing on visual inspections, weather forecast, RWIS data and experience. In each district there is a person on duty during winter season, who keeps in contact with the contractor and the road users, transport enterprises, emergency services, LSR TIC and local municipalities. There are 53 road ESS along the main roads and RWIS has gradually developed in Latvia since 1996.



Information on temperature and moisture, precipitation, as well as road temperature and state is updated regularly in a database. All ESS are equipped with IP cameras. All road maintenance units have access to the data through the Internet. Persons on duty (contractor's staff) provide regular (each 2 hours) announcements about current road conditions basing on the data from RWIS, as well as periodic field observations. This information is accessible for everybody on LSR web page and is used to inform drivers through other media channels.

3.3. Assessment of snow and ice control measures

The aim of road maintenance in winter is to allow traffic flow for functioning economy. This is being done. Until now, losses and benefits to the economy, as impact of road winter maintenance was not precisely measured.

LSR keeps the register of all road user complaints and applications received; takes them up and replies. After winter season the report on the results of winter maintenance work is prepared. It is distributed during LSR meeting with contractor units. For anti-icing and de-icing mostly wet salt technology, as well as salt and sand mixture is used. Sand spreading and forming of grooves in compacted snow are used for skid prevention on low intensity roads.

Used technologies	Percentage
Wet salt	73%
Salt and sand mixture	17%
Sand	1%
Grooves	9%

Clearing roads of snow is now mostly performed by heavy-duty trucks equipped with several plows whose efficiency is many times higher than that of slow equipment formerly used.

About 80% of the spreaders are included in fleet management system (including technological sensors). This system furnishes the contractor and LSR with on-line and historical information about performed activities through web interface. Other tool is data input on performed road routine maintenance measures to the electronic work log and corresponding procedures of work's acceptance let more productive communication between contractor and supervisor.

LSR regional offices supervise the quality of performed work and accept the work for final payments. LSR personnel inspect the compliance of state roads to maintenance class and pays for work activity. The contractor must have the quality control system approved by LSR in order to perform works on state roads. Currently LSR and the contractor have quality control systems correspondent to standards of ISO 9001:2008.

When essential offsets from quality standards are discovered, each case is examined and if it is confirmed that these offsets are due to negligence of the contractor, the contractor is inflicted a financial penalty.

3.4. Traffic safety and information

LSR has established a Traffic Information Center. The person on duty at the Traffic Information Center follows the situation on state roads, replies to road user inquiries and informs the contractor about road user claims. Traffic participants may receive current information about driving conditions on state main roads and general information about driving conditions on roads in each district from the Internet.

LSR is working on schemes for effective and unified dissemination of traffic information to the society with other authorities, which have or generate their own road data (emergencies, local and urban road departments, etc.). Also data from LSR monitoring systems now is accessible to road users (RWIS, traffic profiles, camera images) through convenient web interface (GIS). LSR web page may form a national platform for all public traffic data. Another direction is a provision of maximum availability of traffic data for commercial services, which are dealing with on-route informative applications (interfaces: navigators, RDS/TPEG receivers and smartphones). Before the start of winter season LSR usually provides info campaign for drivers on road maintenance policy in winter, as well as organizes the distribution of information brochures in gas stations and local municipalities.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

LSR is working on different ITS implementations and pilot projects, which are closely related to road winter maintenance (f.i. extension of RWIS functionality by adding soil probes and info screens to ESS etc.). There are also some commercial R&D projects in this field, that have aim to support a process of decision-making. Another direction is constant working on overall methodology improvement for road winter maintenance (level of service, evaluation criteria, payment system etc.).

5. References

www.lvceli.lv
www.csb.gov.lv
www.celugids.lv



LITHUANIA



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country

Lithuania is an Eastern European country on the Baltic Sea. From the regional point of view, Lithuania is often described as a Baltic state. It is situated in the geographical center of Europe. The area of the country is comparable to that of Ireland and Latvia. The coastal line of Lithuania is 99 km long.



Vilnius is the capital of the Republic of Lithuania. It is the largest city of the country with the population of 544,000. The historic center, or the old town of the city, is among the largest in Eastern Europe and occupies an area of 360 hectares. Its unique value was acknowledged by the UNESCO and in 1994 the old town of Vilnius was included into the UNESCO World Heritage List. Vilnius is situated in the south east of Lithuania (54°41" Northern latitude and 25°17" Eastern longitude) and is the administrative center of the country with the main political, economic, social and cultural centers.

1.2 Road network and traffic

The road network of national significance consists of main roads (1,750 km, including 310 km of motorways), national roads (4,950 km) and regional roads (14,600 km). 64 % of roads have asphalt or concrete pavement. The total number of vehicles in the country amounts to 2.1 million.

Area	65,302 km ²	
Population ³	.35 million	
Length of state roads	Main and national roads	6,700 km
	Incl. motorways	310 km
	Regional roads	14,600 km
Municipal and other roads	Local roads	59,400 km

Lithuania is situated at the crossroads and has international transport corridors extending from the north to the south and from the east to the west. Hence, the development of the road network and its maintenance is among the country's top priorities.



2. Climate

2.1 Overview of climatic areas

Climatic conditions. Geographical position: Lithuania is located in middle latitudes, fairly close to the sea and the ocean. From the point of view of the country's climatic variety, it is described as being located in the northern part of the climatic zone of middle latitudes. The climatic region of the Baltic seashore is closer to the climate of Western Europe. For a longer period of a year the weather in Lithuania is determined by atmospheric fronts, the number of which reaches 160-170 per year.

Forests. Forests cover 31.7% of the country's area.

Waters. The country has approximately 748 mm of rainfall, whereas only 512 mm volatilize away. The remaining part, 236 mm (or 32% of rainfall) flow down to the sea by the surface of by underground flushes directly or through neighboring countries.

Internal water bodies of Lithuania (rivers, lakes, ponds and the Curonian Lagoon) cover 1903 km², which is 2.9% of the country's area.

Rivers. Lithuania is crossed by 17 rivers longer than 100 km. The longest river is the Neman's, starting in Belarus, southwest of Minsk. It is the 14th longest river in Europe and the 4th in the watershed of the Baltic Sea. The total length of beds of rivers and canals in Lithuania amounts to 76.8 thousand km.

Curonian Lagoon. The largest internal water body in Lithuania is the Curonian Lagoon. It is a large lagoon of the Baltic Sea, separated from the sea by a narrow and long spit of sand. The total area of the Curonian Lagoon is 1584 km², of which 413 km² in the northern part of the lagoon belong to Lithuania.

2.2 Statistics on temperature

The **average winter temperature** fluctuates from -3 °C at the seaside to -6.5 °C in the Eastern part of Lithuania. In summer the average temperature is rather stable and its fluctuation is less varied (from +17 °C to +18.5 °C).

The length of the factual solar radiation in Lithuania comprises 50-55% from the maximum. The average length of the solar radiation per month ranges from 30 to 290 hours. In summer the average length of the solar radiation is 9.3-8.6 hours per day. In December the sun shines approximately for 1 hour per day.

Air humidity. The highest relative humidity (more than 90%) is usually at the beginning of winter, while the lowest (around 70%) can be expected in May. It becomes lower from the sea front towards southeast.

Fogs are frequent in Lithuania, especially in western regions (90-105 days per year; general duration of fog amounts to 600-650 hours).

Cloud cover. The cloud cover in Lithuania is 7 points on a 10-point scale (i.e., cloudy with bright intervals). In a year, fine days are 6-10 times fewer than cloudy ones.

Snow cover. Approximately on November 15, at the earliest, the snow cover is formed in northern and eastern regions of Lithuania, while about 10 days later, at the latest, it is formed on the sea front. In snowy winters the thickest snow cover reaches even 90 cm. The thickest average snow cover (around 30 cm) is usually on the eastern edge of Lithuania. In snowy winters the snow cover remains the longest (around 105 days) in North East Lithuania. Usually the snow cover disappears by March 25.

Blizzards are rather frequent in Lithuania. Days with blizzards in Samogitia and East Lithuania average more than 20. There have been winters, when blizzard storms lasted for 55 days. The average duration of one blizzard is 6-7 hours.

In Lithuania **precipitation** is mainly liquid (around 75%), mixed (17%), and hard (snow, ice; 8%). The rainfall in Lithuania averages 1,000-1,300 hours per year (in some years up to 2,000 hours; there are around 190 days with fall here).

3. Winter Road Management

3.1 Standards & rules

The Lithuanian Road Administration (LRA) is a public institution established by the Government of the Republic of Lithuania and is in charge of organizing and coordinating the rehabilitation, maintenance and development of roads.

Roads of national significance are divided into main, national and regional roads. Each road category is maintained following one of three maintenance levels: high (level 1), medium (level 2) and low (level 3). The level of maintenance applicable for a particular category of roads is selected by the LRA considering the level of financing. The level of maintenance is approved by the LRA when concluding road maintenance contracts with state maintenance companies. Before each winter season, they identify routes of road cleaning and spreading and make schedules, which are approved by the LRA.

Since the year 2002 Lithuania has had the Road Maintenance Management System. The system is described in the Road Maintenance Manual. It consists of 6 units and includes standards of road maintenance, economic standards of road maintenance, technology of work execution on roads, preparation of road maintenance program, road technical control, acceptance of works and payment, accounting of road maintenance works and standards of works, equipment and material consumption for road works. Anyone interested in the standards can refer to tkti@tkti.lt.

For main and national road spreading the 'pre-wetted salt' method is used, which helps decrease the amount of salt. As a rule, when spreading NaCl, from 5 to 30% of CaCl₂ solution is inserted. Under extreme weather conditions (strong freezing rain, low weather temperature) roads can be spread with sand and salt. It improves the skid resistance. Regional roads are spread with a mixture of sand and salt or just sand. When the temperature falls lower than -8°C, roads are spread with a mixture of sodium chloride and calcium chloride (NaCl and CaCl₂) at the proportion of 88:12. Proportions might vary. The capacity of salt spreaders is from 5 to 7 m³. Depending on the quantity of salt and the width of the spread, one salt spreader can cover from 15 to 50 km, 30 km in average. In Lithuania, there are about 120 days when spreading is required. The anti-icing strategy allows reducing the amount of chemicals spread on the roads by 20-40%. NaCl, when pre-wetted by CaCl₂ solution, is less likely to cause corrosion, particularly if a small amount of inhibitors is added (e.g., some phosphate).

There are no marked differences between the climatic zones in Lithuania. Therefore, they hardly influence the length of spreading.

In accordance with the standards enclosed in contracts signed with contractors, the maintenance operations should start not later than 1 (one) hour from the beginning of rain, snow or freezing rain. Level 1 (approximately 200 km) maintenance operations (24 hours a day) of main roads are applicable on road A1 Vilnius-Kaunas-Klaipėda the road section from 10 to 115 km, i.e., from Vilnius to Sitkūnai, and road A5 Kaunas-Marijampolė-Suvalkai.

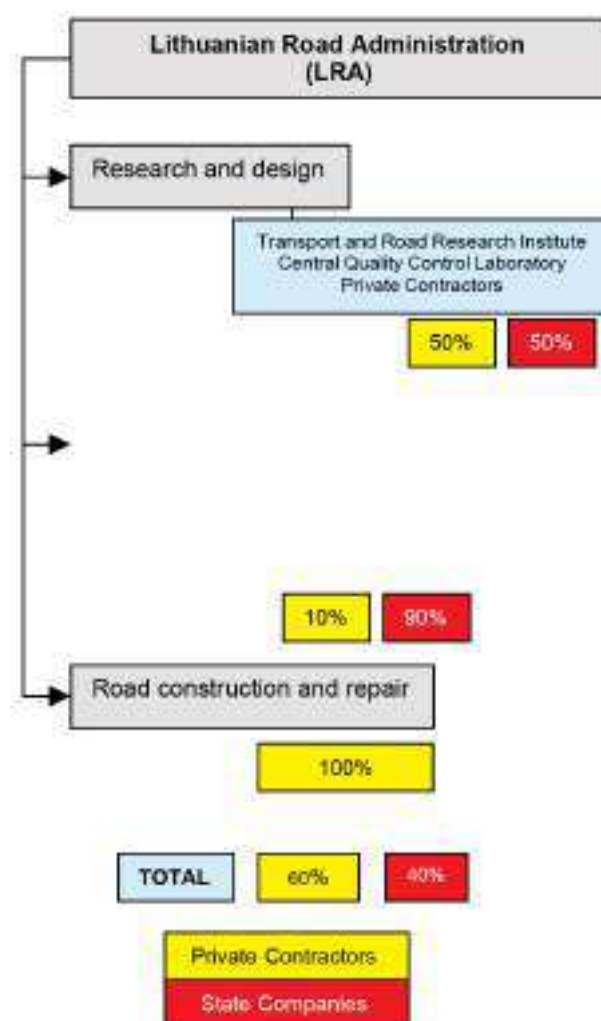
The maintenance service is on duty on other main roads from 4 to 22 hours, on national roads—from 6 to 19 hours, on regional roads—from 9 to 18 hours. From 10 November to 1 April vehicles with the total permitted weight exceeding 3.5 tonnes are not allowed to drive with summer tires in Lithuania. From 10 April to 1 November vehicles with studded tires are not allowed.

In Lithuania the relief is very flat, therefore, winter chains are hardly ever used and their use has not been defined.

3.2 Organization and operation of winter maintenance

The Transport and Road Research Institute and the Quality Control Laboratory are state enterprises. Road reconstruction projects in Lithuania are prepared by private design companies. Projects of a smaller scope can be prepared by the Institute and the Laboratory themselves. The majority of maintenance operations are performed by the road state maintenance companies. However, for some works private contractors are invited. Some equipment can be rented. Roads are constructed and reconstructed exclusively by private companies, on a contractual basis. The Lithuanian Road Administration (LRA) invites tenders for the works performed by private companies. The road maintenance is financed from the national budget (Road Maintenance and Development Program). 40% of the total amount for maintenance is allocated for winter maintenance. In the winter season of 2008-2009 the total sum of winter maintenance funds amounted to EUR 38 million.

Operating Management of Roads



Road maintenance in Lithuania is performed exclusively by state maintenance companies, which is why there are no tenders for road maintenance works. State maintenance companies, in charge of road maintenance operations, may hire contractors for some operations or rent some equipment.

Local roads and streets in cities and towns are within the responsibility of municipalities. They are in charge of road and street maintenance. Companies subordinate to the LRA are in charge of maintaining state roads. The funding for that category of roads shall not be used for local roads.

In Lithuania, even when winter is very harsh, there are no restrictions imposed on using roads. They are never closed. Main roads shall be accessible round the clock.

The traffic may only be interrupted under extreme weather conditions for no longer than 2 hours on motorways, no longer than 3 hours on other main roads, no longer than 8 hours on national roads, no longer than 48 hours on regional roads. The traffic is interrupted at the seaside area, which is flooded with melt-water from rivers in spring. Each year approximately 100 km of roads are flooded. Due to the same reason there might be weight restrictions imposed (up to 8 tons) on gravel roads in regions. There are no standards providing for the closure of roads or restriction of traffic. The issue is dealt with from the practical point of view, whether you can drive on the road and if the heavy vehicle does not damage it. The main parameter for the total weight of the vehicle is the depth of ground freeze.

The measurements of snow and ice are performed by the road maintenance companies. The quality of their work is under control of inspectors of the central Quality Control Laboratory. The meteorological service of Lithuania broadcasts short-term (3-6 hours) weather forecasts for road specialists 5 times a day; a long-term (for the whole week) weather forecast is given once a day.

In the year 1998 on the basis of the Swedish company AerotechTelub the LRA set up the Road Weather Information System and started accumulating data on the road weather conditions. The data from field stations are transferred to the central computer located at the LRA. The data are accumulated, stored and processed in the server. The data users are of two categories: all road users and road maintenance specialists. The latter have their own special webpage which provides data from all field stations. In 2009, there have been 48 field stations installed and 27 video cameras. Road maintenance offices receive information on the road condition to their office working stations, whereas information is also provided to the public in the mass media and the LRA webpage (www.lra.lt).

The development of the traffic information system of the roads of national significance has commenced. At the present time activities of intelligent transport systems that are in line with the capabilities of the Lithuanian Road Administration and possible links with other intelligent transport systems in Lithuania are established, further possibilities and directions in the development of the traffic information system of roads of national significance and joining the single network of intelligent transport systems of Europe are provided for. The European Union is going to finance the project in part; the funds will be allocated from the European Regional Development Fund.

It is planned to implement the project within two years, the new system should start to operate in Lithuania at the end of 2010. These will be technologies, providing information about traffic conditions, traffic disruptions and traffic control measures used on the roads. When installing a modern traffic information system on Lithuanian roads of national significance, the following new electronic services will be started to be provided to the users:

- information about road works, their duration, detours, possible delays due to road works;
- real time information about traffic intensity and the average speed on separate sections of the road, warnings about traffic disruptions. Short-term forecasts of traffic intensity (on the roads where sensors of traffic intensity are installed). Information about possible delays due to traffic disruptions;
- information about restrictions on the roads due to climate conditions, traffic accidents or any other reasons. Information about duration of restrictions, detours, possible delays;
- information about the weather conditions on the roads, information about the condition of the road pavement (slippery ground), warnings about phenomena that are dangerous to traffic;
- planning of routes taking into consideration traffic restrictions and traffic conditions (a search for the shortest way, a search for the fastest route, a search for a rational way).

The traffic information system will be developed by installing sensors on the roads, which are necessary to collect information about traffic conditions and setting up the Traffic Information Center.

The technical servicing and maintenance of the field stations, variable message signs and video cameras are within the responsibility of a division of the central Quality Control Laboratory.

3.3 Assessment of the snow and ice control measures

Each year the LRA considers traffic volumes on the roads and the budget allocations, then with the help of RIS identifies road maintenance levels. The last estimations testify to the fact that optimum road maintenance, including winter road maintenance, requires the funding that is two times higher than the present allocations from the Road Maintenance and Development Program. Therefore, the efficiency of the road maintenance service conforms to the level of funding.

The central Quality Control Laboratory is in charge of road maintenance control, which is performed on a contractual basis. Regional inspectors at clearly defined intervals or after changes in the weather conditions inspect roads. The function is solely within the responsibility of regional road administrations. They identify if the quality of road works conforms to the requirements of the Road Maintenance Manual. Winter road maintenance works are attributed to routine maintenance. They are paid considering the resultant quality.

3.4 Traffic safety and information

The LRA collects information about the weather on roads and road condition in several ways. One of them is concerned with transferring information from regional administrations by telephone—twice a day. Another pertains to electronic transfer using the LRA information system—twice a day.

The third way is concerned with collecting information from the RWI system (in winter time every 15 minutes). The LRA processes the information and sends it to the mass media and the webpage of the LRA (www.lra.lt) four times a day. Also information on traffic restrictions is provided. The information is also radio broadcast. Other mass media receive it via news agencies. The information is transferred in electronic form. The LRA webpage provides information from all field stations.

On the Vilnius-Kaunas-Klaipėda road there are four variable message signs (VMS) installed. They provide data on weather conditions from the nearest field stations or any other information. The VMS are managed from the road maintenance company or the LRA.

Road users receive the following information on traffic accidents, their causes, traffic conditions etc.:

1. The following information on traffic accidents and their causes is given to news agencies, radio stations and television, the press, electronic mass media: on the situation during the day, week, month/s, year;
2. Publications (brochures, leaflets, calendars etc.) are prepared, printed and distributed;
3. Measures of safe traffic for children in winter time are taken: education on traffic peculiarities, skiing and other winter sports and their location etc.).

A system of improving traffic safety

In 2008, 4,897 fatal and injury accidents (with 498 people killed and 5,940 people injured) occurred. If compared to 2007, the number of accidents in 2008 reduced by 24.1%; the number of killed by 32.7% and the number of injured by 26.1%.

To improve the traffic safety situation, the following measures have been taken:

- Education (information in mass media, publications on traffic safety, instructing pedestrians, cyclists and horse drivers how to use reflectors);
- Engineering measures (lighting road sections, fencing, reconstruction of intersections and some road sections, constructing cycle tracks and pedestrian walkways, new roundabouts, speed humps, reflectors in road pavement, guardrails, etc.);
- Control of road users (administrative measures); more attention is given to the control of tires and lights;
- Special campaigns of traffic safety when education and control is coordinated.

From 1 November to 1 April the speed of transport on motorways is reduced. One of the most effective speed reduction measures was the installation of the network of speed enforcement cameras on the state roads. In 2007, there were 2 units, in 2008 – 12 units, in 2009 – 139 units installed.

The estimate of one killed person in Lithuania is approximately 2 million Litass (about EUR 0.58 million). One of our top priorities in the near future is the improvement of road traffic safety. The focus would be on road maintenance, including winter maintenance, by increasing financial allocations so that the accident rate drops to that of the other EU member states.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

Vilnius Gediminas Technical University from the very beginning of the RWIS has been involved in the data processing (1998) received from the field stations. Specialists of the University also analyze the data and provide forecast, identify the levels of road maintenance.

Road Maintenance Group at the Baltic Road Association is in charge of coordinating the work of all maintenance services of the three Baltic States. Members of the group exchange information on the development of road maintenance structures, introduce new national standards and other documents on road maintenance. They also submit proposals which serve as the basis for the countries when organizing the work of road winter maintenance services on the Via Baltica road and other international roads.

5. References

Lithuanian Road Administration (LRA)

www.lra.lt

Central Quality Control Laboratory (SE "Problematika")

www.probl.lt

Transport and Road Research Institute

www.tkti.lt



MOROCCO



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country

The Kingdom of Morocco has a surface area of 710,850 square km. It is located in northwest Africa, merely 15 km south of Spain across the Strait of Gibraltar. Morocco is bordered by Mauritania to the south and Algeria to the east. It has a population of 30 million inhabitants, half of which live in urban areas. It has a Mediterranean climate in the north, an Atlantic climate in the west and a desert climate in the south. The climate is also generally temperate due to its proximity to the sea (approximately 3,000 km of coastline). The capital of Morocco is Rabat. Morocco's major cities include: Casablanca, Rabat, Tangier, Agadir, Tetouan, Fez, Marrakech, Meknes and Safi.

1.2 Road network and traffic

The Moroccan road network, which is managed by the Direction des Routes (Road Administration), consists of a total of 57,347 km of roads, of which 38,545 km are paved and 18,802 km are tracks. The paved road network is classed according to three categories:

- national roads totaling 9,994 km;
- regional roads totaling 9,324 km;
- provincial roads totaling 19,227 km.

This network undergoes standard maintenance throughout the year provided by the Administration and periodic maintenance (strengthening, surfacing, widening, road marking, etc.) carried out by private companies.

The highway network comprises approximately 920 km and 555 km of highway is under construction. This network is managed by the Société nationale des autoroutes du Maroc (National Highway Department of Morocco).

In 2008, road traffic reached 66.01 million vehicle-kilometers/day, against 60.41 million vehicle-kilometers/day in 2007, which is equivalent to a 9.27 rate of increase. The total number of vehicles on the road is approximately 2.2 million.



2. Climate

2.1 Overview of climatic areas and main winter occurrences to deal with

The climate in Morocco is very different in each region. Coastal areas enjoy a temperate climate which contrasts with the desert climate in the southern and eastern areas of the country. Although, considered a hot country, nevertheless, Morocco's climate is varied. With a Mediterranean climate in the north, an oceanic climate in the west, a continental climate inland and a desert climate in the south, the country's climate clearly varies according to the seasons.

The summer is generally hot and pleasant on the coast and in mountainous areas, but is stifling in the south and in major cities. In winter, coastal areas experience relatively mild temperatures. In contrast, the winter in the elevated areas, which constitute a large part of Morocco, is cold and very humid.

On the western coast, average temperatures for the coldest and hottest day range between 8 °C and 21 °C in winter. In summer, temperatures range between 17 °C and 27 °C. Average winter temperatures inland range between 4 °C and 20 °C. Winters are cold and rainy with frequent frost and snowfall in the Middle and High Atlas. In these regions, snowfall is abundant during winter and can extend until May, and on the rare occasion, temperatures can drop to -18 °C, whereas during summer, temperatures are quite pleasant, averaging 20 °C.

The rainy seasons are generally between October and November and between April and May. It should be noted that the Rif region, in north west Morocco is the wettest area in Morocco.

The Moroccan Sahara and pre-Sahara have a dry desert climate. Even in winter, the climate of the desert is hot and dry during the day, but becomes very cold at night.

2.2 Weather statistics

In Morocco, services relating to weather and climate information and forecasts are provided by the Direction de la Météorologie Nationale (DMN) (National Meteorological Services Department). This data concerns a range of requested climate products relating to temperature, precipitation, wind, humidity, snow, fog, hail, etc.

General weather forecasts may have a range:

- of or less than 48 hours:
 - weather forecast bulletin for 1 to 4 parameters;
 - weather forecast bulletin for more than 4 parameters;
- of 72 hours:
 - weather forecast bulletin for 1 to 4 parameters;
 - weather forecast bulletin for more than 4 parameters;
- of five days (medium range):
 - medium-range weather forecast bulletin.

The DMN currently has 44 weather stations. Its strategic program provides for the modernization and expansion of its network.

In Morocco, annual rainfall is approximately 810 mm in Tangier, 550 mm in Rabat, 400 mm in Casablanca, 250 mm in Marrakech and Agadir, 350 mm in Oujda, 1200 mm in Ifrane and 30 mm in Dakhla.

2.3 Winter indexes used

Generally, in Morocco, winter season is characterized by the number of days of snowfall, the snow depth recorded on the road network, and the number of hours that road access is blocked because of poor winter conditions. Therefore, the past three years have been marked by the following conditions:

Description:	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
Number of hours of road blockage	5223	1027	700	9660
Number of days of snowfall on roads	17	15	12	74
Kilometers of snowy roads	4251	3714	2486	4900

3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

Road traffic is governed by the Code de la route (Highway Code) of 1953 whose amendments have recently been passed by the Chamber of Representatives.

In terms of winter services, there are no established standards regarding snow removal. Winter preparation is carried out by means of a circular published by the Direction des routes which outlines the strategy to adopt as regards preparation and intervention.

The signage for snow-covered sections complies with Moroccan directives regarding road signs. Prescriptive signs are installed along the road network in accordance with a by-law approved by the ministre de l'Équipement et des Transports (Minister of Public Works and Transportation).

Road blockages and closures due to snow are announced through press releases issued by the Direction des Routes and are broadcast on the radio and television in Morocco, so that the general public remains informed.

Snow removal is generally carried out by means of snow-plows (trucks or graders) except when snow depth exceeds 50 cm. In this case, it is necessary to use snowblowers.

3.2 Organization and operation of winter maintenance

The Direction des Routes (DR) is an operational department of the ministère de l'Équipement et des Transports (MET) (Ministry of Public Works and Transportation). Within the territory, it is represented by 16 regional public works and transportation divisions (DRETs), 36 provincial public works and transportation divisions (DPETs) and 7 logistics and equipment departments (SLMs). The latter are independent entities. They provide all DRETs and DPETs with the necessary equipment (heavy equipment and trucks) to ensure routine road maintenance as well as snow and sand removal.

One fundamental task of the Direction des Routes (DR) is to consistently and safely provide road users with a sustainable traffic flow on the road network. However, the road network

is subject to natural phenomena which hinder traffic flow at different times during the year. Snow cover, sand cover and landslides are among the most common phenomena in Morocco. Snow cover is frequent in the Rif region, from the Middle to High Atlas which spans approximately 5,000 km. Sand cover occurs in the desert areas, south of the Kingdom. Dealing with these phenomena constitutes a major concern of the DR.

In terms of winter service, the strategy of the ministère de l'Équipement et des Transports is based on:

- maintaining the safety of road users at all times;
- re-establishing winter service as expeditiously as possible to ensure traffic flow.

In terms of re-establishing road service (regarding snow removal, flood, rockfall, etc.) in general, all operations are prioritized as follows:

- First, there is intervention on the structured and strategic network to enable inter-city travel as well as the delivery of consumer products from economic hubs;
- Second, there is intervention on the network with medium-level traffic to access administrative centers of rural towns, then intervention on the local network;
- Following the intervention on the main network, teams in the territory of the MET assist in relieving the isolation of the most remote rural population.

In terms of snow removal, the Direction des Routes acts according to the order of precedence of interventions, based on each type of network. The aim is to re-establish general service on the road network as quickly as possible for any given province and, therefore, first of all, access to goods and services, followed by easy travel for the local population.

The ministère de l'Équipement et des Transports has 800 heavy equipment machines and trucks, including 105 specific snow-removal machines (snowblowers, snow-plow trucks and graders) and 15 trailers for transporting equipment nationally and regionally.

Since snow-removal operations cannot be carried out simultaneously throughout the snow-covered road network, it is necessary to prioritize roads based on their economic and strategic importance. As a result, three levels of service have been specified:



Service level S1 (1,850 km)

Roads classified in this level of service receive continuous service (except during snow storms) both day and night, in order to consistently and adequately maintain traffic flow or, if necessary, within a short period of time, not more than 4 hours following a snow storm. In general, national and major regional roads are classed in this level.

Service level S2 (1,700 km)

Service on the roads classed in this level of service is not continuous. However, it is requested that acceptable traffic conditions are maintained during the day by organizing, if necessary, convoys when there is persistent snowfall.

Service level S3 (1,360 km)

No time limit has been established for roads classed in this category. Acceptable traffic conditions are established as soon as possible.

The road network experiences relatively significant snowfall according to the region and the time of year. The period of highest snowfall lasts from November to March. Within the region, the following measures are undertaken when there is snowfall:

- snow barriers are closed in case of storms;
- all snow-covered sections are monitored;
- traffic is redirected to alternative routes, if possible;
- interruptions in service are announced;
- the intervention plan is implemented to remove snow from sections where road service is interrupted;
- blocked sections are reopened;
- information is disseminated.

Every year, winter preparations begin during the month of September. These are done at two levels:

- Central level by the Direction des Routes ; and
- territorial level (by DRETs and DPETs).

At the central level, winter service authorities:

- prepare a circular addressed to all DRETs and DPETs affected by the snow to mobilize human resources and equipment and carry out preventive maintenance operations at critical points of the road network;
- visit certain DRETs and DPETs to assist them and to acknowledge the measures taken regarding territorial winter preparations;
- hold a meeting with authorities at the office of the Direction des Routes to raise awareness and to verify that all office equipment (telephones, fax machines, photocopiers, etc.) is working well;
- visit all emergency bridges at Oued Zem (DPET at Khouribga) to find out about the preparations carried out.

At the territorial level, the DRETs and DPETs:

- prepare the office which must be equipped with, among other things, a fax machine, a telephone, radio communication equipment, a large map of the road network indicating all critical points and alternative routes (itinéraires bis) and the on-call program, etc.;
- verify and prepare snow-removal equipment and the radio communication system;
- carry out cleaning operations of sanitation works and ditches, maintain structures, maintain and/or replace vertical signage, put up markers (on the network covered by snow);
- visit critical points of the road network;
- maintain snow barriers and shelters;
- hold a meeting with adjoining DRETs and DPETs and winter service authorities of the DRETs and DPETs;
- provide de-icing materials (salt, grains of rice, pozzolana, etc.) to eliminate ice.

It is interesting to note that employees who work to maintain winter services are provided with basic services: accommodation, supplies, clothing, heating, bonuses for hard work, etc.

An external analysis identifies the opportunities and threats presented in the environment. These will be evaluated according to the PESTEL (political, economic social, technological, environmental, legislative) strategic analysis model.

Winter road service constitutes a serious issue in terms of its impact on these different factors.

Political factor

Increasingly, winter service is attracting the attention of officials and local authorities. In fact, they are becoming aware of the interruptions in road service caused by snow. Their concerns are echoed in press releases, questions posed in Parliament, letters addressed to the Ministre de l'Équipement et des Transports, etc. Local and national officials are concerned about winter service, either because this action seems profitable and beneficial to their electoral efforts, or because they in turn, face pressure from road users, merchants, their associations and from the general public.

As decentralization takes place, winter service management in urban areas falls under the authority of local officials. Regarding local authorities and decentralized services, particularly external services of the Ministère de l'Équipement et des Transports, these are responsible for public safety, traffic flow, the continuity of public services, the sustainability of economic activity, etc., within their area of expertise, under the supervision of their ministry. In principle, territorial communities (local authorities, municipal councils, regional councils) work jointly.

Economic factor

To state the obvious, the road is a key element in modern economic activity and the population's mobility. As such, in Morocco, 90% of the population use the road network and 75% of goods are transported via the road network. As a result, any interruption in road service is detrimental to the population and to economic and commercial activity.

Although snow has already become an economic asset (ski resorts, etc.) in the 20th century, it continues to pose many problems for those who, over time, have attempted to reduce its influence and negative effects.



Road network interruptions due to snow are expensive and very costly to the community. They:

- affect economic and commercial activity;
- reduce personal travel to tourist destinations;
- cause a shortage of food and disruptions in pharmaceutical supplies.

Consequently, the prices of essential products increase and affect the purchasing power of the population. This is already low since the areas concerned are all under developed.

Social factor

Road service interruptions due to snow on the network exacerbate the isolation and remoteness of many communities and hinder the transport of people and goods. They prevent access to health care and to educational and socio-administrative centers. These interruptions disrupt children's schooling. As a result, they cause dissatisfaction and discontent among the population and sometimes create a feeling of marginalization and exclusion. In fact, since road users are increasingly aware of the importance of quality and continuous service, they resort to complaining and protesting.

While infrastructures undeniably serve as a means of anchoring the population in certain disadvantaged geographic areas (mountains, areas that are far from urban centers, etc.), on the contrary, service interruptions encourage rural migration and cause rural communities to become deserted.

Technological factor

Increasingly, winter service incorporates technology:

- Road users can contact the Minister or send him messages to express their satisfaction or dissatisfaction via NICT (the Internet, GSM, etc.);
- Road users can express their opinion via the press, radio or television;
- Thanks to weather reports: weather forecasts can be used to better prepare for winter (planning head, prevention, positioning equipment at hot spots, etc.);
- Effective snow-removal equipment has a GPS and radio communication system and air conditioned cabins;
- Automatic salting spreaders to de-ice roads.

Ecological and environmental factor

Winter service has a significant impact on the environment due to:

- the over consumption of fuel and of lubricants;
- road de-icing chemicals (salt) that pollute the water table and decrease flora.

Road maintenance activities and operations are likely to affect the quality of native environment located near to roadways. In Morocco, ecological and environmental concerns are considered when developing and implementing winter service

projects. Therefore, as regards road de-icing chemicals, we use pozzolana, a natural material that is found in abundance in Ifrane and Khenifra regions, and which makes it possible to reduce the impact on flora and fauna and on the water table.

Legislative, legal factor and safety instructions

Winter service requires strict compliance with legal and statutory provisions which govern management and organization. It is particularly important to act in strict accordance with the provisions of the Highway Code. When there is snow, safety standards especially include complying with signage, driving in convoys, obeying speed limits, maintaining safe distances between vehicles and snow barriers, etc.

Besides weather reports, television networks and radio stations regularly broadcast reports regarding road service interruptions due to snow and the closing and reopening of roads.

Road users have access to a telephone number for the DR (05 37 71 17 17) 24 hours a day, 7 days a week, so that they can learn about the present and progressive state of the road network.

Moreover, just as road users, snow removal officials must face the same traffic during their different operations and, as a result; they are exposed to potential hazards. Their safety must be particularly and constantly ensured, specifically through sufficient signage.

3.3 Road safety and road information

The first priority of Direction des Routes officials is the safety of road users. Provisions have been implemented to ensure the safety of road users and to avoid incidents on snow-covered roads.

Thanks to the vigilance of the winter service teams, we recorded no loss of human life on the snow-covered road network due to road service interruptions caused by snow. Before snow barriers are closed, teams always search snow-covered sections to ensure that there is no road user in these sections. These fences are only opened after snow-removal operations are completed and roads are treated with road de-icing chemicals. Travel in convoys, which often takes place on the snow-covered network, is always escorted by snow-removal equipment.

Internal communication

When there is road service interruption due to snow, the DRETs and DPETs concerned immediately communicate information to the DR and to the neighboring DRET and DPET by telephone at 05 37 71 17 17, by fax at 05 37 71 32 54 and by the information highway (SMS and the Internet).

Radio communication

Since 1993, the DR has implemented a radio communication system based on VHF/UHF bands. This system, which is generally used in the 51 DRETs and DPETs, makes it possible to:

- control information;
- closely monitor intervention teams operating on the ground during snow removal operations, salting, sand removal and routine road maintenance, etc.;
- have a distinct communication network outside the congestion of existing networks;
- reduce decision-making time and prevent hasty actions and delays in the event of natural phenomena and as a result, improve the public utilities provided to road users;
- improve coordination between neighboring DPETs.

All maintenance and snow-removal equipment have a radio communication system.

Information highway

In effort to modernize its management tools, in 2005, the DR developed a computerized system for managing information regarding road incidents of which there are five, involving snowfall, sand cover, traffic accidents, flood damage, problems with structures and road works.

This system, which is based on the Internet and on SMS messaging through GSM telephones, makes it possible to:

- improve the time taken to gather information;
- share information, in real time, with different officials at the Ministère de l'Équipement et des Transports to assist decision-making;
- improve the storage of information for the general public;
- create a database of road incidents.

Therefore, information on road incidents is sent either by SMS from the incident site in the form of summarized information or through the Internet. In this case, the authorized system user adds information on road incidents. The information communicated includes the number of the road, the kilometer marker, the type of incident, the death toll and possibly, an incident report.

The system also enables the administrator to semi-automatically prepare press releases regarding traffic conditions (in French and Arabic) and send these to recipients attached with maps indicating the location of the incident.

External communication

Telephone number: 05 37 71 17 17

As regards information for the general public, the DR allows access to a telephone number (05 37 71 17 17) that can be used 24 hours a day, 7 days a week and which informs the public about the state of the road network, particularly concerning traffic conditions during snowfall.

Media

Information is also broadcast to the general public through press releases on the radio, television and in the press. These press releases (regarding road service interruptions or the reopening of roads) are prepared by the service exploitation et viabilité (Operations and Winter Service Department) of the DR.

Signage with varied messages

In terms of improving traffic conditions and the level of service on main roads, the DR has installed signage with varied messages to inform road users, in real time, about the state of the network, especially during snow removal when there are possible detours. Signs are installed on the following roads:

- at Meknes, on the RN8 at the Meknes exit towards El hajeb;
- at Fez, on the RN8 at the Fez exit towards Ifrane;
- at Ifrane, on the RN8 at the exit towards Azrou;
- at Azrou on the RN13 at the exit towards Midelt, in the middle of Ifrane.

These signs are managed by system control centers linked by a modem via the switched telephone network. The main control centre is located at the DPET in Ifrane.

Fax and telephone

Information regarding road service interruptions and the reopening of roads is also communicated by telephone and fax to the local authority and the Royal Gendarmerie.



In order to follow weather changes and as a result of an agreement with the Direction de la Météorologie Nationale (National Department of Meteorology), the departments of the DR daily receive medium range (4 days) weather reports which include information on the weather observed and forecasted and, if necessary, weather reports with warnings concerning inclement weather and announcing snowfall.

In the case of alert bulletins, the central departments of the DR warn the external services concerned in due time, and very closely monitor the different operations carried out on the ground to mitigate the risks caused by inclement weather. The territorial departments affected by these warnings launch reconnaissance operations to establish the status of critical points and monitor and verify the state of interruptions.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

4.1 New technologies

In terms of snow-removal equipment, since 2005, the Direction des Routes has acquired 31 snow-removal units and 3 additional snowblowers are currently waiting to be delivered. Each of these machines is equipped with a radio communication system. Variable message signs (VMS) have been installed in Ifrane to inform users about road conditions.

4.2 New management and organization approaches

The Direction des Routes is giving a valuable, strategic and creative dimension to its human resources. The employees who work in the winter service sector are experienced and devoted and demonstrate a sense of membership similar to that of an elite group. These employees do not count their work hours and do their best to satisfy road users. New management approaches are based on the logic of intervention via the road. Limitations between provinces do not exist when it comes to snow removal operations. In fact, snow-removal teams in any given province continue to clear snow on the same road until they meet teams from other provinces.

Efforts have intensified for the development of forecasting and road monitoring (patrolling) in order to improve the reaction and response speed to weather conditions and environmental forces.

4.3 Transnational Cooperation to Improve Levels of Service between Bordering Countries

The need to better manage winter service constitutes a major concern of the Direction des Routes. Since it was established, it has chosen to develop technical cooperation with its counterparts which include industrialized nations as well as developing countries.

This cooperation is aimed at improving management and procedures to respond to current and future issues encountered in the field of winter service.

Therefore, bilateral cooperation has been implemented between Morocco and other contributing countries in fields relating to winter service, such as:

- Cooperation between Morocco and Sweden in the field of road safety has provided the departments of the DR with technological tools for management, operations and road safety, with special emphasis on the information and operating system for snow-covered roads or roads subject to inclement weather. Significant recommendations have been presented that focus on the following aspects: snow removal equipment, road equipment, techniques for snow removal and ice elimination, information systems, and road infrastructure.
- Cooperation with Japan, which has resulted in the construction of an institute for equipment training and road maintenance. Since 1993, over 5,000 Moroccan technicians and 200 executives from African countries have benefited from training at the institute;
- Cooperation with France in the field of road signs has made it possible to develop a guide to road signage in urban areas and to introduce new road signs.

5. References

Bibliography

Mr. JANATI IDRISSE, La gestion de la viabilité hivernale au Maroc, published in the revue générale des routes et aéroports (France) n° 852, October 2006.

Mr. JANATI IDRISSE, thesis entitled Développement stratégique de la viabilité hivernale au Maroc for a Master's Degree in Public Management.

XII International Winter Road Congress, Torino (Italy), March 26 to 30, 2006.

Webography

www.internaute.com/voyage/maroc/climat
www.marocmeteo.ma
www.mtpnet.gov.ma



NEW ZEALAND



1. Demographics and Roads

1.1 Information about country

New Zealand (NZ) is an island country in the south-western Pacific Ocean comprising two main land masses, the North Island and South Island, and numerous smaller islands more notable being Stewart Island and the Chatham Islands. The total land area of the North and South Islands is 268,021 square kilometres.

The South Island is the largest land mass and is divided along its length by the Southern Alps with 18 peaks over 3000 metres the highest being 3,754 metres. The North Island is less mountainous but is marked by volcanism with the central North Island a highly active volcanic zone containing the highest mountain at 2797 metres.

The population is about 4.4 million of which 78% live in the North Island. Auckland is the most populous area with 1.4 million.



North Island State Highways (source NZTA)

1.2 Road network & Traffic

The NZ Transport Agency (NZTA) is a Government entity and has responsibility for a wide range of land transport issues including the management of the 10,895kms of State highway network. There are 73 City and District Councils responsible for 82,000kms of local roads the maintenance and construction of which are subsidised by the Government through NZTA. The State highway network carries 50% of all NZ traffic.

There are 19 billion vehicle kilometres travelled (VKT) on New Zealand state highways each year and 21 billion on local roads. State highways in the Auckland area carry 21% of the VKT.

All maintenance of State highways are procured through competitive tenders based on a variety of contract models covering specific geographic areas including alliancing, performance based, traditional and a hybrid of partial performance and traditional based. Currently, alliancing and performance based contracts are for 10 year periods and the others generally on a 3+1+1 basis. City and District Councils follow the same competitive procurement processes.



South Island State Highways (source NZTA)

2. Climate

2.1 Overview of climate areas

NZ's climate varies from subtropical in the far north to cool temperate in the far south. The Southern Alps provide a barrier for prevailing westerly winds dividing the South Island into different climate regions with the west coast the wettest area and the east coast just over 100kms away is the driest.

The central North Island's volcanic plateau and the mountainous area of the South Island receive most of the snow fall in NZ. Snow rarely falls in the coastal areas although the east and south of the South Island may experience snow from time to time in winter. Frosts can occur anywhere in NZ with cold nights, clear skies and little wind.

New Zealand's temperate climate provides winter temperatures that do not generally remain below freezing during the day. This climate provides sometimes daily freeze/thaw cycles during the winter season with temperatures hovering around 0°C.

2.2 Statistics

The average winter temperature ranges from 10 to 15C (50 to 60F) and from 20 to 25C (68 to 77F) in summer. Temperatures rarely get above 35C or below -10C. The highest recorded temperature was 42C and the lowest -22C. Ground frosts mainly occur in the central North Island (about 70 days per year on average) and across the South Island ranging from 70 days per year on average in the coastal areas up to 150 days on average inland.

The weather is extremely variable and can provide 4 seasons in one day. The warmest months are December through to February and the coldest June to August.

2.3 Winter Indexes

A winter comparison through an indexing system is not undertaken in NZ. The NZTA defines three winter maintenance periods as:

- 1. high.** (June, July, August and September where likely conditions are moderate to very severe),
- 2. marginal** (May and October for light to severe conditions) and
- 3. low.** (fine to light conditions)

with conditions categorised into the following:

- Fine:** no frost or ice
- Light:** frost and/or light snow
- Moderate:** freezing conditions after rain or snow
- Severe:** continuous snow, packed ice
- Very severe:** hard packed snow/ice with further snowfalls

3. Winter Road Management

3.1 Standards and Rules

The NZTA and Local Councils have a statutory obligation to take all sufficient precautions for the general safety of the public which extends to the requirement to identify potential hazards and remove them. Without having any specific references to winter services it is clear that removal of snow and ice hazards falls within these obligations. There are also specific powers given to close roads to execute repairs, remove obstructions or for the safety of road users.

The NZTA has developed levels of service for State highways

1A	Open to all vehicles	24 hour treatment
1B	Open with some restrictions e.g. chains	
2A	Open to all vehicles	Treatment 7am to 7pm. Pro-active treatment before 7 am if required
2B	Open with some restrictions e.g. chains	
3	Close road until able to make safe	

Where there is extreme snow or ice which closes highways a priority system based on the importance of the highway is used to manage treatment and apply resources.

Local roading authorities each have their own levels of service and maintenance strategies.

3.2 Organisation and Operation of Winter Maintenance

Winter services for State highways are managed by the NZTA. City or District Councils are responsible for local roads within their territory. The NZTA is fully funded by Government for all roading matters and the Government provides financial assistance through the NZTA to all local roading authorities with the balance being met by the local population through property rates.

The NZ roading expenditure for maintenance and operations is \$300 million for State highways and about \$500 million for local roads.

The State highway network is managed on a Regional basis centered on Auckland, Hamilton, Wellington and Christchurch. These Regions are further subdivided into network areas for contract purposes.

Outsource Contracts

With the tendering of contracts for all types of maintenance work the NZTA sets the specified services, delivery and outcomes required including the levels of service. Winter services are included within the maintenance contracts.

For the central North Island and all of South Island where winter services are required the contract model currently uses consultant organisations to monitor and manage the operation of the networks with contractors carrying out the day to day physical works.

These contracts are currently based on a maximum 5 year term. The Contractors are required to provide all plant and equipment necessary to provide the levels of service required. This can vary from Region to Region depending on local requirements. Included in contracts are local operational strategies for winter services which set out the management process, monitoring, treatment, emergency procedures and communication protocols in more detail.

These strategies determine the priority routes for treatment based on importance for the road user and the community it serves. Where adverse weather conditions may close highways the priority may change based on time taken to establish either the prime route or an alternative.

Following a significant review of state highway operations to achieve further efficiencies, the NZTA is moving to a system where suppliers of road maintenance services, including ice and snow management, are managed directly by the NZTA. The contract term is generally extended to nine years. The first such contracts are being let in 2013.

Ice Management

Due to environmental and public concerns, de-icing using salt was discontinued in the early 1980's leaving grit as the only treatment for ice conditions. In the mid 1990's calcium magnesium acetate (CMA) was introduced. This is now widely used on the highway network and for some local roads. Extensive monitoring of its application in various environments for over 10 years has shown that there have been no significant effects from the use of this chemical.

CMA is used in both solid and liquid form for anti-icing and de-icing situations. The NZTA purchases CMA each year based on historical usage and is distributed to Regional storage. Stocks are replenished through the winter if necessary. The main supply is in the form of 1 Tonne bags however a quantity of 25kg bags is purchased for distribution to outlying depots where handling equipment is not available.

CMA application rates will vary to suit the weather conditions

and residual chemical on the road. Pre-treatment application rates range from 7.55mg/m² for light frosty conditions up to 30mg/m².

CMA is used in areas where there are a significant number of frosts or snow on major or significant routes.

Abrasives or grit is also used either by itself or in conjunction with CMA. It is the main treatment on minor routes or roads with infrequent frosty conditions.

The contractors resources include purpose built plant for spreading grit and CMA.



Grit spreader



Liquid CMA spreader



Solid CMA spreader

Mixing equipment has been provided at the contractors main depots for preparing liquid CMA. A storage tank adjacent provides sufficient quantities when required. This liquid chemical can also be transported in a tanker direct to where it is needed to refill the spreading trucks while on their treatment routes. Contractors are required to calibrate all spreaders prior to winter.



CMA mixing plant

Snow Management

The main snow removal equipment used is a simple front-mounted truck plough to remove snow as far as possible followed by a rotary broom to clear remaining slush. CMA is used to break down any snow pack.

Treatment Monitoring

Contractors have been introducing GPS to their fleets and Automated Vehicle Location (AVL) is available via the internet. This system indicates when vehicles are spreading and captures the spread rates and locations and also when and where trucks are ploughing.

Road Weather Forecasting

The highways in central North Island and a large part of the South Island have been thermally mapped to provide spatial variations of road surface temperatures. The mapping also identified the varying climatic domains with 11 in the South Island and 6 in the central North Island.

In order to develop nation-wide road weather ice predication forecasting the establishment of a network of automatic road weather stations across the country was necessary. Identifying the climatic domains has allowed for the strategic positioning of these weather stations.

The NZTA decided not to build and own weather stations but to contract for the supply of the required information and weather data only. This national road weather service is now provided by the NZ MetService which has installed the network of weather stations to deliver the information and data required.



MetService provide forecasting including ice prediction and observation data for each climatic domain via the internet. MetService provide their forecasts to Vaisala in the U.K. who in turn provide road surface temperature and road state forecasts through their Icebreak model back to MetService.



Weather station forecast and observations

The specific web site also brings together all publicly available weather information from MetService such as radar, satellite images, charts, general weather forecasts and warnings issued in addition to observation data from many other weather stations managed by MetService. This provides ready access to a wide range of weather information for road managers each day to plan their operations, treatment selection and treatment locations.

The objective is “just in time in the right place”. This is critical to using CMA as the chemical is imported and relatively high cost and so must be carefully managed. The site also provides access to archived information for post event and seasonal analysis.

3.3 Assessment of the Snow & Ice Control Measures

Control measures are set out in the contract specification and in a regional specific operations strategy. It is expected that the contractor will be proactive in response to oncoming storms, with a requirement to monitor the weather using the forecasting system operated by the NZTA and confirming with the contract manager the management plan for the next 24 hours. For forecast large events, snow clearing plant is expected to be pre-positioned to maximize effectiveness and shorten response times.

The contractors’ performance is then monitored through the GPS AVL system, by contact directly with the contractor during the event for updates and by on-site inspections. The contractors are required to maintain the road surface in a safe condition in accordance with the Levels of Service requirements. The success rate in predicting and applying treatment is to be at least 95%.

The contractor is also required to submit records documenting all monitoring and activities carried out during an event. This includes printouts from the AVL system detailing for each vehicle their time and location when CMA, gritting or ploughing commenced and finished, the application rates and the quantity used. This is particularly valuable along with the road weather forecasting and observation data to support the decisions and to validate the performance requirements where Court enquiries are made as a result of crashes and fatalities on the road. The contract allows for auditing the contractors records in more detail if required.

3.4 Avalanche Management

State Highway 94, the highway into Milford Sound and a popular tourist route, is particularly susceptible to avalanches. In order to better manage the risk, and provide improved availability, an avalanche management programme was initiated in the early 1980’s and has gradually been upgraded to a state where, today, it provides a world-recognised system to monitor snow conditions, predict likely avalanche conditions and locations, and precipitate controlled releases. Details can be found on the NZTA website.

3.5 Traffic Safety and Information

Contractors are required to erect temporary warning signs where road treatment is carried out. The NZTA operates a number of Variable Message Signs which are used where roads may be closed or restrictions to vehicles are in place advising motorists of alternative routes.

The NZTA also operates a 24 hour national call centre to receive reports from the public and Police about hazards on the road. This is recorded in a web based Traffic Road Event Information System (TREIS). The call centre then passes the information to the appropriate contact (usually the contractor) for attention. If the incident warrants public notification the event is marked accordingly in TREIS and the information is automatically sent to the NZTA public website.

The NZTA website also carries general weather warnings provided by MetService specifically related to road weather. Once the event has cleared TREIS is updated which automatically updates the web site. The TREIS information is also directly available to others who wish to use the information such as the Automobile Association to include on their own road information web site and to provide traffic information through text or navigation systems.

4 Ongoing Research

Snow fences

Snow fences are used within ski field areas but have not been a feature on highways. A small scale trial is underway in the central North Island, although generally milder winters have not yet put the trial to the test.

Decision Guide

With the introduction of the road weather and ice prediction forecasting nationally, better decision making is expected on treatment selection both prior to and during an event. Decisions need to be made whether to apply chemical treatment prior to an event or during an event and at what application rates.

A Winter Service Decision Guide, which is a simple chart covering various temperature and weather scenarios with suggested treatments, is being tested and refined in operational conditions. The guide is incorporated within the best practice guides for the use of CMA. It may then be incorporated into the Metservice weather data and forecast delivery to automatically provide suggestions for frost, ice or snow pre-treatment when the appropriate triggers are met. The Guide also provides suggested treatment during snow events.

Performance and reporting

A simple matrix to record the decision made prior to and during an event together with the eventual observation is being trialed to provide a performance measure on the accuracy of the pre-event decisions. This will be personalized to those decision makers and will assist in determining success rates and training requirements. Again, generally milder winters have not yet provided a really testing environment to prove the value yet.

Comparing the forecast thermal map against the GPS recorded treatment sections will also provide a measure of performance.

Initial testing FAST

A fixed automatic spray treatment system using CMA was installed prior to the 2012 winter on a bridge deck in the central North Island. Minimal testing has been undertaken so far..

Geofencing

Using GPS/AVL together with ice prediction and maintenance decision guidelines the use of geofencing can be used to automatically control the placement and application rate of anti-icing chemical only to the sections of the road requiring treatment. Trial continues.

5. References

New Zealand Transport Agency
www.nzta.govt.nz

NZ Metservice
www.metservice.com



NORWAY



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country



The Kingdom of Norway is a constitutional monarchy. Area of the Kingdom of Norway is 385,155 km², mainland: 323,758 km², Svalbard and Jan Mayen is 61,397 km². Population was 5,0 million in January, 2013. Monetary unit is Norwegian kroner (NOK). One Euro was 7,60 NOK in May 2013. Length of coastline is 25,148 km, including fjords. Largest lake Mjøsa is 362 km². Highest mountain Galdhøpiggen is 2,469 m.

Much of Norway is mountainous. The western coast is gouged by deep fjords and dotted with islands along the coast. Norway is the country with longest coastline in Europe. The most important economic factor is oil-related activity.

Norway's administrative units are the Regjering (government) and Storting (parliament) with elections every 4 years. There are 19 counties and 428 municipalities. The latitude of the capital Oslo is 60° north.

1.2 Road network and traffic

The categories of roads in Norway are the following:

Road type	Length of road
National roads	10 580 km
County roads	44 320 km
Municipality roads	38 970 km
Total public roads	93 870 km
Private, forest, farm roads	139 000 km

All national roads are paved. In the other types there are a lot of unpaved roads. There are 4,8 million vehicles including 2,4 million passenger cars.

Nine-tenths of the country's area is located north of 60° latitude, where there is heavy snowfall six months of the year. Winter road traffic (November through April) accounts for about 35% of the annual yearly traffic volume. In Norway 20 % of the maintenance budget is connected to the winter condition.

2. Climate

2.1 Overview of climatic areas, main winter events to be mastered

The Gulf Stream makes the climate in Norway much milder than other parts of the world at the same latitude. The country rises with a mountainous area inside the coastline.

Norway experiences large climatic variations within short distances. In the lowland on the eastern part of the mountains the climate is drier with low temperatures down to -20°C , occasionally down to -30°C and -40°C . While the winter temperatures will vary around 0°C along the coast, and rarely below -10°C .

In the western part of the mountains there is a lot of snow and wind, and often extremely difficult conditions for winter maintenance. There is a lot of precipitation along the coast, often as snow, and also a lot of wind. The moist climate along the sea creates a lot of problems with humidity freezing to black ice on the roads.

As an average in the southeastern part of Norway there is 20-25 snowfall during a winter. The number of snowfalls is much higher along the coast and especially in the north of Norway. In recent years problems with freezing rain and rain on frozen roads has become more frequent. The roads get extremely slippery and it is very difficult to handle for the road users. For the road operators it is also very difficult to handle as the rain very rapidly reduces the effect of the salt.

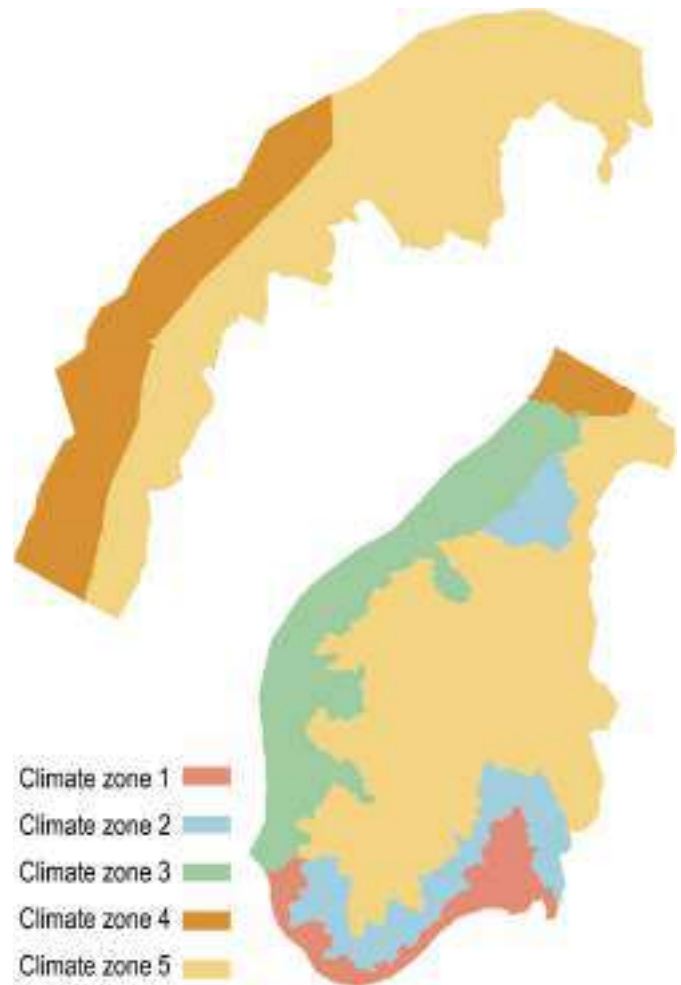
There are many snowstorms during winter in the mountains and especially in the north of Norway. On roads crossing the mountains, there are many road closures and periods where vehicles only can pass in convoy due to snowstorms.

2.2 Statistics on temperatures, icing, precipitations

For winter maintenance purposes the country may be divided into five climatic zones, as shown in tables below.

Climate-zones					
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
Length of winter, days	152	173	157	206	201
Snow-depth	41 cm	55 cm	41cm	63cm	72cm
Precipitation as snow	158 mm	225 mm	258 mm	332 mm	248 mm
Precipitation as rain	830 mm	734 mm	1,632 mm	860 mm	603 mm
Mean temp. Jan $^{\circ}\text{C}$	-3	-6	0.7	-3.3	-7.8
Mean temp. March $^{\circ}\text{C}$	1.1	-1.4	2.6	-1.6	-3.3

Climatic Parameters in Different Climatic Zones



2.3 Winter indexes used in the country

A winter index system was established in 2003.

The index was a theoretical calculation of the need for winter maintenance operations. It was under testing, where the theoretical and actual numbers of actions were compared. Information about precipitation, wind, temperature variations around zero, humidity, etc. was collected from meteorological stations in the area. The computer then calculated the theoretical number of necessary winter maintenance actions based on the actual weather information. The conclusion from the tests was that the quality of the model was not good enough to be used for compensation of the payment for the winter contracts.

3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

■ Legal obligation to perform winter maintenance?

According to the Norwegian Road Law the Ministry of Transport and Communication gives guidelines for maintenance of trunk and national roads. The Government finances the maintenance. The Norwegian Public Roads Administration (NPRA) acts on behalf of the Ministry of Communication. NPRA also manages maintenance activities on county roads for the counties.

Maintenance of roads is financed from three different sources: (i) The state (national roads), (ii) the counties and (iii) the municipalities.

■ Classification of the roads - Levels of service - Route optimization

The road classes are:

- National roads connect different part of the country, and also Norway to other countries and connect the different counties to important centers and are the main transport roads for goods and traffic within the country;
- County roads brings traffic from the countryside to the national roads and county centers;
- Municipal roads take care of traffic from the homes and businesses within towns and municipalities to the other roads;
- Private roads includes forest roads and farm roads.

■ Quality standards, performance indicators

Level of Service

The level of maintenance standards for national roads is described according to the importance of the roads and the annual average daily traffic flow. Traffic safety, traffic volume (average annual daily traffic (AADT)) and environmental effects are the parameters considered to make the most cost efficient standard. The level of service for national roads in Norway is described in the maintenance manual, handbook 111 "Standard for Maintenance of National Roads", dated August 2012. The "county roads" and "municipal roads" have their own levels of service. Below is a translation of the main principles of handbook 111.

Purpose of winter maintenance

Winter maintenance should provide:

- Safe and accessible roads to the roads users during winter time with small impact to the environment
- Visibility, readability and function of road equipment, especially with regard to traffic flow quality, traffic safety and accessibility
- Clear visibility for all road users
- Accessibility to road equipment for maintenance personnel

Winter maintenance should shorten periods with adverse road conditions due to snow and ice on the road surface and secure adequate road grip and surface smoothness in periods when the road surface is covered with snow and ice.

Areas dedicated to pedestrians and cyclists should be passable and attractive to the users in a way that pedestrians and cyclists prefer to use the dedicated areas instead of using the roadway.

Maintenance cycle

Level of service for winter maintenance is described for a maintenance cycle related to the period before, during and after a weather event.

A weather event is defined as weather condition or a change in weather condition that affects and changes the winter road conditions. Weather events will primarily be related to precipitation, white frost, wind or temperature changes. Determination of when a weather event occur, should be based upon an assessment of the extent of changes in road condition compared to the necessary resource use for maintaining the road condition specified in the standard (approved road condition). There should be available specified procedures for determining and warning of start and end of weather events.

Approved road condition defines the road condition that should be maintained in periods between weather events and that should be aimed at during weather events.

	Maintenance cycle			
	Before weather event		During weather event	After weather event
	Steady state	Weather event alert		Clearing
Road condition	Approved road condition	Approved road condition	Accept of deviation from approved road condition	Reset of approved road condition within specified time limits
Activity	Monitor Maintain approved road condition	Monitor Maintain approved road condition Preventive efforts	Reduce deviation from accepted road condition Monitor	Reestablish approved road condition Monitor
Level of service	Approved road condition should be obtained	Approved road condition should be obtained	Deviation from approved road condition: Labour input at agreed level	Deviation from approved road condition: Labour input at agreed level until approved road condition is obtained.

If the requirements set forward by the described approved road condition are satisfied on a road section, the requirements for labour input during weather event do not apply.

If the requirements set forward by the described approved road condition are not satisfied on a road section, the requirements for labour input during weather event do apply, and the winter maintenance resources should be in operation.

Winter maintenance classes

Winter maintenance should be carried out according to a classification of road sections in winter maintenance classes. The following winter maintenance classes are used:

Winter maintenance class	General specifications – approved road condition
WmA	Bare road surface– wet or dry
WmB	Bare road surface– wet or dry Compacted snow and ice surface between wheel tracks accepted during limited time periods
WmC	Bare road surface– wet or dry during mild weather - compacted snow and ice surface during cold periods
WmD	Compacted snow and ice surface
WmE	Compacted snow and ice surface Road friction down to 0,20 accepted

Classification of a road section is based primarily upon the traffic volum (AADT), as shown below.

Class	AADT			
	0 – 1500	1500 –5000	5000 –20000	20000 –
WmA				
WmB				
WmC				
WmD				
WmE				

The classification of road section into winter maintenance classes should, in addition to AADT, also take into account road category (national, regional, local route), traffic composition, public transport routes, road alignment and width, weather and climate, road accidents and environmental issues.

A continuous route should be maintained according to the same winter maintenance class for the whole route. Frequent changes in winter maintenance class should be avoided.

The transition between different winter maintenance classes should be located at places where the transition does not create difficulties for the road users. The winter maintenance routines at a transition should be performed with great care in order to minimize the effect of the change of standard to the road users.

The requirements for approved road condition, methods for friction improvement and required equipment resource input at weather event are given for each winter maintenance class in a format as described below.

Winter maintenance class WmA

Method for friction improvement	De-icing with chemicals, When de-icing is not possible, winter maintenance should be carried out according to special specifications.
Approved road condition	
Road condition	Bare road surface (wet or dry)
Friction - general	Bare road surface
Friction – special road sections	Bare road surface
Snow/ice-surface: Thickness Unevenness	According to special specifications
Resource input at weather event	
Maximal cyclus-time for snow removal	1,5 hours
Maximal cyclus-time for de-icing	1,5 hours
Time to reestablish approved road condition	AADT>6000: 2 hours AADT<6000: 4 hours

Winter maintenance class WmB

Method for friction improvement	De-icing with chemicals, When de-icing is not possible, sand should be used.
Approved road condition	
Road condition	Bare road surface– wet or dry in wheel tracks. Compacted snow and ice surface between wheel tracks accepted during limited time periods, loose snow less than 1 cm.
Friction - general	Higher than 0,25
Friction – special road sections	Higher than 0,30
Snow/ice-surface: Thickness Unevenness	Less than 2,0 cm Less than 1,5 cm
Resource input at weather event	
Maximal cyclus-time for snow removal	2 hours
Maximal cyclus-time for de-icing/ gritting	2 hours
Time to reestablish approved road condition	In wheel tracks: 2,5-5 hours Road as a whole: 1-5 days

Winter maintenance class WmC

Method for friction improvement	Sand De-icing chemicals during light snowfall or mild periods
Approved road condition	
Road condition	Bare road surface– wet or dry during mild weather - compacted snow and ice surface during cold periods, loose snow less than 2 cm
Friction - general	Higher than 0,25
Friction – special road sections	Higher than 0,30
Snow/ice-surface: Thickness Unevenness	Less than 2,0 cm Less than 1,5 cm
Resource input at weather event	
Maximal cyclus-time for snow removal	2,5 hours
Maximal cyclus-time for de-icing/ gritting	3 hours
Time to reestablish approved road condition	3 hours

Winter maintenance class WmD

Method for friction improvement	Sand De-icing chemicals on thin ice and white frost
Approved road condition	
Road condition	Compacted snow and ice surface, loose snow less than 2 cm
Friction - general	Higher than 0,25
Friction – special road sections	Higher than 0,30
Snow/ice-surface: Thickness Unevenness	Less than 3,0 cm Less than 1,5 cm
Resource input at weather event	
Maximal cyclus-time for snow removal	3 hours
Maximal cyclus-time for de-icing/ gritting	4 hours
Time to reestablish approved road condition	4 hours

Winter maintenance class WmE

Method for friction improvement	Sand De-icing chemicals on thin ice and white frost
Approved road condition	
Road condition	Compacted snow and ice surface, loose snow less than 3 cm
Friction - general	Higher than 0,20
Friction – special road sections	Higher than 0,25
Snow/ice-surface: Thickness Unevenness	Less than 3,0 cm Less than 1,5 cm
Resource input at weather event	
Maximal cyclus-time for snow removal	3 hours
Maximal cyclus-time for de-icing/ gritting	4 hours
Time to reestablish approved road condition	4 hours

Snow removal should be carried out on the road shoulder as well as in the road lanes, and close against road objects as guardrails, curbstones, etc. Accessibility and safety should be preserved in all crossings and bus stops along the road. Snow should not be placed in piles that reduce visibility.

During the thaw period, snow should be removed from ditches in order to allow free flowing of melting water.

In bust stops snow removal should maintain the standard height between roadway and area for passengers.

For bus stops and parking areas the requirement for bare road surface can be deviated from if the friction on snow and ice is maintained higher than 0,25.

Special requirements apply for road sections in high mountain areas.

Areas for pedestrians and cyclists

Winter maintenance should be carried out according to a classification of the area in winter maintenance classes. The following winter maintenance classes are used:

Winter maintenance class	General specifications – approved road condition
WmA-PC	Urban areas with many pedestrians and cyclists, main route for cyclists, areas specially equipped for people with disabilities
WmB-PC	Remaining area for pedestrians and cyclists

The requirements for approved road condition, methods for friction improvement and required equipment resource input at weather event are given for each winter maintenance class in a format as described below.

Winter maintenance class WmA-PC

Method for friction improvement	De-icing with chemicals, snow removal with sweeping or plowing, when de-icing is not possible, sand should be used.
Approved road condition	
Road condition – day-time	Bare road surface (or snow/ice with max 1 cm loose snow when de-icing cannot be used)
Friction – night-time	Bare road surface (or friction higher than 0,30 snow when de-icing cannot be used)
Snow/ice-surface:	Unevenness less than 2 cm
Cross fall	As for bare road surface
Resource input at weather event	
Maximal cyclus-time for snow removal	As for adjacent road, but not more than 2 hours
Maximal cyclus-time for de-icing	As for adjacent road, but not more than 2 hours
Time to reestablish approved road condition	As for adjacent road, but not more than 2 hours

Winter maintenance class WmB-PC

Method for friction improvement	Sand De-icing with chemicals on areas with disability indicators
Approved road condition	
Road condition – day-time	Snow/ice surface with max 1 cm loose snow
Friction – night-time	Higher than 0,30
Snow/ice-surface:	Unevenness less than 2 cm
Cross fall	As for bare road surface
Resource input at weather event	
Maximal cyclus-time for snow removal	As for adjacent road, but not more than 3 hours
Maximal cyclus-time for de-icing	As for adjacent road, but not more than 3 hours
Time to reestablish approved road condition	As for adjacent road, but not more than 3 hours

Stairs, access ramps and platforms: Snow removal and de-icing/sanding should be carried out for the complete area.

The height of ice edges at area with ground heating should be less than 2 cm.

Winter maintenance during summer

Local plans for handling winter maintenance when winter weather events occur during summer should be developed and maintained.

The period between two winter seasons is categorized like this:

Winter season: Standby readiness
Reduced standby readiness
No standby readiness
Reduced standby readiness
Winter season: Standby readiness

The length of the periods with reduced standby readiness is defined according to local needs.

During the periods with reduced standby readiness there should be available at least one machine unit for snow removal and de-icing/sanding for each 100 km road. Higher requirements can apply according to local needs. Time to mobilize the machine unit during the periods with reduced standby readiness should be less than 5 hours.

Special winter works

Clearing after snow avalanche

Clearing and mending should be done as soon as it can be done safely.

Permanent repair should be done as soon as possible.

Special regulations connected to winter maintenance

Deicing products

Sodium chloride (NaCl) is used for chemical de-icing and is used where the approved road condition is "bare roads". Sand, gravel or crushed stones are used where the approved road condition is "snow/ice surface". The total amount of sand used for gritting the last five years has been between 400,000 and 550,000 tonn per year. Salting has been used on the Norwegian road network since before 1970 and is used today on about 8,000 km of the highway network. The last five years the total amount of salt used has been between 160,000 and 240,000 tonnes per year.

The contractors can use NaCl for salting of roads. Other types of salt can only be used after approval by the NPRA.

Studded tires

Studded tires were until the late 1990's commonly used. However, that has changed due to improved friction measures, better effects of non-studded tires and for environmental reasons. In Norway today 75% are using studded tires. The studded tires create dust and air pollution is measured throughout the day in five major cities. These measurements are used to make local restrictions if necessary. In the largest cities no more than 20% of the vehicles are supposed to use studded tires. The three largest cities have now nearly achieved their goal, and non-studded tires were used on 70% of the vehicles in the winter season 1999/2000. In two of the largest cities the users will have to pay a toll for the use of studded tires. This is a measure decided by the city councils to ensure that not more than 20% of the vehicles use studded tires.

During summer it is not allowed to use studded tires, and users will be fined. There are no penalties for the use of summer tires in winter. However, one will be penalized for not securing proper road-grip during the winter period. Winter speed limits have been tried out to reduce accident rates, and so far it has given satisfactory results.

Working hours

There is a "law for the working environment" which gives allowed working hours and a "law for driving- and resting time" for professional drivers. The contractors have to obey to all the laws and if necessary apply for exceptions.

Winter maintenance equipment

There are no specific standards for winter maintenance equipment; they have to follow the standard rules and regulations for each type of equipment. If needed the contractors have to apply for exceptions for snowplows and

other equipment that are wider than the vehicle. The same goes for special headlight for trucks carrying snowplow. The maintenance vehicles have to use special warning light during operations, if they do not follow the traffic rules.

3.2 Organization and operation of winter maintenance

■ Organization of winter maintenance

The NPRA is responsible for;

- planning, construction, maintenance and operation of the national and county road networks;
- vehicle inspection and requirement;
- driver training and licensing.

The NPRA is under the leadership of the Directorate of Roads, which is an autonomous agency subordinated the Ministry of Transport and Communications. The NPRA encompasses 5 regional offices and 20 counties/district offices. Since January 1, 2003, all construction, operation and maintenance of roads have been tendered and contracted after a competitive bidding procedure.

■ Cooperation with other levels of road management organization

For matters pertaining to national roads, the NPRA is under the direction of the Ministry of Transport and Communication. On those related to county roads, the Regional Roads Officer is subordinated the county legislature.

■ Operational management of winter maintenance

- The contractors are responsible for achievement of the maintenance standard and have to plan, inspect and take the necessary actions. The contractor cannot decide to close a road on his own. Roads can only be closed with the approval of the NPRA;
- The contractor must prepare and maintain a plan for winter operations. The plan should contain: Personnel, stand by teams, equipment, storing facilities, routes, prioritized roads, points of special attention, etc.;
- The contractors must keep a journal for all inspections and all enquiries received from the public. They should report each activity, all consumption of abrasives and salt and the number of plowing kilometers;
- According to the contract, drivers and operators of snow plowing and spreading equipment must undergo training before they can start their activities. The training is given by the NPRA.

■ Road closures and traffic restrictions

Most vehicles use studded tires. Due to air pollution (dust) there are restrictions for use of studded tires in the biggest towns. In some towns there is a tax to pay for vehicles using studded tires. The tax in combination with information campaigns has reduced the use of studded tires in these towns, but in rural areas the use of studded tires is still high.

All trucks, trailers and buses are obliged to carry chains with them if there is a risk of slippery roads.

Roads crossing mountains may be temporarily closed during snowstorms. Sometimes the vehicles can only pass in a convoy between two snowplow trucks.

Some roads crossing mountains are closed during winter. They will be opened in May or June. 21 county roads crossing mountains are closed from the autumn until spring. Special equipment is needed to open a road that has been closed during winter. The layer of snow can be more than 4 meters thick. A special attachment for a snow cutter unit has been developed. The snow cutter is mounted on an excavator. The excavator has chains and can move on top of the snow and cut layer by layer. When the top of the snow can be reached from the road surface the unit will be shifted to a wheel loader for the last layers.

To open the closed mountain roads in summer a road finding system based on GPS has been developed; it works very well. It replaces the poles that have been used up to now.

Avalanches are a big problem on many roads alongside the coast and in the north. They can be closed in periods with danger of avalanche. In some cases NPRA provokes the avalanche by the use of dynamite. Contractors who are working on roads that are exposed to the danger of avalanches have to undergo special training given by NPRA.

Also some roads and bridges along the coast can be closed during storms. Some bridges are closed automatically when the wind reaches above a certain speed.

■ Road information provision method & system

Meteorological information

There is an agreement between the Norwegian Public Roads Administration (NPRA) and the Norwegian Meteorological Institute (met.no). Met.no provides NPRA with weather forecasts and climate data at a market value. It includes the following forecasts from met.no:

- Graphical prognoses for wind speed, wind direction, precipitation, air temperature, air pressure, dew point temperature and cloud cover;
- Written forecasts;
- Wind, temperature, and precipitation fields for ground level and 1,500 m above sea level;
- Weather radar images;
- Satellite images;
- Separate forecasts under special weather situations, like freezing rain.

These products cover the whole country and are provided on a regular basis throughout the year.

The forecasts bought on a regular basis are spread to the internal users via NPRA intranet and presented in a web-application for external contractors.

The graphic forecasts, the written prediction and the meteorological fields are updated three times a day. The radar images are updated every 15 minutes. The satellite images are updated four times a day.

NPRA has approximately 250 road weather information stations spread throughout the country. Most stations have sensors for:

- Air temperature;
- Relative humidity;
- Precipitation;
- Road surface temperature.

Some stations also have sensors for

- Road surface condition;
 - Wind direction;
 - Wind speed;
 - Long wave emission;
 - Video.
- The thermal maps were used to locate difficult areas. This knowledge was used to determine where to locate RWIS. The RWIS are located at places the road gets slippery before other places; early black ice or early snowfall. There are a couple of stations in each maintenance district;

3.2 Assessment of the snow & ice control measures

There are several research and development projects every year. In 1991-1994 a nationwide study to examine the effect of road salting on traffic safety was conducted. The result showed that road salting reduces the number of police reported accidents by 20%. A study of the environmental effects of salt on the area surrounding the roads was carried out in the period 1992-1996.

- Maintenance quality through competition of contractors

The contractor must report to NPRA if he has not achieved the requirement in the maintenance standard. The NPRA takes random inspection to see if the contractor has fulfilled the contract. Snow and ice thickness on the road surface are measured and compared to the contract requirements. Friction is measured with special equipment that is calibrated for this purpose. The inspection will also focus on the contractor's use of his quality system. If the performance is not according to the specification, a deduction in payment as a penalty can be demanded. The size of the penalty will depend on if it is a repeated problem, how serious the problem is, does it represent a danger to the road users, and how much money has the contractor saved by not doing the work.

The maintenance contract has to be won through a competitive bidding procedure. The contractors and their performance are evaluated by NPRA two times a year. The number of penalties is part of this report. This information can be used in the process of evaluating the tenders.

3.3 Traffic safety & information

- Information provision to the road user

The Traffic Information Centers provide information three times daily to the media about road conditions and road closures in winter season. This information is also available on Internet and text TV. The national radio stations give traffic information every morning and evening. Drivers can call 175 by telephone to get updated information about the road condition for special warnings the RDS radio will inform drivers.

The local radio stations very often have programs with a traffic theme at times when there is a lot of traffic on the roads. They give information about the traffic situation on the main roads and play music and give other traffic related inputs. These programs are quite popular. They are on the air morning and evening on weekdays, Sunday evening and in connection with winter holidays and Easter.

- Systems improving traffic safety

The NPRA is responsible both for maintenance and road safety. The Traffic Department in NPRA is responsible for driving license, vehicle inspection and road maintenance. This department has the responsibility of investigating accidents and trying to reduce them. Assembling all these specialists on different aspects of traffic safety in one department allows for the efficient improvement of traffic safety. The cost connected to winter maintenance is roughly 20% of the maintenance budget

for the country. It is more in the north. Winter maintenance has a great importance for traffic safety. Traffic safety has top priority. If the winter cost is higher than budgeted, money will be taken from summer activities to compensate.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

4.1 New technology

The last years and also today several research projects are going on with the aim to study:

- improved methods of spreading sand heated with hot water;
- new methods for better snow and slush removing;
- the effects of salt and residual salt on roads
- effects of different salt types and salting methods;
- effect of salt when low temperature and during snow fall;
- methods and equipment for measurement of friction;
- better use of ITS in winter maintenance and follow up system of maintenance contracts.

NPRA is cooperating with the University of Science and Technology to improve the knowledge of winter technic and the education in this field.

4.2 New management and organization approaches

The management of road maintenance through contracts is quite new to the organization. The country is divided into 107 maintenance contracts. Each contract covers an area with a mixture of trunk, other national and county roads. The contract contains almost all operations and the most common routine maintenance. The first contracts that were won

through competitive bidding started their work on the roads on September 1st of 2003. To educate the client's personnel, a special course was introduced. Thirty personnel are trained every 6 months. They are assembled 7 times receiving 3 days of training each time. Educational material for winter tasks has been developed and all contractors are trained. From 2012 all winter operators in new contracts have to participate in a 3 days theoretical winter course with a test at the end. To pass the test they need to answer 40 of 50 questions correct. The course also include 1 day with practical instruction on winter equipment used in the contract.

The contract documents and follow up systems are revised and improved every year. The Road data bank is improved to better comply with the new situation.

4.3 Trans-national cooperation to improve levels of service between neighboring countries

Several visits and studies have been carried out to neighbor countries, and also to countries far away that have organized the maintenance in a similar way. The studies aimed to learn how they perform their role as, and to benefit from their experience with the purpose of adapting the best ideas into our systems. It is common for the Scandinavian countries to invite their neighbors to seminars and to share experience. The Nordic Road Association, which can be compared to PIARC, has put this into its system.

5. References

More information about Norway can be found on <http://odin.dep.no/>;
The URL to DNMI's web site is: <http://www.met.no>



SLOVENIA



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country

Slovenia lies at the juncture of the Mediterranean, Alpine and Pannonian geographical areas as well as at the cross-point of the Roman, Germanic and Slavic language areas in Europe. Slovenia is a member of the EU from May 1, 2004. Since December 21, 2007, Slovenia has been a member of the Schengen area.



Its surface encompasses 20,273 km², 63% of which are covered by forests. Due to this, Slovenia is one of the countries in Europe with the most forests. 48% of its surface lies at an altitude higher than 500 m, which is characteristic for hilly areas.

Slovenia borders four countries: Italy (a 280-km border), Austria (a 330-km border) and Hungary (a 102-km border), all of which are members of the EU, and Croatia (a 670-km border).

In terms of political organization, Slovenia is a parliamentary republic. Its capital is Ljubljana. Currency in Slovenia from January 1, 2007 onwards EURO. In 2006, there were 2,008,500 inhabitants living in 5,996 agglomerations and 211 municipalities; 7.6% were farmers. Several nationalities live in Slovenia; however, most of the inhabitants are Slovenes (83.06%). There are two minorities in Slovenia: 0.32% of the total population is Hungarian and 0.11% is Italians.

The population density is 99.07 inhabitants/km². Economy: Gross National Product (GNP): 17,076 EURO/inhabitant. Slovenia's natural resources are well preserved. There are 144,509 hectares of protected areas and natural parks:

- the Triglav National Park with 84,805 hectares;
- 9 nature reserves with 1,515 hectares;
- 4 regional parks with 5,168 hectares;
- 10 natural monuments, and;
- 25 natural landscape monuments.

NATURA 2000 includes a 36% portion of Slovenia.

On 29 April 2004, the Government of the Republic of Slovenia determined, with the Decree on Special Protected Areas (Natura 2000 areas), which areas in Slovenia would be part of the Natura 2000.

286 areas were identified; 260 of them were determined on the basis of the Habitats Directive and 26 on the basis of the Birds Directive. These areas extend over 36% of the surface area of Slovenia. Forests grow on most of the areas; however, there are large areas without vegetation (mostly cliff walls), 9% of the areas are above the tree line; an important portion is also grassland.



The protected areas (the Triglav National Park, regional and landscape parks, reserves and natural monuments) constitute 25% of the total surface of the Natura 2000.

1.2 Road networks and traffic

History of roads in Slovenia

Slovene transport routes developed some thousands of years ago due to Slovenia's geographical formations (Alpine, Pannonian and Mediterranean) as well as its location in the European region. Of course, man with his religious, social, economic and military tendencies played an important role in this development. Historical changes have affected the development of transportation routes.

As early as in the Stone Ages, the route from the Mediterranean along the Eastern Alps across the mountain threshold of Postojna and by the Ljubljansko barje moor in the direction of the Ptujsko polje flatland developed as the most convenient and direct longitudinal land transport axis, to which all transverse road routes have been connected. Later on, important long-distance trade routes led through Slovenia (Amber Road, Iron Route, Noricum Route and Salt Route); they complemented the road network and expanded it in new longitudinal and, especially, transverse directions.

In Roman times, the road network in this area was developed to a degree that satisfied the economic, commercial and military needs of the states which originated at later periods.

The medieval Slovene road network expanded on the foundations of the Roman network; nevertheless, the roads had an especially international and transit character, for there was no big trade centers in those times in Slovenia. After the Habsburgs had gained access to the sea, roads were increasingly developed in the Karst area.

Contemporary roads

The public roads in Slovenia are managed by the state and municipalities. The total length of the roads (as of December 31, 2004) is:

CATEGORY OF ROAD	LENGTH (km)
Motorways	576
Expressways	617
Expressways – 2 lanes	15
Major roads	598
Regional roads	4,897
Total state roads	6,703
Local roads	13,814
Public tracks	18,245
Total municipal roads	32,059
Total public roads	38,762

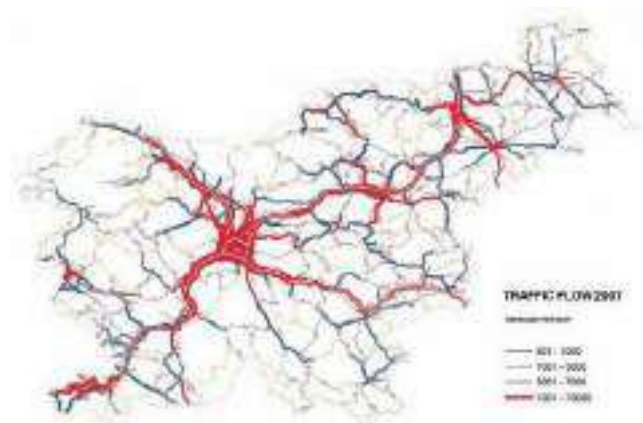
Besides the above-mentioned roads, the forestry service also manages 13,000 km of forest roads; these are, to a large extent, in public use.



Traffic loads on state roads

Traffic loads on Slovene roads are heavy, and they increase by around 3% per year. The biggest growth, i.e., 49%, was recorded in the 1992-1997 period.

The 2003 average daily traffic load on motorways was 22,616 motor vehicles per day. The portion of freight vehicles ranged from 10 to 20% on transit routes; the highest portion, namely 40%, was recorded on the routes in the direction to Hungary.

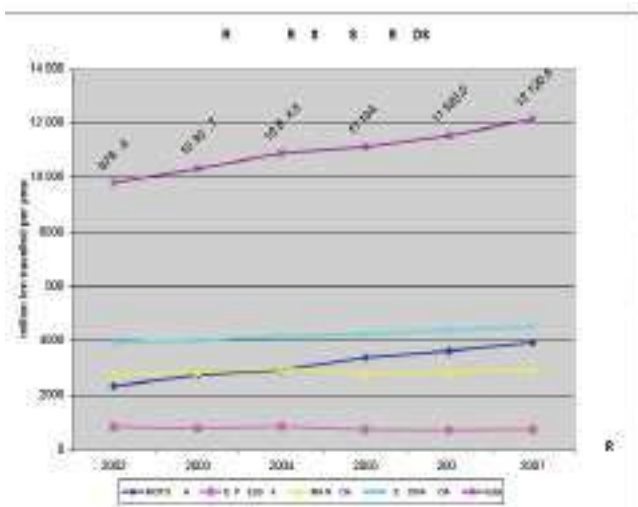


The 2007 traffic load map

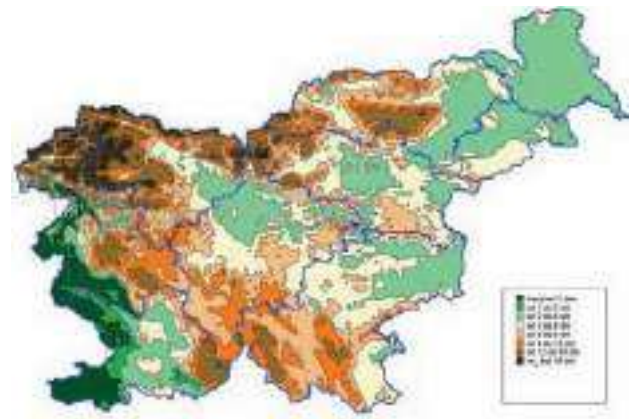
The motorization level has come to 1.3 cars/ household

YEAR	TOTAL	CARS
2004	1,151 758	938,166
2005	1,204 242	964,781
2006	1,235 297	985,567
2007	1,286 903	1,020,127

Registered motor vehicle



There are two such days (snow cover) in Primorje (the Slovenian Littoral) per year and 45 days in Postojna, which is 30 km from the sea. There are 50 to 70 such days in the lowlands and more than 100 in the highlands. An important data for the winter service is the average annual number of days with more than 10 cm of new snow; there are 15 to 30 days of such snow in the areas of both mountain barriers and 10 to 15 such days in the lowland areas. Primorje has special characteristics because snowfall is very rare; nevertheless, gale force winds, and sometimes also snow drifts, cause traffic problems.



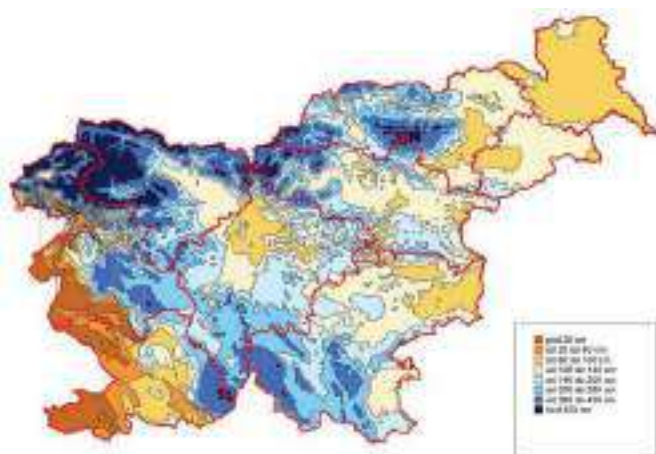
Average number of days of snow-cover days

2. Climate

The unequal dispersion of population and the resulting branching of the road network are the reasons for extensive daily migrations. Therefore, roads, especially those with heavy passenger traffic, have to remain passable during the winter time, even in the early hours of the day.

Because of Slovenia's position at the juncture of the Mediterranean, Alpine and Pannonian areas, its climate conditions vary significantly across the country; frequent daily and seasonal variations in temperatures and precipitation, causing variable road conditions, require from the road winter maintenance service frequent and quick response.

We can record substantial differences between the extreme western and eastern points of Slovenia, especially in the average number of days when the ground and roads are covered with snow.



Thickness of snow-cover

3. Winter road management

3.1 Standards and rules

Classification of the roads

The process of ensuring the passability of roads is carried out in accordance with six priority classes concerning:

- The category;
- The density and structure of traffic;
- Geographic /climatic conditions; and
- Local characteristics.

The passability of roads is ensured with regard to the priority classes:

Class 1: includes motorways and expressways, which must be passable 24 hours a day. When snowing, passability shall be ensured along the entire carriageway, as well as on important crossroads and access roads to larger car parks; however, emergency lanes also have to be passable. In the case of heavy snow, at least one carriage lane has to be passable, as well as access roads to larger car parks.

Class 2: includes major roads, major urban roads and important regional roads. These roads have to be passable between 5 a.m. and 10 p.m.; when snowing, two-hour traffic delays are permissible between 10 p.m. and 5 a.m.



Class 3: includes the rest of regional roads, important local roads, urban feeder roads and local roads, which have to be passable between 5 a.m. and 10 p.m.; when snowing, two-hour traffic hold-ups are permissible between 10 p.m. and 5 a.m.

Class 4: includes the rest of the local roads, urban roads and suburban roads. As a rule, these roads have to be passable between 7 a.m. and 8 p.m.; however, when snowing, shorter traffic holds-up are permissible. In the case of heavy snow, one-day holds-up are possible as well.

Class 5: includes public tracks, car parks and cycle tracks, for which the passability is ensured on the basis of local needs. When snowing, one-day holds-up are permissible, and in the case of heavy snow, holds-up may last even longer.

Class 6: includes roads closed for traffic in winter conditions.

The exclusion of freight vehicles from traffic

In accordance with the provisions of the Order on Traffic Restrictions on Roads in the Republic of Slovenia, freight vehicles with trailers and vehicles carrying hazardous substances are prohibited from driving on all Slovenian roads, when snowing or blowing hard, and they shall be excluded from traffic. On motorways and expressways, 25 locations in total are envisaged, at which vehicles are excluded from traffic; these locations have room for 950 freight vehicles; on other state roads, there are another 51 locations which can accept 1,990 freight vehicles. As a rule, these capacities are not sufficient, so occasionally, additional suitable areas are rented.

Rules regarding materials

The road gritting material, used in Slovenia, is sea salt (NaCl), and to a smaller extent also calcium chloride (CaCl₂) and magnesium chloride (MgCl₂). The latter is mainly used for

preventive gritting on motorways, expressways and major roads, and whenever there are low temperatures (-8 °C). In the last few years, roads have been sprayed also with a saline solution. In this way, salt is prevented from being blown off from dry roads under heavy traffic conditions and the response time for ice melting is shortened.

3.2 Organization and operation of winter maintenance

During the winter period, extending as a rule, from November 15 to March 15, roads are maintained in accordance with the winter service implementation program, which is prepared by the routine maintenance contractor, who submits it for acceptance to the specialist service at the latest by October 15th of the current year.

The winter service implementation Program includes:

- the organizational plan of management, competences and responsibilities of winter service operators;
- the schedule of preparatory works;
- the road network plan including the identification marks of priorities and starting points for the performance of winter services (road compounds);
- the allocation of machinery, equipment, gritting material and workers to implement the work planned;
- work crews on standby and available, level of preparedness and deployment schedules of work groups;
- snow removing plans and gritting plans for the prevention of ice formation;
- locations and methods of excluding particular kinds of vehicles from traffic in unfavorable road conditions;
- data collection methods and plan of informing the public on road conditions and passability.

The preparatory works are performed prior to the beginning of the winter period with the intention of ensuring efficient work of the winter road service. The works include in particular:

- the preparation of machinery, traffic signaling devices and equipment, gritting material;
- the preparation of roads and their surroundings (erection of supplementary signals at dangerous spots, placement of snow poles and other snow-drift protection devices);
- training and professional education necessary for the performance of winter road service.

After the end of the winter period, it is necessary to remove the remains of gritting materials (sand), as well as the temporary supplementary traffic signals, temporary traffic equipment, road devices and facilities for the protection of roads and traffic in winter.

3.3 Assessment of the snow and ice control measures

For some years now, the costs of winter maintenance for state roads have been rising; they come up already to approximately 50% of the total maintenance costs. At the same time, the use of salt is questionable with respect to the damage it causes to vehicles as well as to the environment, road facilities and groundwater.

It is not possible to stop salting completely, for traffic safety would be impaired. Replacing salt with sand materials is uneconomical and inefficient in regard to contemporary traffic. The economic benefits of using salt are several times higher than the costs and damages it causes.

In order to protect the environment, only that much salt is used as necessary for traffic safety; salt gritting of roads has been reduced to the minimum.

Up-to-date technical equipment and regular education of all participants in the winter road service are crucial for rationalization. The attitude of the technical staff towards the problems of maintenance has had to be changed as well. Modern equipment is also critical to ensuring quality maintenance. Clearing and salting have been optimized. Users are also obliged by law to use winter equipment on their vehicles.

What to do in the future

Analyses show that the fixed costs for road winter service, namely the costs for on-call and stand-by duty services, represent a large amount. To reduce these costs, a system is being introduced for monitoring road conditions at critical points and observing local weather conditions (road-weather station, video surveillance). It is being connected with the road-information system. Besides, up-to-date technical equipment is being introduced for calibrated dosing of gritting materials.

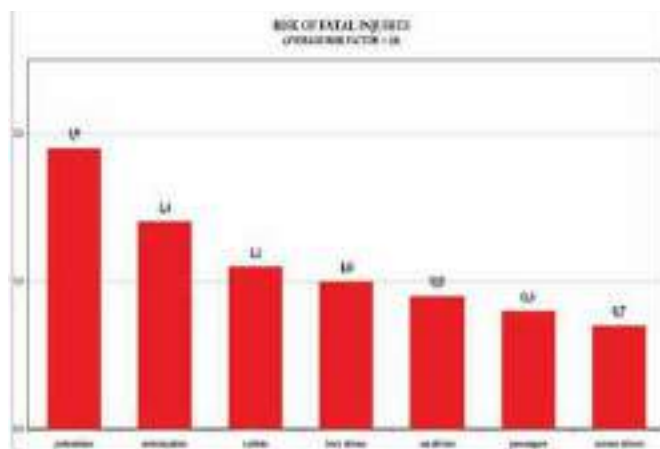
3.4 Traffic safety and information

Traffic safety

Traffic security in Slovenia is still not satisfactory. An analysis of the situation made for the needs of the preparation of the National Program for Road Traffic Security, showed that:

- 0.53% of fatal traffic accidents;
- 25.88% of traffic accidents with injuries, and;
- 73.59% of traffic accidents with only material damage occurred during the 2007/2008 winter.

Road conditions and passability, as well as weather conditions and observing of regulations (e.g., on winter equipment for vehicles) exert a substantial impact on the occurrence of accidents and their increase in number.



Most of traffic accidents in winter occur in relatively good driving conditions; such accidents may end even with the worst results. These findings are based on the fact that most drivers are aware of the dangers of driving in winter conditions, but when conditions improve, they forget about the dangers and drive carelessly or even thoughtlessly.

The most frequent reason for traffic accidents in winter is improper speed, which is especially connected with favorable conditions on roads. The milder and drier the winters are, the bigger is the problem with speed.

The Ministry of Transport and, consequently road managers, are responsible for the below goals of the National Program for Road Traffic Security:

- Construction of the traffic infrastructure;
- Introducing measures to slow traffic down;
- Traffic education;
- Preventive measures and publicity actions;
- Surveillance.

Road users Information

During the time of winter maintenance, several methods of informing the public on road conditions are used:

- Radio and TV stations - in live;
- Telephone call to a specific number, directly via mobile appliances;
- Web pages of road managers and of the information center of the Automobile Association of Slovenia;
- Traffic data are communicated also to ERIC (European Road Information Center) at its registered office in Geneva;
- Through information portals on the roads;
- INFO-pillars at the rest areas along motorways;
- Personal advice at information centers.

In accordance with the provisions of the Public Roads Act and regulations on the maintenance of public roads, the road maintenance company has to report regularly and in special circumstances on the conditions and passability of roads.



A traffic-camera photo

The conclusions of the studies could be summarized as follows:

- too many gritting materials are used which have negative impacts on road structures, vehicles, groundwater, vegetation and the health of people;
- the pollution (especially of waters) can be substantially reduced by introducing special facilities;
- damage to road structures and facilities can be reduced with appropriate maintenance.

Therefore, the Slovene road managers have employed wet salting, which results in a reduced use of salting materials; the materials used are purer and of higher quality with the least harmful agents possible. By using up-to-date machinery, by monitoring and timely informing road users on road conditions, we endeavor to foster winter road maintenance rationalization and environment protection.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

With the purpose of improving road winter maintenance and environment protection, several researches and studies have been made, such as:

- Quick and efficient methods to control the quality of ice-melting substances;
- Checking the possibilities of excluding freight vehicles from traffic in the event of strong wind conditions;
- The introduction of weather-road stations into winter road maintenance;
- Determining the basic hydro-geological criteria for increasing the active protection of groundwater in the case of pollution on the Slovene road network;
- Effects of road gritting on the environment;
- An analysis of the winter service organization and operation.



SOUTH KOREA



1 Demographics and Roads

1.1 Information about the country



Figure 1- Position of the Republic of Korea in Northeast Asia

The Republic of Korea (South Korea) is a medium-sized country (100,221.78 km²) but quite densely populated (50.734 million) and situated at the center of Northeast Asia. The Korean Peninsula was divided into two countries, South and North Korea, since World War II. The South Korea borders the North Korea to the north and has two big neighbor countries, China and Japan across the West Sea and across the East Sea respectively. The capital and largest city is Seoul which hosted Summer Olympic Games in 1988. Approximately half of the total population lives in or around capital area.

The Republic of Korea has greatly been successful in developing economy and democracy in a very short period. The ROK began to develop economy in mid 1960s after independence from 36 years of Japanese colonial rule in 1945 and disastrous Korean War during 1950-1953. The ROK has recovered all kinds of difficulties in a short period and recorded the 11th biggest economic power in the world. The GDP per capita was 23,679 USD at the end of 2012.

With the density of 1.06km of roads per 1 square km, Republic of Korea ranks the 18th country among the OECD countries.

1.2 Road network and traffic

The road network comprises 3,913 km of Expressways, 13,797 km of National Roads, 19,073 km of City Roads, 42,302 km of Regional Roads and 50,952 km of County Roads. All of the Expressways, National Roads and City Roads are paved with asphalt or cement concrete and approximately 82 % of Regional Roads and 65 % of County Roads are paved roads. Road transport accounts for 80.5% of total freight transport. The total registered vehicles as of 2012 were 18.87 million including 14.58 million of passenger cars.

Table 1- Road network

Area	100,221 km ²	
Population	50.734 million	
Length of roads	Expressways	3,913 km
	National roads	13,797 km
	City roads	19,073 km
	Regional roads	42,302 km
	County roads	50,952 km

Winter season in the Republic of Korea is the season between November 1 and March 31 of the following year.

2 Climate

2.1 Overview of climatic areas

The Republic of Korea is a peninsula state which faces oceans on the east, south and west directions and located in the northern hemisphere. The range of geographical latitudes is 33~39 degrees north. The topographical features are mostly, approximately 70%, mountainous except flat farming area in the southwestern region. There are four definite seasons including a cold and snowy winter. The weather in spring and autumn is warm and mild. Especially the clean and sunny sky without any point of clouds in autumn is really famous and amazing. The rainy season begins in the middle of June and ends early in August. During August and September, several typhoons originated on the Northwestern Pacific area directly

or indirectly affect Korean peninsula. In winter, from the middle of November to early in March, we can usually see snow events, sleets and even avalanches. The amounts and severities of the snow events differ among regions of the country, depending on the height above sea level, latitude and the distance from ocean.

2.2 Statistics on temperature and precipitation

The average air temperature is strongly dependent on seasons and the height above sea level. The annual average temperature over the country is 10~15°C and the average temperature in the hottest summer season of August and the coldest season of January is 23~26°C and -6~3°C respectively. But the highest temperature during summer in the central lowlands area rises up to 35°C and the lowest during winter in the high mountainous northeastern area falls below -30°C

The overall average temperatures in the country are shown in the Table. 2.

Table 2- Average Temperature (°C)

Region	Winter	Spring (Autumn)	Summer
Central inlands	-6~4	4~13	22~26
Northeastern mountain	-11~3	-1~8	17~20
Western coast	-5~7	3~13	20~25
Southern coast	-1~4	7~17	21~26

The annual precipitation is also markedly dependent on the height above sea level and the distance from ocean. The annual average precipitation in most of the country is 1,000~1,500mm and that of the southern coast and islands area is 1,500~1,900mm. In relation to winter road maintenance, freezing or snowing period is relatively long and depends on region. Freezing period and snowing period in the whole country are 18~167days and 5~57days respectively. The detailed statistics of the annual average freezing and snowing days are shown in the Table 3.

Table 3- Average Annual Freezing and Snowing Periods / Depth

Region	Freezing period	Snowing period and cumulative depth
Central inlands	95~130	20~30days /55.3cm
Northeastern mountain	130~167	30~57days /178.2cm
Western coast	60~110	20~30days /44.7cm
Southern coast and islands	20~60	5~20days /16.8cm

2.3 Winter Indexes used in the country

There is not any special index or system to analyze and compare of road winter maintenance performances and costs. Each road managing organization performs its duty to maintain perfect road condition and serviceability based on winter maintenance regulations. The related regulations will be given in the following article.

All the road maintenance authorities and contractors shall closely cooperate to keep their boundaries good condition.

3 Winter Road Management

3.1 Standards and rules

Winter maintenance of roads in the Republic of Korea is regulated by laws and regulations. The related laws are Road Law and Countermeasure Law against Natural Disasters. The roads are classified as Expressway, National Road, City Road, Regional Road, County Road or so based on the Road Law. The administrative road authorities based on the road classification are responsible for each level of road. The government established a state-run company, Korea Expressway Corporation (KEC), in 1969 and the KEC is responsible for all sort of things related to expressway design, construction, operation, management and maintenance in South Korea. Especially the KEC leads technological fields of road including winter service.

Each road authority operates, manages and maintains its roads according to the related regulations and specifications under the Countermeasure Law against Natural Disasters. The 26th article of the law regulates how a road organization to prevent and reduce snow damages in case of avalanche or so.

- The legal obligations to perform winter maintenance are as follows ;
 - make up an organization to prevent and reduce snow damages
 - prepare strategies of snow removal and/or melting down on the road network
 - prepare transportation management policy under snow events
 - provide materials and equipments for snow removal and traffic safety
 - designate/manage vulnerable area of traffic jam or road close by snow events
 - educate/train staff members and provide information to road users
- Guideline of the road and level of service

According to the governmental guidance, road authorities perform winter maintenances to meet following standards and specifications.

- o Level A : rapid snow removal and melt down to expose bare pavement surface within 2 hours on all lanes of the expressways, main streets in the city area and over 4-lane highways in the countryside, above 20,000 vehicles/day of ADT
- o Level B : snow removal and melt down to be trafficable on all lanes within 3 hours on the subsidiary main streets in the city area and over 4-lane roads in the countryside, under 20,000 vehicles/day of ADT
- o Level C : snow removal to be partly trafficable of lanes within 5 hours on the subsidiary roads in the city area and 2-lane roads in the countryside, under 5,000 vehicles /day of ADT
- o Level D : snow removal only when surplus equipments can be used otherwise close, under 500 vehicles/day of ADT

• Rules regarding type and characteristics of materials and equipments

Until late in 1990s, most of road maintenance and management authorities had used natural sand, solid calcium chloride or mixed one even in the big city area. But it caused many serious environmental effects including clogging drainage systems and the shortages of natural resources. Especially non-governmental organizations and road users strongly opposed for the authorities to use natural sand because of environmental effects and vehicle damages by flying sand or fine gravel on the road.

In the mean time, Korea Expressway Corporation (KEC), a state-run company, introduced spreading method of pre-wetted sodium chloride with calcium chloride brine, 30

% of concentration, in 2000. And thereafter, the KEC uses only small quantity of sand on special section of steep slope. The purpose of applying chemical agents is to melt down snow and ice and prevent freezing on the pavement surface. The KEC has been a front runner to develop new technologies in the fields of road transportation. After that, most of road authorities and contractors follow KEC's winter maintenance strategy, applying sodium chloride, calcium chloride and/or with mixed brine as an anti-icing or deicing chemicals in Korea.

3.2 Organization and operation of winter maintenance

The Republic of Korea is a quite densely populated country and the economic activities of the people have really been active day and night. And so, the road authorities are absolutely responsible

for maintaining their roads good condition and open to traffic. We can't imagine any close of roads under any circumstances. In a winter situation the road administrator eliminates or at least reduces problems in road serviceability according to the schedule set in the winter maintenance plan.

• Organization of winter maintenance

Road maintenance authorities are organized based on the level of roads. Each road authority is divided many branch offices and each branch office is responsible for winter maintenance in its own road network.

Table 4- Organization of winter maintenance

Level of road	Responsible authority	Composition of maintenance offices	Staff members and equipments per office
Express way	Korea Expressway Corporation	51 branch offices	46 employees, 14 units of equipment (12 spreaders, 1 wheel loader, 2 backhoes)
National road	National road maintenance office	18 maintenance offices	33 employees, 31 units of equipments (24 spreaders, 1 wheel loader, 6 backhoes)
City road	City road maintenance office	7 special city maintenance offices	53 employees, 68 units of equipments (55 spreaders, 2 wheel loaders, 7 dump trucks, 2 backhoes)
Regional road	Provincial office	9 provincial maintenance offices	50 employees, 56 units of equipments (26 spreaders, 1 grader, 24 dump trucks, 5 backhoes)
County road	County office	155 Counties	18 employees, 11 units of equipments (9 spreaders, 2 backhoes)

• Operational management of winter maintenance

Considering weather forecast and road condition, the road administrator shall make a decision to spread materials and/or mobilize equipments on the roads. According to the governmental regulation, snow exceeding 3cm depth shall be removed by snow plow and applied by deicing chemicals on it.

SOUTH KOREA



Frost, ice and snow up to 3cm of height shall be melt down or removed with the help of deicing chemicals and/or machineries. Some places on the steep slope section of the road, abrasives like sand shall be additionally sprinkled. We also distinguish just plowing, just chemical materials spreading or both activities carried out simultaneously based on road condition.

In case of the KEC, each maintenance office covers 70~80 kms of expressway and operates 12 units of spreader attached with accessory snow plow, 1 blower, 1 wheel loader, 2 backhoes, 1 calcium chloride brine manufacturing facility and so on.

	
<i>snow plow</i>	<i>blower</i>
	
<i>spreader</i>	<i>calcium chloride brine manufacturing facility</i>

Especially each office operates several automatic calcium chloride brine sprinkling systems on the vulnerable sections such as interchange ramps and steep slopes. The sprinkling systems are automatically being operated and controlled by smart phone and/or internet service.

	
<i>Automatic sprinkling system</i>	

A fleet of snow workers and equipments of the maintenance office is composed of a few office workers, 5~12 field workers and all the necessary equipments. The number of workers and equipments depends on weather condition and road situation.

Based on weather forecast, we prepare 4 steps of scenario for snow events. The four steps are as follows and according to weather forecast, each office performs regulated works.

step 1 : preparatory stage

A few of traffic managers, field workers and spreaders attached with snow plow shall keep standby status.

step 2 : concerning stage

When the weather forecast expects 3 cm or so of snowfall, a third or a half of the fleet shall be mobilized. All the necessary machinery shall keep standby status.

step 3 : warning stage

When the weather forecast expects heavy snowfall and slight snow begins, all of the fleet shall be mobilized. The spreaders perform preliminary spreading of anti-icing chemicals.

step 4 : serious stage

When snow falls heavily and the depth is increasing, all of the fleet including equipments perform snow fighting. The road manager prepares to mobilize field workers to close serious road section and open median barrier for vehicles to turn back to their origin.

We usually maneuver fleets in advance before snowy season. The purpose of the maneuver is to make each office or center prepare for rapid solving any problems from natural disasters and establish close cooperative relations among related organizations.

<Maneuver on the expressway>

	
<i>Mobilize ambulance</i> <i>Fight a fire</i>	
	
<i>Open barrier</i>	<i>Snowremoval</i>

• Road closure and traffic restriction

Only the police has a right to restrict road transportation including road closure. All the road administrators who want to restrict transportation due to road maintenance works or so shall officially confer with the police and gain approval in advance. But the KEC has been empowered to restrict transportation only when extraordinary events such as avalanche, typhoon or flood damages happen on the expressway for the safe of passengers.

• Road information provision method and system

Road authorities provide all sorts of information including road condition, traffic information and weather information through SNS and road accessory facilities. Road users can get necessary information for travel anywhere and anytime through the above sources.

<Provide information on the expressway>

	
Internet service (road condition and traffic information)	SMS through cell phone or smart phone
	
Application for expressway traffic information	VMS

3.3 Assessment of the Snow and Ice Control Measures

We can't use nationwide statistics of the snow and ice control measures. And so, we can use only the statistics on the expressway winter maintenances here. The total length of expressways is 3,913 km and it reaches 17,442 km in lane. The total consumption and cost of chemical materials, labor and equipments during the winter of 2011/2012 are as follows ;

- Calcium chloride : 19,366 tons
- Sodium chloride : 108,244 tons
- Total cost of materials : 14.3 million USD
- Total cost of labor and equipments : 11.45 million USD

Therefore, the total cost of snow and ice control during a winter season reaches ;
1,475 USD/lane·km.

The huge amount of cost for winter service is required every winter season. The prices of the anti-freezing products are rising year by year. Especially we should import expensive chemical products from foreign countries because domestic products

are too expensive due to labor cost. Each road maintenance authority can purchase chemical products at lower prices until the end of October. But the quantity is usually limited within 3 consecutive days of usage because the space of their warehouse is not so big. Therefore, they are forced to purchase the materials at higher prices during mid winter.

We are trying to find economic snow and ice control measures to reduce winter service cost. It is really important for us to replace the existing winter road maintenance methods as reasonable new ones.

3.4 Traffic safety and Information

Road maintenance in winter season is important thing but, providing road users with weather information and traffic information is more important to increase smoothness of driving and to prevent traffic accident.

Road authorities provide all sorts of information related to road situation to the users through mass media, internet service, smart phone, road auxiliary facilities and so on. Anyone who wants to travel somewhere can get all the necessary information using any of the above sources before his or her departure. Timely acquisition and analysis of the road information helps the road users to choose a comfortable and safe route to travel in advance.

There are two kinds of communication means to transfer information. The first one is preliminary provision of information using following tools.

Table 5 – Communication tools

Internet homepage	www.roadplus.com www.its.go.kr www.utis.go.kr
Mass media	Local broadcasting station, TBN (Transportation Broadcasting Network)
Smartphone service	Expressway Transportation Information App., SMS(1588-2504)

The second one is the provision of real-time information on the road situation using road auxiliary facilities. The accessory facilities are Variable Message Signs(VMS), signboard and so on. Transportation control center provides real-time information about weather and road situation through the tools. Recognizing the real-time information, the road users can drive on the road without any difficulties. Totally 1,054 VMSs on the expressways and 580 VMSs on the national highways are respectively being operated in the Republic of Korea.

On the other hand, Road Weather Information System is an essential tool for both of road users and road managers. Road weather measuring tools contained in the RWIS are road surface sensor, mist sensor, weather sensor etc. Each road management authority installs and operates some sensors to measure real-time weather conditions on their road network. For example, the Korea Expressway Corporation has installed and operated many kinds of sensors such as embedded and exposed ones. Those sensors are road surface sensor to measure pavement surface temperature and moisture, wind vane to check wind direction and velocity, thermometer to measure air temperature, hygrometer to measure humidity, mist sensor to check visibility range and density of the mist, etc.

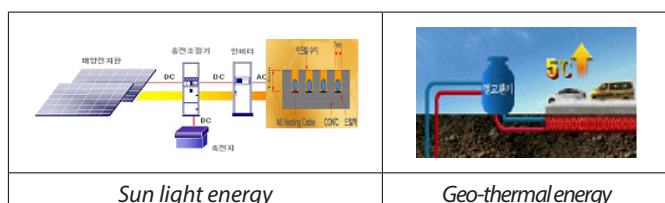
4 On-going research and studies to improve winter management

4.1 New technology

Korea Expressway Corporation had tried to apply electro-thermal snow melting system under asphalt concrete pavement until the end of 1990s. But, too big budget was required to install and operate the system because it consumed excessive quantity of electric energy and the initial investment for installation was too expensive. After that, some researchers have tried to minimize the initial cost and operational cost of the system.

Nowadays, all the people of the world are interested in climate change and global warming. It has already been urgent for all of us to develop eco-friendly energy or new and renewable energy. Many of us are interested in low-carbon green growth and eco-friendly green technology. Based on the Low-Carbon Green Growth Fundamental Law established in January 2010, we should minimize the use of fossil fuel and develop economic renewable energy. The solar energy and geo-thermal energy will meet the need. We are on the way to develop a new snow melting system using geo-thermal energy.

The KEC experimentally installed snow melting systems on the expressway pavement using geo-thermal energy in 2010 and using solar energy in 2011. The geo-thermal energy was more economical and useful between the two. Therefore, the KEC is trying to develop a more useful energy for winter expressway maintenance.



Expressway and Transportation Research Institute of the KEC is on the way to perform a research project to establish standard specifications for eco-friendly snow melting materials. The ETRI has another plan to extract organic acid from food waste and use it as a snow melting material.

4.2 New management and organizational approaches

Each road authority prepares and uses its own winter service manual. According to the manual, the administrators and contractors perform their road management and control the quantities of materials based on temperature change and snow depth.

Especially snow melting chemical materials such as calcium chloride and sodium chloride have a severe effect on road facilities and vehicles. The rapid corrosion and deterioration of the cement concrete structures including pavement is an urgent problem for us to solve as soon as possible. And so, most of road organizations are trying to develop a new eco-friendly anti-icing and deicing materials.

5 References

Eco-friendly Energy Green Snow-removal Plan.

Korea Expressway Corporation, 2011

Annual report on statistics of Land and Marine. Ministry of Land, Transportation and Marine, 2012

Maintenance and rehabilitation manual (Snow removal). Korea Expressway Corporation, 2012

Administrative division and population of District administrative authorities. Ministry of Administration and Safety, 2012

The effects and countermeasures of Chlorides on cement concrete structures.

Expressway and Transportation Research Institute, 2007

Websites:

www.roadplus.com

<http://metsky.kma.go.kr/>(Anti-natural disaster and Meteorological Portal)

research.ex.co.kr(Expressway and Transportation Research Institute)

www.ex.co.kr(Korea Expressway Corporation)

www.mltm.go.kr(Ministry of Land, Transportation and Marine)

www.kma.go.kr(Bureau of Meteorology)



SPAIN



1. Demographics and Roads

Spain is a Southern European country located in the Iberian Peninsula. Its territory extends over 505,954 km², bound in the North by the Bay of Biscay and the Pyrenees (which cover the border between Spain and France), in the East by the Mediterranean and in the West by Portugal and the Atlantic. The Straits of Gibraltar are Spain's southernmost boundary and constitute the point of greatest proximity between the continents of Europe and Africa (14 km). The country's population numbered 46.8 million in 2011, representing a density of 92 inhabitants per square kilometer.



Spain's road network (main roads)

One salient topographic feature of the Spanish Mainland is a great central massif, known as the Castilian Plateau, covering virtually 50% of the country and which stands at considerable elevation. This plateau is not only one of the reasons why Spain features the 2nd highest average altitude above sea level (660 masl) in Europe, but also the reason why country's relief features a significant East/West tilt. The waters of the Spanish Peninsula flow at different volumes into the three seas surrounding the country owing to the fact that the climate and, above all, the orographical features influence the distribution and importance of the hydrographical system, with the Atlantic

receiving the largest inflow. The Plateau is subdivided into two sections by a central mountain range, in the vicinity of which a number of mountain fringes encircle it (except on the western side where the plateau tails gently off towards Portugal).

Administratively, Spain is a parliamentary monarchy, composed of seventeen so-called Autonomous Communities or Regions:

Andalucia	8.3
Aragon	1.3
Asturias	1.0
Balearic Islands	1.1
Canary Islands	2.1
Cantabria	0.6
Castile-La Mancha	2.0
Castile-Leon	2.5
Catalonia	7.2
Valencian Community	5.0
Extremadura	1.1
Galicia	2.7
Madrid	6.4
Murcia	1.5
Navarre	0.6
Basque Country	2.1
La Rioja	0.3
Ceuta	0.077
Melilla	0.078
TOTAL	46.81

Population figures of the 19 Autonomous Communities (in millions of inhabitants. 2011 data)

This political arrangement is similar to an organization of federal states. Spain's regions boast an ample level of self-government involving legislative, budgetary, administrative and executive powers, guaranteed by the Central State to each Region through the corresponding statute of autonomy. Each Autonomous Community is in turn divided into one or more provinces, totaling 52 in all.

In administrative terms, the Spanish road network is organized under three different levels of authority: firstly, the State-run Road Network dependent on the Central Administration's

Ministry for Public Works (Ministerio de Fomento), secondly the Regional-run Road Networks (run by Autonomous Communities); and, finally, the Road Networks run by County and Town Councils.

The State-run Road Network covers the national highways forming long-distance routes linking different regions. Regional Road Networks are regional in scope, as their name implies, while the road networks run by County and Town Councils are entirely local.

The different networks feature the following lengths of road, split into high capacity roads (motorways, dual carriageways...) and normal to low capacity (single carriageways, smaller roads):

Spain: road network (2011)		
State run network	High capacity roads	11.346 km
	Normal to low capacity roads	14.970 km
	TOTAL	25.835 km (15.6%)
Regionally and locally run network	High capacity roads	4.840 km
	Normal to low capacity roads	135.233 km
	TOTAL	140.073 km (84.4%)
Spanish Network	TOTAL	165.907 km

As can be seen above, the state run network is a small fraction of the total network, barely 15%. It does, however, carry a substantial portion of the actual traffic in Spain, especially when one looks at the heavy goods vehicle traffic (HGV):

Spanish network: traffic (2011)		
Total traffic	State run network	121.686.000 vehicles/km (51.8%)
	Regional and locally run roads	113.121.000 vehicles/km (48.2%)
	TOTAL	234.807.000 vehicles/km
HGV traffic	State run network	16.184.240 vehicles/km (62.7%)
	Regional and locally run roads	9630340 vehicles/km (37.3%)
	TOTAL	25.814.580 vehicles/km
Spanish Network	TOTAL	165907 km

2. Climate

Broadly speaking, Spain features 4 main different types of climate:



- Atlantic Climate: Temperatures are mild all year long (average of 10 °C to 20 °C a year), the precipitation is abundant due to the influence of the humid air masses which come from the Atlantic. Galicia and the regions along the northern coasts belong to this zone.

- Continental Climate: Long and cold winters, and a mild summer in the north and warm in the south are characteristic of this climate (temperatures range from 25 °C to -13 °C). Precipitation is scarce and occurs during storms in the summer. The plain and the Ebro depression belong to this climate.

- Mediterranean climate: Temperatures are high in summer and mild in winter. Precipitation is irregular (especially in Almería and Murcia). The Mediterranean zone, Atlantic Andalusian zone, Balears, Ceuta and Melilla are part of this climate zone.

- Mountain climate: Low temperatures with long and very cold winters, and short and warm summers. Precipitation is abundant and increases with altitude. The Pyrenees, Central and Penibético Ranges, some areas of the Cantabrica Range, Iberico Range and Grazalema are included in this zone.)

However, due to the complex geography, influence of different sea and oceans, the reality is substantially more complex, due to drastic variations in temperature and rainfall within those broadly drawn areas.

In fact, if we look at a more precise method of weather type classification, such as the Köppen scale, we can distinguish nine climate zones (see map below):

Firstly, we can distinguish two areas with extreme continental winter climate (the coldest month has an average temperature below -3°C , and the hottest over 10°C): on the one hand we have the Pyrenees mountainous zones, some spots in the Iberico Range and the Cantabrica Range, which barely have a dry season and, on the other hand, we have Penibetico Range (Sierra Nevada) and some small areas in the Central Range which feature dry summers.

4 different zones feature warm, rainy climates (in which the coldest month has an average between 18°C and -3°C and the hottest over 10°C). Of these, an area covering most of Galicia, Asturias, Cantabria, Rioja, the north of Castilla y Leon, the north of Aragon and Cataluña, zones north of Aragon and the lower part of the Pyrenees Mountains in Cataluña and most of the Iberico Range feature no dry season and a warm summer. The area between the northern and southern borders of the Ebro depression, the interior of Girona and a zone to the south of the Iberico Range has no dry season either, but features hot summers. Some areas in Galicia, most of Castilla y Leon and the Central Range, the southern border of the Central Range, the rest of the mountainous zones of the Penibetico Range and some regions of Cataluña are dry and with warm summers (outside of the mainland, the islands of Palma, Gomera, Hierro, most of the island of Tenerife, and the middle zone of Gran Canaria also fall in this category). Lastly, southwest area of Castilla y Leon, Extremadura, most of Andalucía and Castilla la Mancha, Levante, the coastal and lower mountainous area of Cataluña, the island of Menorca and most of Ibiza and Mallorca have a dry and hot summers.

islands of Mallorca and Ibiza. Areas in Almeria, Murcia, the interior of Gran Canaria, Fuerteventura and Lanzarote feature dry and hot climate (annual temperature average over 18°C). And finally, areas in Almeria, Murcia, and most of Fuerteventura and Lanzarote have a desert climate (evaporation greater than precipitation and a dry winter season).

Note: Other climate classifications exist that use a classification similar to the one used by the French, but they are not the official classification of the Climatological Atlas. The material distributed by the Education Ministry can be consulted, but that it isn't the system used by the AEMET.

WINTER WEATHER

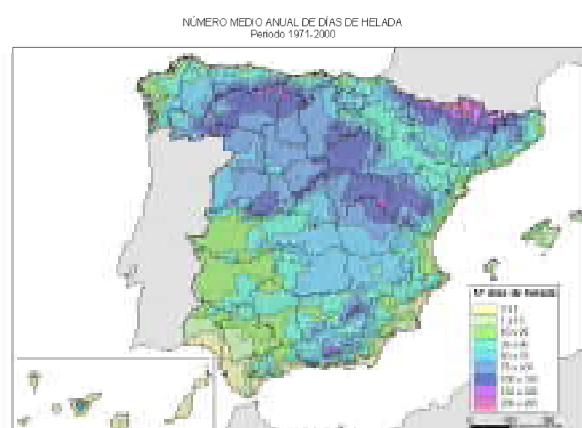
Winter weather can be harsh in Spain, with many areas displaying abundant days with sub-zero temperatures and snowy days. As can be seen in the map below, some areas in Spain average 40 to 50 days of snowfall in the reference period (1971 to 2000): areas of the Pyrenees, Cantabrica Range, Central Range, Iberico Range and Sierra Nevada Range. Around these zones extensive areas exist which feature an average of 20 to 40 days of snow per year. Areas of note in this zone would be the cities and surrounding areas of Soria, Burgos and Ávila and some of the major highways.

With respect to the number of days which have below-freezing temperatures, the highest elevated zones of the Peninsula feature around 150 to 250 per year in the reference period (1971-2000). We can include Soria, Burgos, Avila, Teruel, Valladolid and Salamanca in the areas which have between 75 to 150 days of freezing temperatures. The areas of Leon, Segovia, Cuenca and Albacete and some major highways feature between 50 and 75 days of freezing temperatures. All in all, the three areas described above cover much of the surface of the peninsula, and a substantial part of the principal highway network has sections within all the areas previously noted.



Number of days with temperature 0°C

Climatic areas defined as dry and warm (higher evaporation than precipitation and average yearly temperature below 18°C) are found along the Ebro river depression, Castile La Mancha, most of the southeast peninsula and the southern parts of the



Number of days with snowfall

3. Winter Road Management

3.1. Standards and rules

The Directorate General for Roads which belong to Spain's Ministry for Public Works (Ministerio de Fomento) has powers extending to the technical and operational management of the infrastructure for the State-run Road Network. This service is headed by the Subdirectorate General for Operation and Maintenance.

The strategies for executing the winter maintenance work commissioned to the Maintenance Services are stated in documents known as Operating Plans. These plans are drawn up for each individual maintenance section and cover any scenario that is likely to occur, as well as the means required to tackle each one of them. The primary and desirable objective of these contingency plans is to limit the amount of traffic disruptions to, at a maximum, those assigned to the sector according to its assigned Standard of Service.

Three Standards of Service exist on the State-run Road Network, taking into account two parameters - the maximum number of traffic disruptions permitted to occur per year and their maximum duration.

Standard of Service 1 (SS1):

- all toll-free motorways and expressways;
- conventional roads with an ADT of 5,000 vehicles and over, with the exception of mountain passes possessing alternative routes by motorway or expressways, assigned SL2;
- access routes to major skiing resorts;
- all provincial capitals and towns with a population of over 20,000 through which one of the State-run Network roads runs must be connected to the main-road network (assigned Service Level 1) by at least one SL1 road;
- both for this service level and the next, SL2, an attempt will be made to provide the same service level on all road sections along the same route so that the level of service does not vary from origin to destination.

At this service level, blocking the road or cutting off circulation to all vehicles due to the existence of snow or ice on the road is not permitted. For this purpose, the actions to be taken will be cutting off circulation to heavy vehicles and restricting the passage to light vehicles with snow chains, when necessary, minimizing restriction time.

The maximum length of time for cutting off heavy weight vehicle traffic or restricting the circulation of light weight vehicles with snow chains will be for the duration of the snowfall plus 2 hours.

Clearing road margins must be done no later than 6 hours after the end of the snowfall.

Standard of Service 2 (SS2):

- conventional roads with an ADT ranking from 1,000 to 5,000 vehicles;
- all access routes to provincial capitals and towns with a population of over 20,000 are assigned at least SL2;
- all towns with a population of over 4,000 through which a State-run Network road runs must be connected to the main-road network (assigned Service Level 1) or to the secondary network (assigned Service Level 2) by at least one SL2 road.

For this service level, blocking the road and/or cutting off traffic to all vehicles will be admitted a maximum of 1 time annually. For this purpose, cutting off traffic circulation to heavy weight vehicles and restricting circulation to light weight ones with snow chains will be applied when needed, minimizing restriction time.

The maximum period of time for cutting off traffic to heavy weight vehicles or restricting it to light ones with snow chains, will be for the duration of the snowfall plus 4 hours.

Cleaning of roads margins must be done no later than a day after the end of the snowfall.

Standard of Service 3 (SS3):

- The remaining conventional roads, except for mountain passes bridging two provinces or comprising the only link between towns with a population of over 2,000 (which must be assigned at least SL2).

At this service level, disturbances caused by snow are allowed when, due to the intensity of the snowfall, it is necessary to take actions to assist the needs of the roads with a higher service level.

In no case will the presence of ice on the road that causes traffic disturbances be admitted on the State Road Network.

The quality of service is based on the degree of compliance with the Operational Plan. Considering the service conditions established in the conservation contract, the performance of the contract is faulty when the established service levels are not reached in the different roads object of the contract.

Nor have any fixed rules been set in respect of the characteristics of the materials or equipment used as these characteristics are defined in each individual Operating Plan and are adapted to the particular features of each road section.

In general, for the execution of the works assigned to the maintenance of the winter road network, frontal shove snowplows, and in some cases, also side ones, with solid deicer, solid-humid or brine spreads are used. In some mountain areas dynamic snowplows are used. The most commonly used emulsifiers are sodium chloride (salt) and in some cases, mixed with calcium chloride. Nowadays, the most used treatments are brine deicers.

3.2. Organization and operation of winter maintenance

Winter maintenance on Spanish roads is the responsibility of the Road Maintenance Services belonging to the relevant road authority.

In approximately 40% of the Spanish road network, continued interventions are needed for the maintenance of the road network during the winter.

Public-Private partnership

Virtually all of the authorities responsible for roads outsource part of their maintenance tasks to private firms which carry out the maintenance work on the majority of the infrastructural elements involved, generally including winter maintenance tasks.

The road network of the state is currently divided into 160 maintenance sectors. The maintenance of these sectors is contracted with private companies, who tender publicly according to a Technical Specifications Document designed by the Ministry. The document specifies necessary human and material resources to carry out the maintenance contract and amongst which all the operations related to the winter road network are found.

On the State-run Road Network, management of the resources used to carry out the tasks required to maintain winter serviceability is defined in the so-called Operating Plans covering the procedures for action and the work system for all tasks related to each section's winter maintenance. The Plans are drawn up to comply with the instructions laid down in a Service Note issued by the Spanish Directorate General for Roads.

The Private Companies, in order to comply with the Operating Plans, are in charge of the turnouts and they also play a role in the intervention decision process.

In some toll roads, in fact management is fully in the hands of private companies that have been granted concessions or franchises.

These Operating Plans are approved by the management team in charge of each contract, and are revised annually, tailored to the new needs that may have arisen and ready for implementation in the following winter season.

A significant part of this annual revision relates to the inclusion of the experiences deemed important for improving the service, such as the application of new technologies or specific improvements to the work techniques employed.

The Operating Plans for each section must at least cover the following information:

- Personnel and machines assigned to the section (snow-clearing trucks, self-propelled snowplows and de-icer spreaders, etc.);
- De-icing agents (brine production plants, barns, silos and other storage facilities existing in the particular section and its vicinity, etc.);
- Policy and procedures for data transmission (communication systems between bases and vehicles, plus weather forecast and other types of data transmission);
- Organization of preventive tasks (established itineraries, schedules and inspections, etc.);
- Organization of corrective tasks (equipment location, itineraries, alternative routes, particular trouble spots and areas for parking vehicles, etc.).

Cooperation with Directorate for Traffic and for Civil Protection

Parts of the Operating Plans deal with coordination with other government agencies involved or affected by winter maintenance, namely the Directorate General for Traffic and the Directorate General for Civil Protection, both dependent on the Spanish Ministry of the Interior.

The Directorate General for Traffic plays an extremely important role in winter maintenance as its powers include traffic regulation on roads and motorist enforcement of the current regulations on vehicle circulation. Whenever roads are affected by snow and ice, this agency is responsible for enforcing the traffic restrictions imposed, such as the mandatory use of tyre chains or the mandatory stopping of a particular class of vehicles (eg. HGVs in heavy snow).

The decision to impose traffic restrictions (cut off traffic or use of snow chains) belongs to both the General Roads Directorate and the Department of Transportation. In case of traffic blocks, attention to affected users corresponds to Civil Protection Services.

To organize coordination between the different Government strata responsible for tasks deriving from the presence of snow on the roads, Provincial Protocols (based and adapted from National Protocols) are drafted. In them, the approach to be taken regarding the "Coordination of the General State Administration, in case of snowfalls and after extreme weather conditions that can affect the States National Roads network" is defined for each situation.

Road weather information

Information on weather forecasting is supplied by the Meteorology State Agency (AEMET) through the issuance of bulletins and a daily adverse weather prediction when snowfalls that exceed determined thresholds are expected.

The Directorate General for Traffic is installing an extensive weather station network in order to know the weather conditions on the roads. This weather information is transferred to motorists through variable message panels and is also available on the Internet.

3.3 Traffic safety and information

The Government Delegation or Sub-delegation in each province is responsible for providing information to motorists and the media in the event of snowy conditions.

Supplying Information to Motorists

The Directorate General for Traffic, dependent on the Ministry of the Interior, is responsible for keeping motorists and road users informed of road conditions.

At the present time motorists have different sources available for accessing information on the condition of roads:

Firstly, general information is broadcast on the different radio and TV stations operating and also published in the written press. secondly, real-time data specific to a particular road is put out by the Traffic Management Centers on variable message panels located on the actual roads. And finally, information can be provided verbally on the spot by officers of the Spanish Traffic Police Force (Guardia Civil de Tráfico) who, as well as regulating the movement of vehicles, set up controls to enforce the use of tyre chains in the event of bad weather conditions. In addition, the Department of Transportation has established 4 levels that determine which is the degree of difficulty that a driver can find traveling on a particular stretch of road that is being affected by snow or ice.

- Green: Snow begins to flow. This color identifies a road stretch where it has started to snow and traffic is not affected. Speed recommendations are set (100 km/h on motorways and expressways and 80 km/h on other roads). The trucks must move in the right lane and cannot overtake other vehicles.
- Yellow: Some snow on the road. The road starts to cover with snow. Trucks are not permitted to circulate, and light weight vehicles and buses cannot exceed 60 km/h.
- Red: Road covered with snow. Circulation is only possible using snow chains and must not exceed 30 km/h. Circulation of trucks and buses is forbidden.
- Black: thick snow or ice on road. The road is impassable to all types of vehicles and there is a high risk of being immobilized for an indefinite period.

Systems for Enhancing Driving Safety

The improvement of driving safety on Spanish roads is built on two main pillars, managed by two different administrations. The first cornerstone is the maintenance and conservation of infrastructure, managed, by the Ministerio de Fomento (Ministry of Public Works). The second is the Traffic Management Authority, dependent on the Home Office, which supplies motorists with information on the state of roads affected by bad weather.

The information supplied is based on a obtaining and recording the parameters relating to meteorological conditions and the condition of the roads, modeling them and subsequently issuing the relevant information via the means quoted in the previous section.

Use of Sensors and Variable Message Panels

Knowledge of the state of a road affected by bad weather conditions is one of the activities under security via the agents commissioned to carry out maintenance and conservation tasks and members of the Traffic Police.



As from the year 2000, the first year weather parameter recording sensors (SEVAC) were installed on roads, their use has made it possible to know about, register, assess and model the capacity of the different weather parameters recorded, meaning that the actions carried out and their duration and purpose can be rated and confirmed.

In addition, information on the capacity, location and condition of the roads is publicized in the form of messages on the variable message panels. Almost 600 km of highways and expressways on the general road network plus a further few special kilometers on the regional network are covered by variable message panels.

Motorist Information Technologies

All types of technology are employed, whether based on audiovisual means, Internet or personalized receipt of facts via telephone calls and SMS text messaging. Ad-hoc information points are also available for particular spots on exceptional sections or routes.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

4.1 New technologies

As from the year 2000, all the machinery involved in winter maintenance work on the State-run Road Network has gradually been fitted with GPS locating systems which, connected to the control centers by mobile telephone, are used as an aid to fleet management for the snow-clearing machines. In addition to supplying real-time positioning of every vehicle, the system installed comprises several on board sensorsrelaying information on de-icer spreading and snow-clearing blade status in order to provide precise knowledge of the type of work each machine is performing. The data supplied by the GPS and the different sensors on board the vehicles are stored in a data base thus providing the possibility of creating a large range of reports on the tasks actually being carried out.. This system has proved to be extremely useful as it enables the actual porr weather episodes experienced to be studied and conclusions drawn with a view to improving the service provided.

In relation to the infrastructure, Fixed Automated Spray Technology (F.A.S.T.) has been installed as a system for preventing the formation of ice on some roads. The use of these systems has important advantages for those singular points (such as elevated structures) that are affected by extreme temperatures or humidity and require special attention. Today its major drawback is the high cost of deployment and maintenance.

4.2 New management systems

Winter maintenance management is reviewed after each season in order to correct any defects found in the preceding campaign and to propose improvements designed to provide a better service to motorists and road users during forthcoming winter seasons. In recent seasons, it has been proven that the effectiveness to avoid or reduce the number of stretches with traffic restrictions or delays and the length of these, is to block truck circulation in stretches that have difficulties due to heavy snowfall. These restrictions are carried out trying to stop trucks in the less time possible, intensifying the work of snowplows and obtaining better output during the clearing of the snow. Nowadays, the State Road Network is implementing a Plan for the construction of emergency car parks for heavy weight vehicles which considers the construction of 56 car parks where it will be possible to store these vehicles in case of road problems both during the winter season as well as during the rest of the year.

4.3 Trans-national cooperation

Spain participates in the SRTI Project which provides motorist information services, cooperation for cross-frontier traffic management and equipment for data exchange and traffic management, etc. in order to enhance safety and comfort and convenience on the roads linking Germany, France, Spain, Italy, Switzerland and Andorra.

5 References

Data relating the climate has been provided by the Meteorology State Agency (AEMET) of the Ministry of Environmental and Rural and Marine Affairs.



SWEDEN



1. Demographics and Roads

Area	Total	410,929 km ² Mainly forest Fields 8%, Lakes and rivers 9%, Cities 3%
Population	Total	9.3 million
Road - Length - Vehicle km	Total trafficable by car	420,000 km
	Open to the public	210,000 km
	State Roads Including Motorways	98,400 km, 50 billion vehicle km 1,800 km
	State Cycleways	2,200 km (uncertain)
	Municipal Roads	40,000 km, 25 billion vehicle km
	Municipal Cycleways	11,000 km (uncertain)
Number vehicles of	Private cars	4.3 million
	All road vehicles	4.8 million
Latitude (capital)	59° 20' North	Sweden covers almost 55–70° N

In southern Sweden the winter period is about four months and in northern Sweden about seven months.

In climate change scenarios the temperature could increase as much as 5 °C during winter, in the north coastal areas the increase could be one or some degrees more and in the south coastal areas one or some degrees less.



Sweden divided in four climatic zones

2. Climate

All statistical data is calculated from a 30 year period at the Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI). The years 1990-2005 have all been warmer than in the table. Through the countries elongated form in the direction north-south differs the temperature considerably in the southern compared to the northern parts.

The Gulf Stream makes it much warmer than in other parts of the world on the same latitudes (between 55° and 70° North).

	Snowfall in cm during 1961–1990		
	Daily maximum snowfall	Maximum snow depth	Cumulative depth of snowfall
Kiruna	26	132	243
Luleå	30	111	233
Östersund	31	100	251
Stockholm	27	60	153
Göteborg	28	52	131
Jönköping	27	102	225
Malmö	26	38	113

Daily minimum temperature (°C). Average 1961-1990

Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mars	April
-4.6	-12.2	-13.7	-18.8	-17.6	-13.9	-8.0
-0.6	-8.0	-14.3	-17.0	-16.0	-11.2	-4.0
1.2	-4.9	-9.6	-12.8	-11.6	-7.7	-2.7
5.3	0.7	-3.2	-5.0	-5.3	-2.7	1.1
6.5	2.1	-1.4	-3.2	-3.5	-1.0	2.4
3.1	-1.2	-5.1	-6.6	-7.3	-4.6	-1.1
6.7	2.8	-0.8	-2.5	-2.5	-0.5	2.4



3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

Legal obligation

According to the Swedish constitution the Swedish Transport Administration (STA) is responsible for the road transports system and must work for attaining the objectives of the transport policy. The STA must especially work for securing that the road transport system is available, accessible and effective and that it contributes to the regional balance. The STA must also work for adapting and designing the road transport system according to high demands on environment and traffic safety. In one paragraph of the "Road Statute" it is stated that road operation includes the removal of snow and ice and taking actions against slipperiness to such a degree that the road is kept accessible to existing traffic, both vehicles and pedestrians.

Classification of roads according to level of winter serviceability

The winter maintenance on the state roads in Sweden is carried out according to the "General technical description of road operation service levels during winter. Winter 2003" (VV Publ 2002:147 and 148).

Definitions

Roadside facility

A roadside facility refers to an auxiliary surface where a vehicle can be parked outside the roadway.

Friction

The friction coefficient shall be determined in accordance with the SNRA Methods Specifications 110:2000, Friction Measurement on Winter Road Surfaces. (Retardation measurements with Coralba or similar).

Unevenness

The unevenness on thick ice or compacted snow roads shall be measured using a 60 cm long straightedge. This applies both in the longitudinal and transversal direction of the road as well as at an adjoining state road. The straightedge shall rest on two ridge points or between a ridge and the road surface, whereupon the measurement is taken at a right angle to the straightedge.

Snow depth

The snow depth shall be calculated as an average value on an area that is 1.0 x 1.0 meters. Every cm of slush is calculated as 2 cm of loose snow.

Materials De-icing/Anti-icing

NaCl (rock or sea salt) is the only salt used for de-icing/anti-icing. The NaCl should be 97% pure and must not contain more than 100 g of Potassium or Sodium Ferro Cyanide per tonne NaCl. A gradation curve is specified and the maximum allowed grain size up to 4 mm.

The material normally used for mechanical de-icing is sand, 0-8 mm, mixed with about 2 percent by weight salt. On roads with speed limit above 70 km/h the maximum allowed grain size is 4 mm. The salt is added primarily to facilitate the storage of sand in cold weather and partly to improve its adhesion and durability.

Crushed stone aggregate, usually of 2-5 mm fraction, has been used for several years mostly in urban areas. Crushed stone aggregate, 2 – 4 mm, is used for pedestrian and cycle paths. No addition of salt is needed.



Standard classes

The choice of standard classes for a certain road network is done according to the following recommendations given in the technical description:

Traffic flow, AADT	Winter standard class
≥ 16,000	1
8,000 – 15,999	2
2,000 – 7,999	3
500 – 1,999	4
< 500	5

Standard classes 1–3

Cross-sectional elements	Requirements during precipitation/Action time after precipitation				
	Trigger value		Action time in hours		
	Snowfall	Rain			
	Loose Snow depth (cm)	Friction (m)	Standard class		
			1	2	3
Traffic lane	1	0.30	2	3	4
Side shoulder	1	0.25	4	6	8
Roadside facility	1	0.25	4	6	8

Cross-sectional elements	Dry weather requirements when action time after precipitation has expired			
	Road surface temperature			Evenness (cm)
	Warmer than -6 °C friction coefficient	-6 °C to -12 °C friction coefficient	colder than -12 °C friction coefficient	
Traffic lane	Snow and ice-free	0.35	0.25	1.5
Side shoulder	0.25	0.25	0.25	1.5
Roadside facility	0.25	0.25	0.25	1.5

Standard classes 4–5

Cross-sectional element	Dry weather requirements when action time after precipitation has expired							
	Trigger value				Action Time			
	Loose Snow depth (cm)		Friction coeff. (m)	Eveness (cm)	Snow depth/friction hours		Evenness hours	
	4	5			4	5	4	5
Traffic lane	2	3	0.25	1.5	5	6	48	72
Roadside facility	2	3	0.25	1.5	8	8	48	72

Cross-sectional element	Requirements during precipitation/Action time after precipitation				
	Threshold value			Action time in hours	
	Snowfall		Rain		
	Loose Snow depth (cm)		Friction coeff. (m)		
	Standard class			Standard class	
	4	5		4	5
Traffic lane	2	3	0.25	5	6
Roadside facility	2	4	0.25	8	8

"High" and "Normal" standard class for pedestrian and cycle paths and prioritized bus stops

Dry weather requirements when action time after precipitation has expired					
Trigger value		Action time/friction hours		Action time/evenness hours	
Friction	Evenness	Standard class		Standard class	
Friction coeff. (m)	(cm)	High/P	Normal	High/P	Normal
0.30	1	1	2	2	4

Cross-sectional element	Requirements during precipitation/Action time after precipitation				
	Trigger value		Action time in hours		
	Snowfall	Rain			
	Loose Snow depth (cm)	Friction coeff. (m)	Standard class		
			High/P	Normal	
Traffic lane	2	0.30	2	4	

A new strategy for reduced use of salt in winter road maintenance since 2004

Environmentally Adapted Winter Road Management shall ensure that the Swedish Transport Administration (STA) maintains high accessibility to the road network and traffic safety while minimizing the use of salt in winter road maintenance in a way that meets the demands of citizens and the business community. The strategy shall be compatible with prevailing environmental standards and STA's ambition to be an environmentally aware, efficient road manager that puts the customer first.

STA has worked actively for the last 20 years to limit the use of road salt in winter road maintenance. An investigative committee called "MINSALT" formed in the early 1990s a recommendation that:

- Roads with less than 2000 AADT should not be treated with salt, except during autumn and spring.
- Increased use of brine, especially for preventive actions.
- Improved weather forecasts.
- Improved equipment for snow removal and ice control.

Even if not all findings have been fully applied in all parts of the country the total salt consumption in Sweden may be considered low from an international perspective, but there is still reason to believe it can be further reduced. Examples of other actions taken over the years include physical protection of especially vulnerable water sources.

Objectives

Salt Consumption

The objective is to maintain high accessibility to the road network and traffic safety while minimizing the use of salt. A

salt index shall be used to measure accomplishment of the objective. During the 2006/2007 winter season and subsequent years, no operational area shall have an index greater than 1.0 (see 3.3).

Water

The objective is to reduce and eventually eliminate palpable negative impact from road salt on large water sources that supply more than 50 people.

3.2 Organization and operation of winter maintenance

Organization

In 1991, the Swedish Government passed a decision that the design and construction of new roads, as well as all road operation and maintenance works within the state road transportation network, were to be contracted through competitive bidding. This entailed major changes at the STA. From having been a traditional central government agency, exercising the role of public authority while simultaneously carrying out construction and maintenance works in-house, the STA was to be divided into a client / contractor organization. In addition, it was stipulated that the contracting arm of the organization was to function like a private contractor, i.e., that it was to be subject to competitive terms on the open market and furthermore required to show a profit for its owner.

Requirements

Co-ordination

The contractor shall plan and co-ordinate his undertakings with those performed in the adjoining areas to ensure continuity in road surface conditions. Contact shall be made with contractors in adjacent areas to co-ordinate snow clearance and skid control measures.

Level of service

The requirements must always be fulfilled, except when weather conditions are so severe that it becomes impossible to meet the action time limits. The client (STA) shall be notified when such severe weather conditions prevail.

Operative actions

Sweeping and sand collection shall be carried out so that neither road users nor the surroundings are subjected to dust.

Forms of payment

Form of payment used at present is unit-price payment based on weather data statistics. In order to reduce salt consumption there is a bonus and fine system.

Finance

Twenty-five percent of the STA appropriation for road maintenance and operations, a total of almost SEK 1.8 billion (US\$ 220 million), is spent on snow plowing, skid control and other winter road maintenance works. Of this sum, approximately 50% are fixed costs, i.e., for stand-by, truck stations, storage facilities, etc.

There are 132 maintenance contract areas, covering the state roads, in Sweden. The maintenance contract areas comprise between 600 and 1,000 kilometers of road, centerline. This size has proven sufficient to be financially viable for contractors. In total here is 2,600 plow trucks contracted, which gives an average of 37.7 km per plow truck. In addition there are graders and agricultural (farming) tractors used. Agricultural tractors are used mainly in pedestrian and cycle paths.

Competitive situation

In 1992, the first competitive procurements of basic routine maintenance occurred. Since that year, the competitive procurement of maintenance and operation works has steadily increased and since 1999, 100% of the road network is under competitive bidding. There are basically four contractors that compete for road contracts in Sweden. In beginning of 2009, the division of contractors by km is; Svevia (state owned) 58%, Skanska 10%, NCC 15% and PEAB 14% and others 3%. In the most northerly and southerly parts of Sweden, a couple of smaller contractors have managed to enter the market, having been awarded four areas all in all.

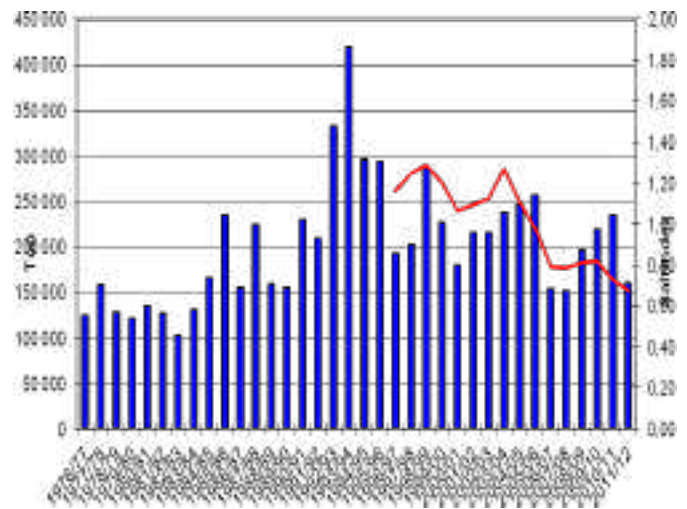
3.3 Assessment of the snow and ice control measures

Winter Indexes

During recent years an experimental work has begun calculating a number of winter indices starting from weather situations. Mean values are calculated for each month and for each county. Representative RWIS stations and MESAN scaled weather data are chosen for each contract and values for STA region are given.

The weather index describes the number of occasions with slipperiness, snow and snowdrift, respectively.

The salt index describes the actual salt consumption (kg/km) compared to the recommended use of salt (kg/km) for each type of weather situation. A value > 1 means more salt than recommended, and a value < 1 means less salt than recommended.



Training and education

All foremen, i.e., those who take the decisions about winter maintenance actions, must have a certain education and training given by the STA Road Sector Training and Development Center.

Weather Information provision

RWIS Field stations

Sweden has nearly 800 field stations all over the country connected to the RWIS. The stations are equipped with sensors for measuring air and road surface temperature, humidity, amount and type of precipitation, and wind. Dew point temperature is also calculated and delivered for every station. Some stations are also equipped with cameras.

Meteorological information

During the winter season (1st October – 30th April) the Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) delivers radar and satellite information 24 hours a day to the RWIS. Every half-hour, images from the Nordic radar network in different scales are distributed to the RWIS systems central computer.

From the geostationary Meteosat satellite and the orbiting satellite NOAA weather coded images are sent at least every hour to the RWIS system.

Weather maps with comments are updated twice a day, at 01:00 and 13:00 hours. All day and night special cloudiness forecasts are produced for a combined statistical and energy model that every hour predicts the road surface temperature for the next two hours.

Internet

The information from the field stations and from SMHI are collected and compiled at an information center at the head quarters of STA and can then be obtained via the Internet. (See example from www.trafikverket.se)

Measurements of Efficiency

Internal

Both the STA and the municipalities follow up the consumption of salt and abrasives.

External

The road user's satisfaction with winter maintenance is surveyed by the STA every year. The road users are divided into two categories: private and professional drivers.

Road condition

In the most southern region of Sweden the biggest roads have ice and snow condition about 5% of the wintertime (4 months) and the smallest roads 40%. Up in the northern region the corresponding figures are 20% and 70-80% when the winter is 7 month long.

Environmental impact

The main part of the de-icing salt used on the roads will leave the road as run-off or be deposited within some tens of meters but still some amount may be transported further away from the road. The deposition pattern depends on: amount of salt used, intensity, type and speed of traffic, type and amount of precipitation, direction and speed of wind.

The sodium ion participates in ion exchange reactions and is to some extent retarded in soil and groundwater, whereas the chloride ion is conservative and highly soluble. Since the chloride ion is not subjected to retardation or degradation it is a good tracer. If chloride from de-icing salt can be found in a well or in surface water, there is a substantial risk that other pollutants may also be present. Increased chloride concentrations have been observed in both municipal water supplies and in private wells close to roads. Furthermore, the chloride concentration has been observed to increase in lakes in Sweden with concentration peaks during spring. The roadside exposure to de-icing salt may change the species composition of vegetation and also influence the growth conditions and aesthetically appearance of trees.

Other pollutants from the road and traffic related especially to winter-traffic are metals from corrosion of vehicles, wear of road surfaces and tires. The fear about wear-particles has increased the last decade.

3.4 Traffic safety and information

Information to road users

All operation centers have to report at least 3 times a day to the TIC (Traffic Information Center) and also every time there is a change in road condition (e.g., after a turnout). The information is then distributed from the TIC in different ways:

- Radio: Local radio stations get information from the TIC
- Newspapers
- Internet: A map showing the present road conditions can be found at the home page of STA (see example from www.trafikverket.se)
- RDS-TMC for real time road condition data for in-car navigators etc.
- Road users can also app's to get information.

In some places there are traffic signs showing road surface temperature and air temperature.

Traffic safety

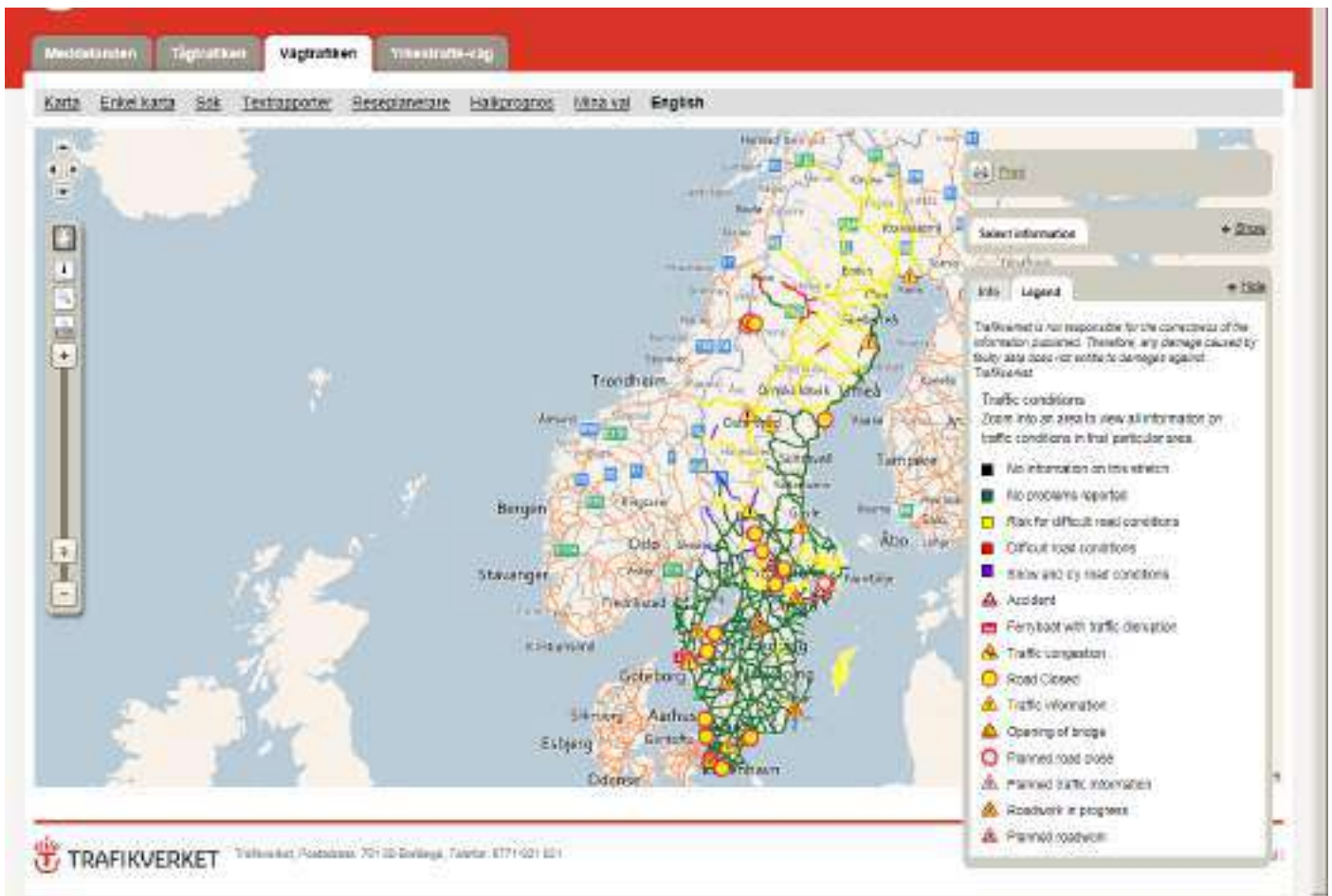
Speed and speed adaptation play important roles in terms of the accidents that will occur with a particular road condition or friction. To stop a private car in more or less the same distance as on a bare road, the car needs to be travelling at half the speed on roads covered with ice or snow. The adaptation of Swedish drivers to ice and snow conditions is, however, significantly less. With a combination of poor road condition and poor visibility (falling snow) speed reductions are about 25%, but when only ice or snow, speed reduction is often between 10% and 20%. People driving under various road conditions where friction is varied for the various road conditions have shown that it is the appearance of the road and not the road grip which determines the speed that is maintained. This has been observed both in a simulator and on the road. Driving simulator tests have been conducted to determine how best to inform drivers and get the best speed adaption to the friction. Recommended speed display leads to lowest speed and largest headways.

The risk of accidents is estimated as the number of accidents reported by the police per million vehicle kilometers and is known as the accident rate. Accident rates can be calculated either as an absolute value or as a risk relative to a dry bare road in winter. In general, an icy or snowy road condition has about 3-30 times higher accident rate for vehicular traffic than for a dry bare surface. The black ice road condition is the most dangerous. Accident rate can also be calculated as a function of the frequency of occurrence of a given road condition during the winter season.

SWEDEN

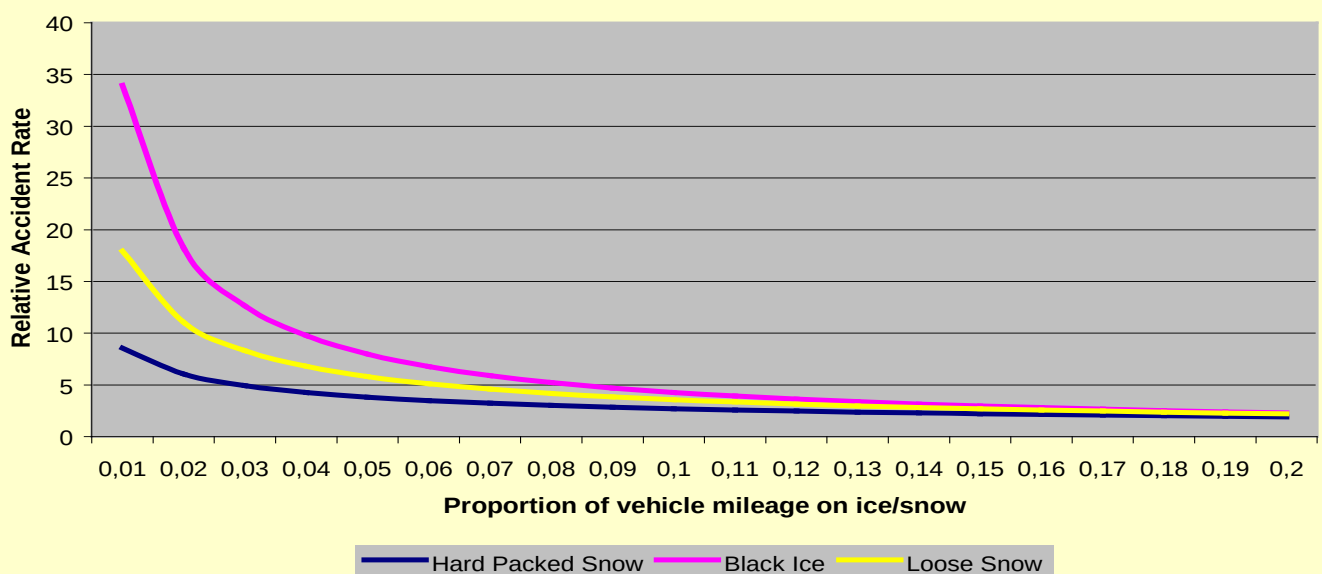


INDEX



Example from www.trafikverket.se on actual road condition

Accident Rate Relative to Dry, Bare Road, whole of Sweden



Accident rate versus a dry, bare surface for various proportion of vehicle mileage on ice/snow during one winter

Accident rates for various icy and snowy road conditions have an exponential relationship with the proportion of total vehicle mileage during the winter season carried out on the current road condition (see figure on previous page).

To study the effect of winter road condition frequency more closely, the winter period is divided into short pre-winter and post-winter periods, with a long midwinter in between. The accident rate during pre-winter is not higher than during post-winter. This indicates that it is not the first skid phenomenon during a winter period that causes many accidents, but unusual with an icy or snowy road condition that surprise drivers.

Vehicle Equipment

Since 1999 passenger cars, light trucks and buses with a total weight up to 3.5 tonnes shall have winter tires or equal equipment during the period December 1 – March 31 when winter road conditions (slippery) appear. It is allowed to use studded tires October 1 – April 30.

A follow-up study showed that this requirement led to an 11% – 14% drop in accidents involving seriously injured and fatalities in icy and snowy road conditions. The interval depends on whether it is assumed that the requirement also has an effect on bare surfaces. Over all road conditions during the whole winter period, the reduction was 8%. These reductions are not statistically significant at the 5% risk level.

ABS (anti-lock braking system) and ESC (Electronic Stability Control) systems proportion the acceleration and/or the braking force in such a way that the tire is not blocked and the tangential grip is always used completely to its limit. The accident reduction in Sweden of ESC is for serious and fatal loss-of-control type crashes on roads covered with ice or snow the effectiveness was $49.2 \pm 30.2\%$. It was estimated that for Sweden, with a total of 500 vehicle related deaths annually, that 80–100 fatalities could be saved annually if all cars had ESC.

Pedestrians

The risk of injury is higher to pedestrians than to car drivers when slippery road conditions. When ice/snow is on footways the injury risk is about 8 times higher than when the foot way has bare conditions.

Road furniture

In Sweden it has been quite common with roads with a width of 13 m. When they were built it was with 2 lanes 3.5 m in width and broad shoulders. Those roads had a quite high accident risk and some of them were changed to 2 lanes 5 m in width. But much better results come from the new standard with a guardrail on the road. Often it is 1 lane in one direction and 2 in the other (non-meeting roads with cables). The number of lanes in one direction changes at intersections. This standard resulted in a significant decrease in severe accidents. The fatalities have been reduced to 9 instead of estimated 60 with no cables and severe injuries have had a 50% decrease.

4 On-going Research and Studies to Improve Winter Management

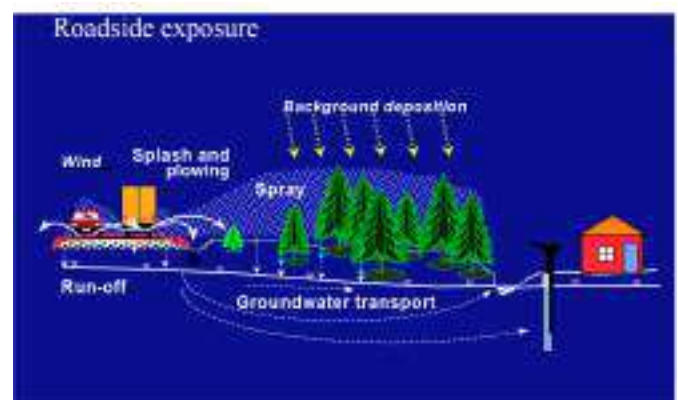
A project has the aim to create a Winter Model (Winter Maintenance Management System = WMMS). It began in year 2001 and the first version of the model will be used by the STA in 2009. The model incorporates effects of various road conditions on road-users, road maintenance administrators, and society in general. Socio-economic calculations are carried out, and the best possible level of winter road maintenance is proposed.

Road condition is critical in terms of the effects obtained. The road condition model therefore plays a vital role in the Winter Model. What is the impact of weather, traffic, and the various actions on road condition? What effects and costs are involved in various road conditions? There are three steps to creating a road condition model:

Theoretical description starting from physical processes.

- Empirical studies where weather, traffic and actions are related to observations and measurements in the field.
- Model development where the various factors are brought together into a general model.

Environmental effect



Effects of exposure to road salt appear first on roadside vegetation and in groundwater.

The environmental part of the Winter Model describes, via a number of sub-systems, the relationship between:

- action and exposure
- exposure and environmental condition
- environmental condition and consequences
- consequences and environmental costs.

Other important sub models will give information on accident, travel time and vehicle costs for different winter maintenance and also the costs for the road administration.

5. References

- Carl Magnus Berglund. Tema Vintermodell. Nyttä och kostnader för vinterväghållning. VTI notat 55-2005. Summary in English.
- Bergström, A. Tema Vintermodell. Olycksrisker under för-, hög och servinter. VTI notat 19-2003.
- Carlsson, A & Brüde, U: Utvärdering av mötesfri väg: halvårsrapport 2003:1 VTI notat 36-2004
- Friction Measurement on Winter Road Surface. SNRA Methods Specifications 110:2000
- Ihs, A. Winter maintenance in Sweden. Compiled for COST 344. VTI särtryck 351, 2002.
- Kircher, Katja. INTRO - Intelligent roads. Deliverable D2.3: Simulator study. Final report. VTI, EU-project report, 2007
- Lie, A et al The Effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) in Reducing Real Life Crashes and Injuries. Traffic Injury Prevention, 7:38–43, 2006
- Möller, S & Wretling, P. Estimate of the distribution of road surface conditions during the 1993/94 to 1996/97 winters. VTI meddelande 848, 1998. Summary in English.
- Möller, Staffan. Tema Vintermodell. Vägslagsmodellen. VTI rapport 529, 2006. Summary in English.
- National Environmental Programme 2002-2005. SNRA Publ nr 2001:57
- Niska, Anna. Tema Vintermodell. Olycksrisker och konsekvenser för olika olyckstyper på is- och snöväg. VTI rapport 556, 2006. Summary in English.
- TRB. 7th International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology. Transportation Research Board/Circular E-C126. June 16-19, 2008. Indianapolis, USA.
- Page 159: Blomqvist, Göran & Gustafsson, Mats. Winter Model: Roadside Salt Exposure Under Different Weather Conditions.
- Page 512: Möller, Staffan. Winter Model: Road Condition Submodel.
- Wallman, Carl-Gustaf. Driver behaviour on winter roads: A driving simulator study. VTI rapport 419A, 1997.
- Wallman, Carl-Gustaf. Tema Vintermodell – Olycksriskmodellen. VTI notat 60-2001, 2001.
- Wallman, Carl-Gustaf. Hastighet/flöde – väglag. VTI meddelande 953, 2003. Summary in English.
- Wallman, Carl-Gustaf et al. Tema Vintermodell: Etapp 1. VTI meddelande 958, 2004. Summary in English.
- Wallman, Carl-Gustaf et al. Tema Vintermodell, etapp 2. Huvudrapport. VTI rapport 531, 2006. Summary in English.
- Wiklund, Mats. Tema Vintermodell. Anpassning av vinterväglagsmodell till empiriska data med censurerade observationer. VTI notat 25-2006. Summary in English.
- WINTER 2000 General Technical Specifications. Swedish National Road Administration. Unpublished.
- WINTER 2000 In-house instructions. Head office to regional road administrations. Swedish National Road Administration. Unpublished.
- VINTER 2003. Val av vinterväghållnings standard. Swedish National Road Administration VV Publ 2002: 147
- VINTER 2003. Allmän teknisk beskrivning. Swedish National Road Administration VV Publ 2002: 148
- Öberg, G. Effect of sanding. Traffic and friction studies. VTI Rapport 164, 1978. Summary in English.
- Öberg, G. Friction and journey speed on roads with various winter road maintenance. VTI rapport 218, 1981. Summary in English.
- Öberg, G; Gustafson, K & Axelson, L. More effective de-icing with less salt. Final report of the MINSALT-project. VTI rapport 369 SA, 1991.
- Öberg, G et al. Single accidents among pedestrians and cyclists. VTI meddelande 799A, 1996.
- Öberg, G; Wiklund, M & Velin, H. The effect of the winter tyre law on the use of tires and on accidents. VTI rapport 479, 2002. Summary in English.
- Öberg, Gudrun (editor). PIARC 2006. XII Winter Road Congress 27–30 March 2006, Torino, Italy. VTI notat 19A-2006.
- Öberg, Gudrun. Tema Vintermodell. Fordonskorrosion beroende på vintervägsaltning. Kunskapssammanställning. VTI notat 24-2006. Summary in English.
- Öberg, Gudrun & Möller, Staffan. Hur påverkas trafiksäkerheten om restiktioner av dubbdäcksanvändning införs? Kan en förbättrad vinterväghållning medföra att trafiksäkerhetsnivån bibehålls? VTI rapport 648, 2009. Summary in English.
- From the homepages below most of the reports can be downloaded.
- www.vti.se Swedish Road and Transport Research Institute (VTI)
- www.trafikverket.se Swedish Transport Administration (STA) and in Swedish VV)
- www.smhi.se Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI)



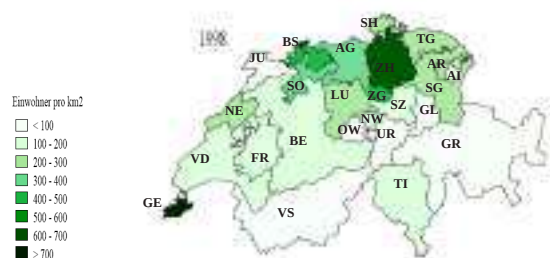
SWITZERLAND



1. Demographics and Roads

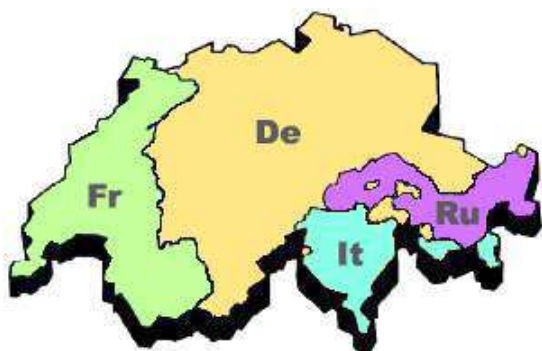
1.1. Information about the country

Switzerland is a small (41,285 km²), landlocked country in the heart of Europe. Roughly two-thirds of its surface is mountainous. The Midlands between the Alps and the Jura mountain chain is densely populated.



Switzerland is a federal state with 26 cantons. The capital is Berne. Zurich and Geneva are international financial centers. Geneva accommodates the headquarters of several UN organizations as well as other international organizations. Basel is the seat of major pharmaceutical multinationals.

Four cultures or linguistic regions coexist in Switzerland: German: 64% of the population, French: 20%, Italian: 7%, and Romansch (in some alpine valleys): < 1%.



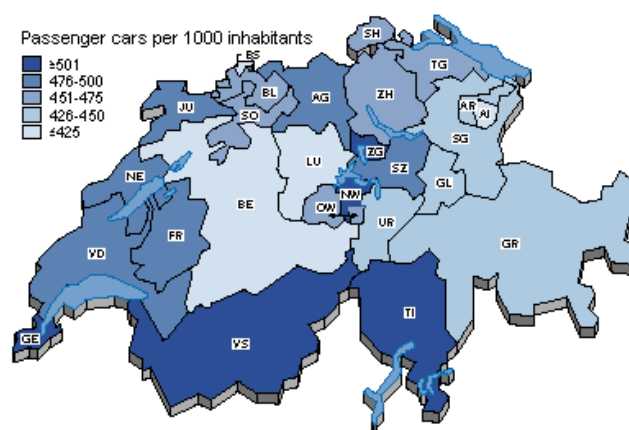
Nine percent (9%) of the population speaks other languages. The economy is based on services (71%), industry (25%) and agriculture (4%). Export commodities are: machinery, chemicals, metals, watches, agricultural products.

1.2. Road network and traffic

Roads	National roads	1,700 km
	Cantonal roads	18,000 km
	Communal roads	51,000 km
Vehicles	Utility vehicles	292,329
	Passenger cars	4,147,500

The Confederation owns the national roads and has full authority over the latter. The network of Swiss national roads, comprising a total length of 1,907 km, was defined as a whole in 1960. Close to 90% built, it will theoretically be completed by 2020. Construction has now made way for adaptation and review of the network.

The cantons and communes respectively own the cantonal and communal roads.



The average Swiss travels 11,000 km a year in private cars and 2,100 km by train. The average daily traffic on motorways reaches 100,000 vehicles on certain stretches (3+3 lanes). Road transport accounts for 85% of the total freight tonnage. The economic importance of roads is therefore very high. The federal, cantonal and communal road authorities are responsible for keeping the roads serviceable at all times.

Winter maintenance is in operation between October and April and accounts for 20-25% of the yearly operational cost.

2. Climate

2.1. Overview of climatic areas

About a hundred of Switzerland's mountain peaks are close to or higher than 4,000 meters and there are more than 3,000 square kilometers of glaciers. Forests occupy about a quarter of the country.

The climate varies according to altitude. Four characteristic climate regions can be distinguished:

Jura

The Jura is a mountain chain in the northwestern part of the country. The highest peak reaches 1,300 meters.



High precipitation, accompanied by frequent strong winds, prevails. The winter climate is harsh. Precipitation averages between 120 and 180 cm over 140 to 160 precipitation-days a year. Strong winds reach peak speeds up to 140 km/h and 210 km/h at the mountaintops. In winter, blowing snow is frequent.

Midlands

More than two-thirds of the population lives in the region between the Jura and the Alps. All the major cities lie in this region. The altitude varies from 300 to 700 meters.



A well-balanced distribution of precipitation prevails. The quantity of snow varies from winter to winter and fog is a frequent phenomenon.

Precipitation averages between 90 and 140 cm over 120 to 140 precipitation-days a year. Strong winds reach peak speeds of up to 170 km/h.

Alps

The Alps and Pre-Alps cover almost two-thirds of Switzerland's surface. The highest peak stands at 4,500 m. The Alps and Pre-Alps are generally rich in precipitation. Precipitation averages between 140 and 200 cm for 140 to 160 precipitation-days a year. Strong winds with peak speeds of up to 270 km/h are possible in the valleys. Foehn winds (hot and dry) are frequent in north-south oriented valleys.



Southern Alps

Ticino, the sunny part of Switzerland, lies south of the Alps, where palm trees grow. The altitude descends to 200 meters.



High yearly precipitation of up to 220 cm prevails as a result of the rain accumulation on the southern face of the Alps in the spring and autumn. Wind speeds go up to 120 km/h.

2.2. Statistics on temperatures

The table shows the winter characteristics of the various climatic regions.

Climate	Air temp		Precipitation					
	Days where T < 0° C	Frost days	Days with rain	Rain in cm/year	Days with snow fall	Days with snow cover	Max. snow cm/day	Amount of snow cm/year
Jura	121	30	157	140.6	64	123	55	317
Midl	96	22	126	104.2	30	51	22	53
Alps	140	42	138	148.7	59	128	50-90	433
SoA	45	4	107	184.8	14	19	63	43

2.3. Winter indices used in the country

A winter index was developed to show the correlation between winter maintenance costs and various meteorological parameters. It has served as a basis for determining compensation for winter maintenance since 2008.

3. Winter Road Management

3.1. Standards and rules

Legislation differs for national, cantonal and communal roads. A legal obligation to ensure winter maintenance exists for the national roads.

The official codes of practice for roads comprise 18 documents on winter maintenance.

SN 640 750b	Bases;
SN 640 751	Avalanche Protection;
SN 640 752b	Manpower Training and Requirements;
SN 640 754a	Weather Information, Record of Road Conditions;
SN 640 756a	Priority, Winter Service Levels, Route Planning and Register and Response Plan;
SN 640 757a	Intervention Equipment;
SN 640 760b	Snow Characteristics;
SN 640 761a	Snow Removal;
SN 640 763	Engines for Snow Removal;

SN 640 764b	Attachment for Snowplows;
SN 640 765a	Snowplow characteristics;
SN 640 772b	Ice Control;
SN 640 774a	Requirements for Spreaders;
SN 640 775a	Snow Fences;
SN 640 776b	Structures for Snow Stabilization;
SN 640 778a	Signage, Facilities.

Road classes

For snow removal and ice control, the following classes have been defined:

- Motorways, highways;
- Main arteries, steep roads;
- Roads used by public transportation;
- Roads leading to railway stations, hospitals, etc.;
- Public transportation stations;
- Major pedestrian and bicycle paths, stairs.

Service levels

- Level A: bare roads, complete snow removal and ice control;
- Level B: prevention of slipperiness, bare roads in the medium term;
- Level C: roads practicable without the use of de-icers, white roads;
- Level D: no winter maintenance.

Priority levels

- Level 1: First snow removal pass completed 3 hrs after mobilization (2 hrs on motorways). First spreading pass completed 2 hrs after mobilization.
- Level 2: First snow removal pass completed 4 hrs after mobilization. First spreading pass completed 3 hrs after mobilization.
- Level 3: First snow removal pass completed 5 hrs after mobilization. First spreading pass completed 4 hrs after mobilization.

All road authorities are obliged to have route maps covering the entire road network where road classes, service levels and priority levels are indicated.

Regulations for manpower

Maximum driving time is stipulated in a national ordinance. It must not exceed 9 hrs (10 hrs allowed twice a week). Weekly working time is 46 hrs. Maximum weekly overtime is 5 hrs (10 hrs in special cases).

Exceptions are, however, allowed for maintenance services. Conditions vary slightly from canton to canton.

Regulations for equipment and material

The regulations for equipment describe the types, test methods and operational areas of vehicles, snowplows, snow blowers, and spreaders. The main objectives are:

- Highest possible speed for plows/spreaders;
- Complete snow removal through mechanical means (plows, rotary brooms);
- Minimal use of thawing agents.

The codes of practice describe the types and operational areas of de-icing agents (NaCl, CaCl₂, MgCl₂, Urea, salt solutions, methanol, and glycol) and abrasives.

The dosages prescribed are:

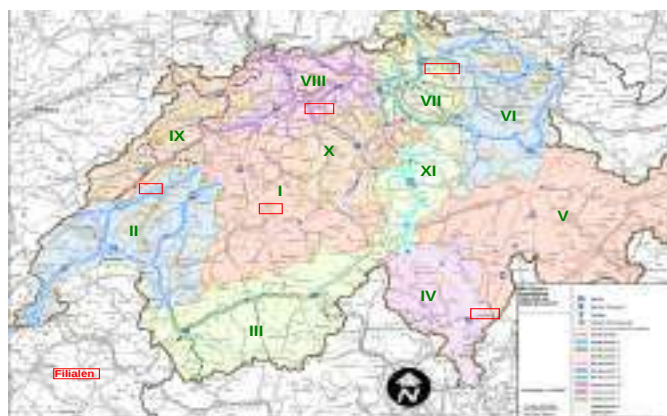
Spreading	Temperatures °C	
	0°C to -8°C	-8°C to -20°C
	g/m ²	g/m ²
Dry salt	7 - 15	10 - 20
Wet salt	7 - 15	10 - 20
Brine [in ASI]	5 - 10	5 - 10
Abrasives	£ 200	£ 200
Mixing ratio	only NaCl	2/3 NaCl 1/3 CaCl ₂

Certain surface conditions may require a higher salt dosage.

Progress is being made in the use of the wet salt technique (salt and brine mixed on the spinner). In 2005 this technique was used in 90% of all motorway maintenance centers.

3.2. Organization and operation of winter maintenance

The Confederation is responsible for winter maintenance on the national roads. It awards service contracts to 11 territorial units across Switzerland who perform the winter maintenance.



Winter maintenance on cantonal roads is performed by the cantons, and winter maintenance on communal roads is performed by the communes.

In general, the maintenance centers are responsible for winter maintenance. However private companies are frequently given contracts to do part or, in some cases, all of the winter maintenance. The contracts are established between the cantonal or communal road authorities and the contractor.

Types of contract:

A: The contractor is in charge of a stretch of road for snow plowing and ice control. He works with his own equipment, except plows and spreaders, which are provided by the maintenance center. The call for intervention is in most cases given by the maintenance center.

B: The contractor provides vehicles and drivers, who work together with the maintenance center's crews.

C: The contractor provides vehicles for the winter season.

Payments are based on the number of work hours with a flat rate for providing the vehicles.

National roads

Equipment: The national roads have 45 maintenance centers. The average length of highways serviced by each center is defined by the obligation to do the first round of winter maintenance within 2 hours.

The equipment includes: 2-3 trucks per direction, equipped with plows, 3.5-6.0 m width, detachable spreaders, 4-6 m³ for salt and 2 m³ brine. One person per truck. On mountainous stretches and on stretches where the snow cannot be pushed to the side, snow blowers are required to load the snow on trucks.

Salt is always stored under shelter, either in barns (up to 4,000 tonnes) or in silos (200 tonnes per silo). The advantage of the silos is the short time needed for loading (2-3 minutes), which can be done by the driver alone. With an appropriate arrangement of the silos, 2-3 spreaders can be loaded at the same time.

Automatic de-icer spraying facilities are in operation on specific stretches with a particular microclimate or which are particularly exposed. Two facilities are on high bridges, one facility (6 km length) on a segment with heavy traffic (80,000 vehicles per day) and a particular microclimate.



Road heating is not used, but for one exception. On a particularly exposed bridge, a solar energy pilot application is in operation since 1995. A heat exchanger tube system embedded in the asphalt layer of a bridge, covering an area of 1,300 m², collects heat during the summer and utilizes it during frost periods in the winter to heat the bridge's surface, thus preventing the formation of ice. The liquid is stored in an underground heat store.

Manpower

The maintenance center staff usually consists of:

- One road master responsible for winter maintenance;
- One administrator, responsible for accounting and administration;
- Two to three group leaders;
- Crews, drivers and other professions;
- Two to three mechanics;
- One to four electricians, depending on the number of electromechanical facilities along the highway.

Group leaders are responsible for operational tasks. They decide on interventions, based on the RWIS. Each maintenance center has a standby organization during the whole year. Each employee is obligated to provide temporary standby availability.

The work schedule is set by the head of maintenance operations in each canton. As a rule, the work week is of 42 hrs. Overtime during winter is generally compensated in summer.

Shift working is becoming more common in the maintenance centers as the intensity of the workload increases. Maintenance work in tunnels is mainly done at night and more and more this also applies to other work likely to hinder the flow of traffic.

There are strict safety rules for every type of maintenance work (clothing, tool-handling, equipment, behavior on the road etc.). Every center has a designated safety supervisor.

Training and education

The head of the maintenance center is responsible for crew training.

Training includes:

- Winter maintenance tasks;
- General organization;
- Vehicles and heavy equipment;
- Response organization;
- Personnel and standby organization;
- Supply of information;
- Instruction on tools;
- Preparation of group leaders;
- Instruction on route planning, service levels and priority levels;
- Application of salt according to RWIS forecasts and residual salt;
- Plowing in teams;
- What should be done in the event of an accident, "risk management";
- Reporting.

At the beginning of winter, courses are given to road operators on basic meteorology, forecasting technology and work on the RWIS and the weather radar.

Other courses cover the handling of ice detection systems.

Methods, equipment and materials for special problems

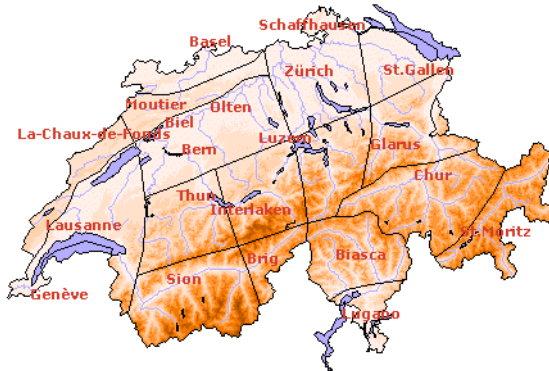
Special problems are caused by snow drifts, avalanches and porous asphalt. To reduce the amount of snow blown on the road, snow fences are put up where the phenomenon regularly occurs.

In some winters, avalanches cause severe problems for road authorities. In all mountain regions, a special avalanche task force has been organized. Their duty is to observe the characteristics and the amount of snow and to issue warnings, and in some cases to close the road. A special avalanche bulletin and warnings are issued daily by MeteoSwiss and the Swiss Avalanche Research Institute. Automatic warning devices have been installed in certain locations.

Meteorological information

MeteoSwiss provides information for winter maintenance on several levels:

- General road weather forecasts, available to the general public on the Internet and the radio. Free of charge.
- A 24-hr road weather forecast specifically designed for maintenance centers. These forecasts are made separately for more than 20 areas with different local climates.



The information is distributed via telephone lines and the computer network and goes directly to the maintenance center's RWIS computer. The contract is established between MeteoSwiss and the maintenance center. Accuracy is between 86% and 89%.

- Weather forecast warnings are issued for special events or situations, whether general or local, that have not been announced in the general weather forecast. They are delivered directly to the maintenance center's RWIS computer and trigger a warning signal.
- The MeteoSwiss road weather forecasts rely on a network of automatic weather stations (ANETZ) and several forecast models. Verification is usually done with selected road sensors.



RWIS

All maintenance centers for the national roads have a RWIS. The system combines measurements and warnings from road sensors, road weather stations and local weather forecasts. Road sensors and road weather stations generally provide

the following parameters: air temperature 2 m aboveground, surface temperature, humidity, dew point, freezing temperature, precipitation, wind: direction and intensity, road conditions: dry or wet, residual salt.



The RWIS local weather forecast is issued every day at 3:00 p.m. and covers 24 hrs. It provides: air temperature 2 m and 5 cm aboveground, humidity and dew point, precipitation: type and quantity, snowfall threshold, wind: direction and intensity, cloud cover, road surface conditions. The forecast is updated if a change occurs in the 24 hrs.

Ice detection system

The national road network is equipped with an ice detection system. In total, about 400 road sensors have been installed and measure the surface temperature and the freezing point by electrically cooling down the sensor surface. The average distance between road sensors is approximately 6 km.



The most widespread system is the Boschung system. In a few cases, the Vaisala and the Micks systems have been installed. The road sensors are generally combined with roadside measuring stations. The location of the sensors was determined by experience or through thermal mapping. Generally, the most dangerous spots were chosen. Additional locations are on bridges, in particularly exposed and shady areas.

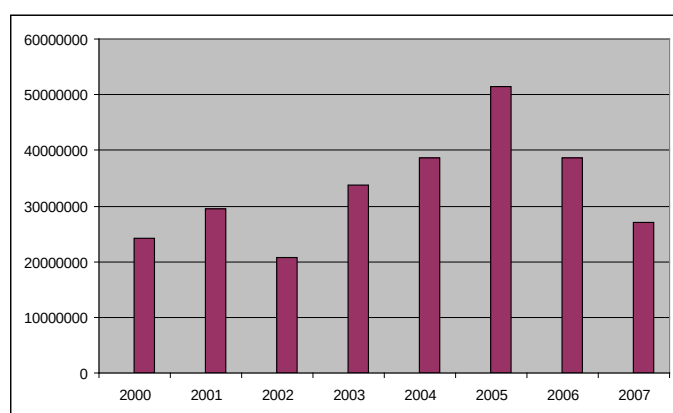
3.3. Assessment of winter maintenance measures

Operating costs on national motorways

Winter maintenance costs can vary between 15% and 25% of total annual operating costs. The following diagram shows the winter maintenance costs in 1,000 CHF per vkm.

(vkm: virtual kilometers, where additional traffic surfaces such as service areas, ramps, braking lanes, etc. are calculated as additional kilometers)

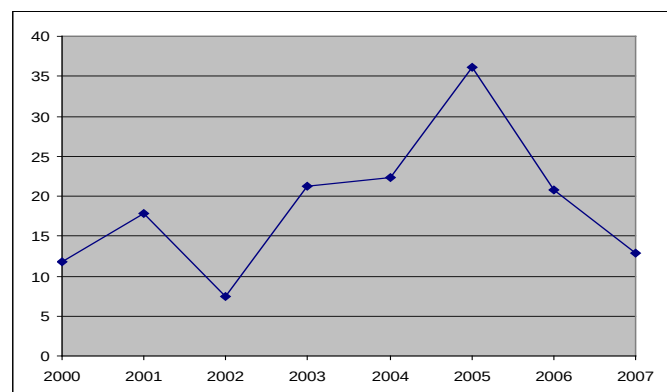
Annual winter maintenance costs



Salt consumption on national motorways

Salt consumption is directly related to the harshness of the winter. Several measures have been introduced in the past years to minimize the use of deicers systems. The annual consumption is shown in tons/km.

History – Annual consumption (t/km)



Measurements of efficiency

Internal

All the maintenance centers for national roads and some for communal roads have a cost accounting system. Therefore the total cost of winter maintenance, as well as the personnel, vehicles/engines, material etc. cost factors are exactly known.

Based on this cost accounting, efficiency assessments are made after every winter.

A knowledge exchange project covering all maintenance activities is currently underway. The project objectives are:

- Increasing efficiency;
- Institutionalizing learning programs;
- Reducing costs.

External

The external efficiency can basically be judged by the number of road closures and traffic accidents caused by poorly maintained roads. These occurrences are, however, only summary.

A more detailed method, which will compare activities with the given standards, is actually in the preparatory stage. It will be based on a general road maintenance quality assurance.

Measures aimed at reducing the salt consumption

Besides the approved methods like the wet salt technique, dosage prescriptions according to surface conditions and annual staff education, new procedures and devices are systematically tested for their efficiency.

A test conducted over two winters with an automatic salt dosage system based on "ThermoMat" infrared thermometers has proven that the salt consumption on a motorway can be reduced by 20% to 30% without any reduction of the road safety, providing both environmental and economic benefits in ice control.

3.4. Traffic safety and information

Safety measures

In a large national project called Via Sicura aiming to reduce the number of victims on the road, a number of measures indirectly related to winter maintenance have been defined.

Weather-related information for road users

This kind of information is mainly available by radio. The road administration does not provide any on-site information on road weather or road surface conditions.

However, fixed and variable road signs provide information on closed roads and recommended detours.

International exchange of road information

International information exchanges regard road closures and difficult driving situations. This exchange is ensured by police headquarters.

Traffic management on national roads

There are supraregional offices for traffic management. These traffic guidance centers are responsible for such operations as the collection of data on traffic flow and density, active traffic guidance, the coordination of road maintenance, and information on traffic, the weather, and road conditions.

4. Ongoing Research and Studies to Improve Winter Management

4.1. New technology

- Criteria for the implementation of automatic de-icer spraying facilities

This study will provide project evaluation criteria for the use of automatic de-icer spraying facilities in respect of microclimate, traffic, safety and cost/benefit.

4.2. New management approaches

- Winter index

The winter index is an empiric formula based on winter maintenance costs and meteorological data. It can be applied to evaluate the theoretical operating costs resulting from the meteorological data from the past winter and thus provide an indication of the efficiency of winter maintenance.

- Effectiveness of road winter service

The research will show the traffic flow before and after winter maintenance and thus allow cost/benefit considerations on the propriety and the promptness of winter maintenance operations, including traffic safety, economy and the environmental impact.

- Use of modern communication technology in road maintenance to optimize traffic safety

The study will provide the technical and financial criteria for implementing such communications as satellite-based positioning, online data transfers between the base and vehicles, remote-controlled salt dosage, etc.

4.3. Trans-national cooperation

In the area of winter road maintenance, Switzerland collaborates with the following organizations:

- PIARC World Road Association, Technical Committee B5 "Winter Maintenance";
- COST European Cooperation in Science and Technology, Project 353 "Winter Service Strategies for Increased European Road Safety";
- SIRWEC Standing International Road Weather Commission, Executive Committee;
- CEN European Committee for Standardization, TC 337 "Winter Maintenance and Road Service Area Maintenance";
- D-A-CH Annual seminars organized by the road research associations of Germany, Austria and Switzerland;
- F-CH Regular seminars on technical and organizational issues organized by the road research associations of France and Switzerland.

In the past Switzerland has hosted the following international conferences on winter issues:

- PIARC VI International Winter Road Congress, Davos, 1982;
- SIRWEC 10th International Road Weather Conference, Davos, 2000.

5. References

Swiss Federal Roads Authority
www.astra.admin.ch

Other references
www.swissroads.ch
www.vss.ch





THE NETHERLANDS



1. Demographics & Roads

1.1 Information about the country



The Netherlands is a country small in size (41,528 km²) with a population of 16.5 million inhabitants. That is an average of almost 400 inhabitants per 1 km².

The Netherlands is located in Northwestern Europe, and bordered by the North Sea to the north and west, Belgium to the south, and Germany to the east.

The capital is Amsterdam and the seat of government is The Hague. It also has one of the most free market capitalist economies in the world.

The Netherlands is a geographically low-lying country, with about 27% of its area and 60% of its population located below sea level. Significant areas have been gained through land reclamation and preserved through an elaborate system of polders and dikes.

The estuary of three important European rivers, which together with their distributaries form the Rhine-Meuse-Scheldt delta, forms a great part of the Netherlands. Most of the country is very flat, with the exception of foothills of the Ardennes in the far southeast and several low-hill ranges in the central parts created by ice-age glaciers.

1.2 Road network and traffic

Area	41,528 km ²	
Population	16.5 million	
Length of road	Motorway	5,050 km ¹
	Regional main roads	7,848 km ¹
	Local Roads	123,237 km ¹
Latitude	51°53'N	

The road network comprises 5,050 km of motorways, 7,848 km of regional roads and 123,237 km of local roads, amounting to a total of 136,135 km of paved roads. The national fleet of 10.1 million vehicles includes 7.4 million passenger cars. Transport of freight is of great importance to the Dutch economy. A great deal of this transport takes place at night and in the early morning, particularly commercial traffic.

The economic importance of roads cannot be denied, even in winter. As a result, one of the tasks of the road authorities is to keep the road network serviceable at all times, among other things by setting up a full organization for winter maintenance. The winter extends from October to May. The most severe winter conditions take place from the end of December until the beginning of March.

2. Climate

2.1 Overview of climatic areas

The Netherlands has a temperate maritime climate influenced by the North Sea and Atlantic Ocean, with cool summers and moderate winters. Daytime temperatures vary from 2 °C – 6 °C in winter and 17 °C – 20 °C in summer. Because the country is small there is little variation in climate from region to region, although the marine influences are less inland. Rainfall is

distributed throughout the year with a dryer period from April to September. Especially in fall and winter strong Atlantic low-pressure systems can bring gales and uncomfortable weather. Sometimes easterly winds can cause a more continental type of weather, warm and dry in the summer, but cold and clear in the winter with temperatures sometimes far below zero. The Netherlands is a flat country and has often-breezy conditions, although more in the winter than in the summer, and more among the coastal areas than inland.

2.2 Statistics on temperature

Amount of precipitation (rain)	App. 760 mm/year
Number of days below 0 °C	App. 50-60 days/year
Number of days with snowfall ¹	App. 30 days/year
Number of days with freezing rain (black ice)	App. 1 day/year

¹most of these days the amount of snow is not enough to cause serious traffic problems.

3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

The Dutch authorities are legally obliged to maintain their roads (care obligation as written in the road and civil code). Winter maintenance is part of this obligation.

RWS/Province-level (motorways, primary and regional roads)

RWS/Provinces use the uniform treatment times put up nationwide by CROW.

For national and regional highways and other roads up to a maximum speed of 80 km/h the following treatment times are used:

Pre salting:	2 or 3 hours;
Post salting:	2 hours;
Plowing/post salting:	1.5 hour .

Municipality-level (urban roads)

Municipalities often work by priority of roads. This is put down in a yearly-renewed plan, which is published to inform their inhabitants. First main-/bus routes are spread. Then roads, which enclose quarters and next roads within quarters are treated. Also important social locations like hospitals, schools, shopping centers, and the like, get priority.

There are no standards on manpower.

Equipment

RWS (DVS) has a framework contract for the delivery, installation, maintenance, etc. for demountable spreaders and snowplows. It's of great importance that all equipment works in wintertime. It should be available for 100%. So fixed times are used for reparations and if a machine cannot be fixed the supplier has to supply the authority with one of their own machines.

This framework contract describes:

- Requirements concerning construction and design standard's (EEG, NEN) of spreaders and plows;
- Requirements concerning placing the demountable spreaders on trucks;
- Requirements concerning spread rate, width, distribution, etc.;
- Requirements concerning drive;
- Requirements concerning liquid (brine) tank;
- Requirements concerning operation;
- Requirements concerning mounting the plow on a truck.

Material

RWS (DVS) also has a framework contract for the delivery of road salt (evaporated or rock salt). In this contract minimum requirements are placed, like:

- Composition of the product;
- Grain distribution;
- Presence of moisture;
- Presence of heavy metals;
- Delivery times.

3.2 Organization and operation of winter maintenance

Organization of the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, concerning winter maintenance:

- level 1: Ministry of Transport, Public Works and Water Management;
- level 2: Rijkswaterstaat (RWS);
- level 3: Regional Direction;
- level 4: Highway Management Center;
- level 5: Operation Center.

RWS DVS is the Center for Transport and Navigation of RWS. Concerning winter maintenance, RWS DVS is responsible for:

- The development of RWIS's, consultancy and research concerning winter maintenance (de-icing materials, equipment and methods);

- Central tendering for equipment and road salt;
- Communication about winter maintenance together with traffic information center;
- Coordination in case of calamities (lack of salt; employing of 3 snow blowers/cutters);

The DVS also facilitates the purchase of winter maintenance equipment and does write/provide the "Guideline Winter Maintenance RWS" and consults the Ministry and local management centers.

The local management centers are responsible for operational (winter) maintenance. They consult the RWIS and other weather information sources and decide to start a run (winter maintenance action).

Road Weather Information System

Since the 70's RWS DVS has been experimenting with the RWIS. Traffic safety, cost reductions and a more limited use of salt have been the main starting-points of these experiments. Starting in the end of the 80's, The Netherlands (RWS and Provinces) has placed the RWIS on their roads and bridges (319 measuring stations in the year 2009).

Within winter maintenance the role of the weather bureaus is important, because in the RWIS only a few persons (winter maintenance coordinators) are detached to the winter maintenance night watch. The coordinator has access to weather precipitation radar-image, which is very useful in case of precipitation conditions. Actual local weather-reports for the coordinator specially focused on winter maintenance are accessible. A meteorologist of a weather bureau can be consulted by phone 24 hours and 7 days a week (only if contracted). A weather bureau makes an actual local prediction, which is presented by a user interface or sent to the coordinator by mail. The final decision is always made by the coordinator, based on meteorological predictions, precipitation radar, own experiences, contacts with coordinators from other districts and data of the RWIS.

The coordinator is at home (at night) and will be warned by the RWIS when slipperiness might be expected. Per highway management center a winter maintenance coordinator is stand by during one week (varies per highway management).

The RWIS station measures:

1. Air temperature and relative air humidity (1.5 meter above the earth surface);
2. Presence of precipitation;
3. Road surface temperature measured on the left (fast traffic and coldest) lane;
4. Sub-soil temperature measured under the asphalt layers of the left (fast traffic) lane;

5. Surface condition: dry, presence of moist and/or salty (passive sensors) measured on all lanes.



Part of RWIS station at the roadside

The dew point is calculated from the measured values. Some measuring stations also measure wind speed and wind direction. On critical locations a camera is available for visual inspection of the road surface. The measuring stations are situated on locations which are critical under winter conditions.

These locations are not necessarily the coldest, but the combination of moist and low temperature makes the location critical for example roads through woods and near water. Also steel bridges can be critical especially at the start and in the end of the winter season. On most steel bridges a RWIS station is available. Distance between the stations is about 15 km (varies between 5 and 40 km).

In some situations measuring stations are used to start an automatically spraying action on bridges (using brine (NaCl) with a higher purity than the normal used brine).

For finding the most suitable location for a new measuring station, experience of road inspectors and thermal mapping are used.

The user interface is fully Web based and an access to the central server is possible from anywhere with a personal computer or laptop with Internet connection and Internet

browser. Measuring stations are wireless (GPRS) linked to a central server. The central server takes care of a large number of functions. It manages the data communication with the measuring stations, and communicate real time with the winter maintenance coordinator. The RWIS send out alarms to the winter maintenance coordinators and can be seen in the user interface. Alarms can also be received on a pager, by voice mail or a mobile phone by SMS.

The information of the measuring stations is stored on the local measuring station for seven weeks. After seven weeks the data is stored for unlimited time on the central server.

When the coordinator is connected to the central server, the computer presents predictions of a weather bureau automatically in the user interface (only if contracted). The weather bureaus have access to the central server and use the actual and historical information of the measuring stations and actual weather information to have input for the predictions. The coordinator can use the output to make a decision.

The coordinator can also use the images of the user interface integrated weather radar (precipitation). It is also possible to consult a meteorologist of a weather bureau. Some weather bureaus offer a "total surveillance". Specialized meteorologists then guards an RWIS (receives alarms) and use the other actual weather information (models, precipitation radar, satellite pictures). When the situation exist that slipperiness is predicted or occurs, he or she will immediately warn the coordinator.

The collected data from the measuring stations are wireless (GPRS) retrieved by the central server.

When the winter maintenance coordinator decides to start a run (spreading- and/or plowing action), a process will start which will take several hours. The process contains:

- Warning involved personal;
- Calling in equipment (commercial trucks from e.g., contractors). Demountable spreaders and salt (in barns) are stored on the property of the local surveillance centers;
- Inform neighborhood road managers;
- Inform police, VCNL (if this is done depends on the agreements).

RWS-level (motorways and primary roads)

Communication between the different levels find place by phone or a message board, which is available in the user interface and accessible for participants in the RWIS.

The alarm coming from the RWIS is connected to a pager or mobile phone used by the winter maintenance coordinator. The time between the calling in the contractor and spreading the last square meter can differ (2 or 3 hours) depending the contract. This concerns a preventive spreading action.

Province-level (regional roads)

Also at Province-level winter maintenance is arranged per region by a winter maintenance coordinator. Most of them use RWIS in combination with meteorological reports and local knowledge of the area. When there is doubt, patrols are carried out.

Municipality-level (urban roads)

Municipalities do sometimes use information from regional weather bureaus like airports and consult meteorological services. Also inspections from local police are important. Sometimes the decisions are made together with the coordinator of the Province. Some of them use RWIS-data.

Equipment

The preparative program before winter activity consists of:

- Equipment checks (checklists and test protocols exist);
- Driver instructions, including test drives on the salt routes;
- Courses for winter maintenance personnel.

Prevention, for example, snow fences, is not used in The Netherlands. The only used prevention is precautionary treatment (preventive salting). The spreaders drive fixed routes (on the basis of: economics, safety, spreader ratio, etc.). Optimizing the salting routes is very complicated and is contracted to a specialized bureau. RWS has developed an application, called SOS (Salting Route Optimizing System), which is used.

A spreading management program is in use to have an optimized administration and to check if the contractor is doing his job well.



Municipalities in The Netherlands own approximately 2,000 spreaders and snowplows. About 30% of the spreaders are used for bicycle roads. The machines for bicycle roads have a capacity up to 1.5 cubic meters and are very often mounted on trailers. Municipalities mostly use their own traction and personal.

THE NETHERLANDS



The provinces have for about 450 spreaders also in a wide range from 1 cubic meter for bicycle roads up to 9 cubic meters for regional roads. RWS owns circa 550 demountable spreaders (5, 7 or 9 cubic meters), about 850 plows and 3 snow blowers/cutters.



Spreading-width is 4-14 meters.

In the Netherlands very often trucks of contractors are used to put on the spreaders and to build on the snowplows. Also the drivers on the trucks come from these contractors. RWS has agreements with contractors. These agreements lay down in a contract for several years (fixed for 3 years and possible to extend for 1 or 2 years). Most local districts have contracted one agent. This agent might have subcontractors. Per district there are several operational centers (2-4) depending on the road area to maintain. Per operational center several spreaders (6-12) and plows (12-18) are present.

The contractor gets a fixed price per season for all preventive spreading actions including a big check of all equipment before the start of the winter. Post salting is done per hour. When the contractor does not react on a call-out, does not salt the route within a certain time period, if slipperiness occurs during the time the contractor actually had to spread salt and when the contractor cannot be reached at all high fines have to be paid.

Materials

In The Netherlands pre-wetted salt is mostly used (the wet component is sodium- or calcium chloride solution; as dry salt (NaCl) evaporated or rock salt is used). The wet component and dry salt are just before spreading mixed on the spreading disk and spread on the road. The ratio between dry salt/fluid is 2.5:1. Fluid means a 20%-NaCl-solution or a 16%-CaCl₂-solution.

Properties NaCl

	rock salt	evaporated salt
NaCl amount	98.5%	99.9%
Grain size (80%) [mm]	0.8 – 3.15	0.20 - 0.45
Grain size (X50) [mm]		0.38
Grain size (max. <)	< 0.16 mm : 4 ± 1%	< 0.16 mm : 5%
Grain size (max. >)	> 3.15 mm : 5 ± 2%	> 1 mm : 1%
Anti-caking	75 ppm	75 ppm
Heavy metals	< 4 ppm	< 1 ppm
Unsolved parts	< 1.5%	< 0.01%
Moisture	0.3%	< 2.5%

These salts are according the specifications.

- Effectiveness: 12 kg ice per kg 100% pure sodium chloride (NaCl) at -5 °C;
- Depression of freezing point temperature is - 7 °C;
- NaCl (dry): summer price circa 46 Euro/ton; winter price about 54 euro/ton;
- Wet-component (16% CaCl₂): Approximately 30 Euro/ton.

A tendency is going on to produce the wet-component out of dry salt (NaCl) already present in high volumes in the salt barns.



Salt is stored in barns. These barns are situated on the local surveillance centers or operation centers of RWS (opening of the barn is situated in the southeast direction). RWS has 61 barns with a total capacity of 59,500 tonnes. In last 10 winters an average amount of 68,000 tonnes per winter is used. It varied in between 25,000 and 124,000 tonnes.

In The Netherlands annually circa 36-38 runs are necessary. 75% of the actions are pre-salting (anti-icing) and 25% considers post-salting actions (de-icing)). Using these figures in combination with the road area to be spread the necessary storage facilities of salt can be calculated. For example, when the local highway agency maintain 260 km road lane (medium width of the road lane is 15 meters), 1,440 ton salt is necessary for one winter.

The local agencies can choose the amount of stored salt. An agency can choose to buy salt for the whole winter period or to have salt in storage for, e.g., 5 actions and to refill the barn after every action.

RWS DVS is responsible for the framework contract for salt. The storage capacity of the local surveillance centers is included in this contract. The contractor must be able to deliver a total amount of 3 times the storage capacity in one season (200% delivery guaranty in winter).

Provincial-level

The provinces are dealing with winter maintenance; the use of salt; the spreading actions and times within their road network should be treated in general in the same way as Rijkswaterstaat does.

Municipality-level (urban roads)

Mostly dry salt is used. The use of pre-wetted salt will be used more in the near future.

The RWS and Provincial personnel working with the RWIS, is educated by following an RWIS-course. There is no course for the truck drivers. They learn the job by experienced drivers.

Privatization

In The Netherlands operational winter maintenance on RWS-level is organized by the local highway management centers. Per highway management center one winter maintenance coordinator is in service during one or several week(s). Per highway management center about 3 – 5 coordinators are available. The coordinator uses the winter maintenance facilities and initiates the winter maintenance action when necessary. The decision for a spreading action stays at RWS. In case of preventive spreading no RWS personnel is involved anymore. In case of post salting personnel is available at the local center and for visual road inspections.

RWS only supplies demountable spreaders, snowplows and the salt. The trucks and drivers are contracted (see paragraph 2.4).

Getting information

RWIS

The RWIS contains actual and historical local information. The coordinator will be warned by the RWIS (pager, SMS) if slipperiness is expected in a couple of hours.

Meteorological

A prediction is presented in the user-interface of the RWIS. This information supports the coordinator by making a decision.

Precipitation Radar

The coordinator has access to images from the precipitation radar, which is integrated in the RWIS user interface or available on the internet site of a weather bureau. This is especially useful to start precautionary salting because of, for example, coming snow.

Meteorological information

Several times a day, meteorologists, working for the weather bureaus, make an actual local weather-report for the coordinator. This information is specially focused on winter maintenance in the region of the highway surveillance center.

Consults

It is possible to consult a meteorologist at a weather bureau by phone for 24 hours a day, 7 days a week. (only if contracted)

Patrols

Sometimes, if the coordinator thinks it is necessary visual inspections of road conditions are done.

Methods, equipment and materials for snow control

In The Netherlands heavy snowfall is very rare. Nevertheless, RWS can on demand use 3 snow blowers/cutters (Unimog U1750 or U2150 with Schmidt FS 5-Z snow blower/cutter). The snow blowers can also be used to remove large amounts of snow from the hard shoulder.

The concept of white roads does not exist, as prolonged snow on roads is unusual. In case of extreme slipperiness (icy conditions; black ice or snow) the policy can order to reduce the maximum driving speed to 50 km/h. Dynamic road signs show this information. When slippery occurs on porous asphalt roads, traffic can be concentrated on a single lane to have enough wheel passages, which keeps the salt on the surface. These regulations/guidelines are written in the Guideline Winter Maintenance RWS.

Methods, equipment and materials for ice control

Demountable spreaders are used. The driving speed on motorways is circa 70 km/h using pre-wetted salt and 40 km/h using dry salt.

Table 3.1 recommended average rate of spread

Type of slipperiness	Amount of NaCl (g/m ²)	
	dry salt	pre-wetted salt
expected slipperiness (preventive spreading)	-	7 (1)
fog moisture	10	7
icing	15-20	7-10
glazed frost (2)	20	15
snow (after removal) (3)	20	-

(1) : On porous asphalt 14 g/m² is used after a very wet period

(2) : When the glazed frost situations stays for several hours, 20-40 g/m² dry salt should be used

(3) : Precautionary treatment: 15-20 g/m² pre-wetted salt

Under specific weather conditions with a lot of salt on the road slipperiness can occur due to salt. It does happen very rarely. Three different kinds of appearances are known. If the problem occurs it can be solved by spraying brine (NaCl or CaCl_2).

The equipment (demountable spreaders and plows) is stored at the local surveillance centers and operation centers. Also the salt barns are situated on these terrains.

Methods, equipment and materials for special problems

Porous asphalt will be, under some conditions, treated differently (see table 3.1). The road user will usually not feel or see any difference. Only, when the combination glazed frost & porous asphalt & minimal traffic occurs, it is possible that on the spots where there is a changeover from non-porous asphalt to porous asphalt, there is a difference in slipperiness. This can lead to dangerous situations.

Several bridges in The Netherlands are supplied with a fixed anti icing spray (brine) system connected to a RWIS. The highway management center (road manager) did choose this solution because of economic and safety reasons.

3.3 Assessment of the snow and ice control measures

Some spreaders are equipped with a GPS system. When the trucks return to the RWS terrain a printout of this system is made. This printout contains the route, the spread-width and the used amount of salt. This printout is used to evaluate the run. At the end of every winter season, a survey is done about salt-use, personnel, equipment etc.

3.4 Traffic safety and information

The information of drivers is given by the ANWB. The ANWB gets this information from the VCNL.

Ways of possible dissemination:

- 1] radio;
- 2] journals (radio and TV);
- 3] teletext;
- 4] telephone;
- 5] Internet.

Information on the roads (signs) is possible; if necessary a speed reduction is put on the signs. In worst cases lanes can be closed by putting a red cross on the road signs above the road lane. Education/information to drivers about driving in winter conditions etc. is a task of the headquarters of RWS. Technical questions can be asked to RWS DVS.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

Co-operations between road operators and administrators

It's growing concern to uniform winter maintenance on different roads of different operators/administrators. On national level guidelines are made to categorize roads in means to treat them uniform.

There is also co-operation in the field of tendering. For instance one tender (4 provinces and RWS) is put on the market to buy salt. In several regions RWS and provinces together use a contract for the actual winter maintenance.

Training course personnel

In most contracts are put demands for capable personnel working in winter maintenance. Two courses are set up. One course especially for winter coordinators and another course for truck drivers of contractors or own organization. Content of last course consider aspects as: forms of slipperiness, using equipment (spreader and snowplow) and spreading management system, weather conditions, dosage of salt, driving aspects under winter conditions (slippery course), etc. In the end an exam is giving. In case of sufficient result, a driver is given a certificate, which allows him to do his job in winter maintenance.

Research on right decision spreading action

Matching information out of the RWIS and the spreading management system makes it possible to check if a decision for a spreading action was made in the right way. Background of this study is to support the coordinator in a better way, uniform the process to make a decision, save costs and environment.

RWIS

Research on several sensors of a road weather information system with the idea to diminish sensors in the road surface. Road sensors and the road itself need to be maintained. Under the severe Dutch traffic conditions a reduction of road works/closures is of great significance.

Also information out of the RWIS in combination with weather information is used to predict if every part of the spreading route has to be treated with the same amount of salt. It's research done under the name of "dynamic spreading".

Salt

Research is set up to measure the effectiveness of spreading different kind of salts on different kind of road surfaces for instance bicycle roads.

5. References

Literature list

- [1] : Standardization of Salt Spreaders
- [2] : Preparation, Organization and execution of Winter Maintenance
- [3] : Winter, Weather and Roads
- [4] : Guideline Winter Maintenance Code RWS

Terminology

RWS: Ministry of Transport, Public Works and Water Management; Directorate-General of Public Works and Water Management. RWS is responsible for (winter) maintenance on all motorways and primary roads.

DVS: Center for Transport and Navigation.

Province: The Netherlands are divided in 12 provinces. A Province is responsible for (winter) maintenance on regional and local roads.

Municipality: Is responsible for urban roads (town).

ANWB: Dutch Automobile Administration.

VCNL: Traffic Information Center.

RWIS: Road Weather Information System.

CROW: Information and Technology Platform for Infrastructure, Traffic, Transport and Public Space.



UNITED KINGDOM

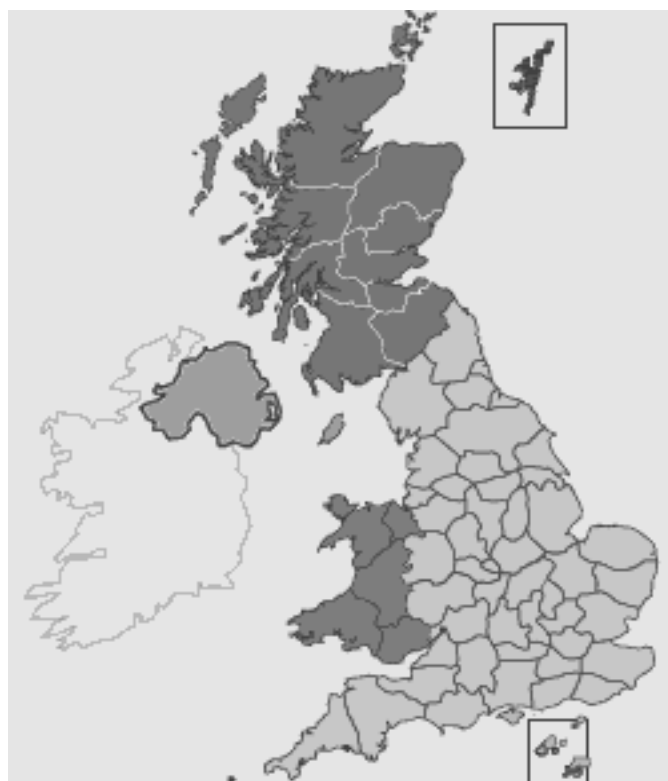


1. Demographics and Roads

1.1. Information about the country

The United Kingdom is made up of four countries, namely England, Northern Ireland, Scotland and Wales. The total area of the United Kingdom is 243,800 km², split up as follows:

- England – 130,400 km²
- Northern Ireland – 13,800 km²
- Scotland – 78,800 km²
- Wales – 20,800 km²



The physical geography of the UK varies greatly. It includes the chalk cliffs of the south coast, the rolling hills and fields of southeast England, the granite cliffs of the southwest peninsula, the mountains of Wales, the lakes and mountains of northern England, the Scottish lowlands, highlands and islands, and the fields, lakes and mountains of Northern Ireland. The 61 million

population in the UK is rather unequally distributed among the four countries: 51 million in England, 2 million in Northern Ireland, 5 million in Scotland, and 3 million in Wales.

1.2. Road network and traffic

The road network in the United Kingdom comprises 14,568 km of motorway and trunk roads and 405,473 km local roads.¹ Road traffic on this network is 488.9 billion vehicle kilometres per year (excluding Northern Ireland).² Each country within the United Kingdom uses a different approach to network management.

England – The English network consists 7,300 km of motorway and trunk roads and 294,000 km of local roads. The Department of Transport delivers transport through a number of executive agencies with responsibility for the various modes of transport: The Highways Agency has responsibility for managing most of the motorway and trunk road network. Local authorities, usually County Councils, have the responsibility for managing local roads. Transport for London is responsible for all forms of public transport in London, including all roads.



*Highways Agency's Strategic Road Network
(Source: Highways Agency)*

UNITED KINGDOM



Northern Ireland – The Northern Ireland network comprises 2,380 km of trunk roads and 22,500 km of local roads. The Roads Service is responsible for all roads in Northern Ireland.



Main Salting Routes in Northern Ireland (Source: Roads Service)

Scotland – The Scottish road network comprises 3,400 km of trunk roads and 56,000 km of local roads. Transport Scotland is responsible for managing and maintaining Scotland's motorways and trunk roads. Winter service is delivered by four operating company units. The 32 local authorities have the responsibility for managing local roads.



Scottish Trunk Road Network (Source: Transport Scotland)

Wales – The Welsh road network comprises 1688 km of trunk roads and 32,173 km of local roads. Welsh Government has the responsibility for managing major roads, which is comprised of trunk roads, including motorways. Local unitary authorities have statutory powers and obligations for all public highways, which are not trunk roads or motorways.



Welsh Strategic Highway Network (Source: National Assembly for Wales)

In England and Scotland management and maintenance of trunk and motorways are procured on the basis of competitively tendered contracts. Service providers are appointed to operate specific geographical areas for a period of five to seven years. In Wales this service is predominantly managed and delivered through two local authority partnership based Trunk Road Agents. Roads Service is responsible for all roads in Northern Ireland.

2. Climate

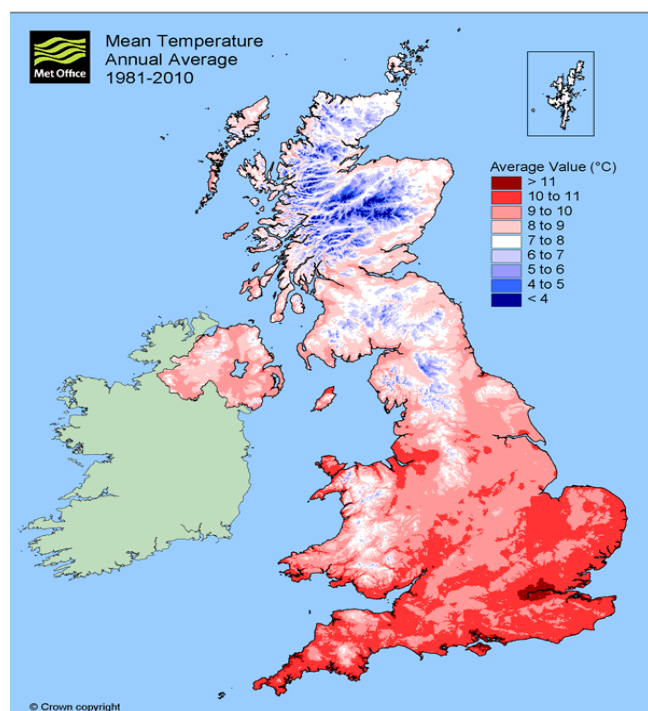
2.1. Overview of climatic areas

The climate of the United Kingdom is classified as temperate, with warm summers, cool winters and plentiful precipitation throughout the year. The principle factors of influence on the climate include the UK's northerly latitude (which ranges from 50° to 60° N), its close proximity to the Atlantic Ocean and, especially, the warming of the waters around the British Isles by the North Atlantic Drift together with the effects of the Gulf Stream. The weather can be notoriously changeable from one day to the next but temperature variations throughout the year are relatively small.

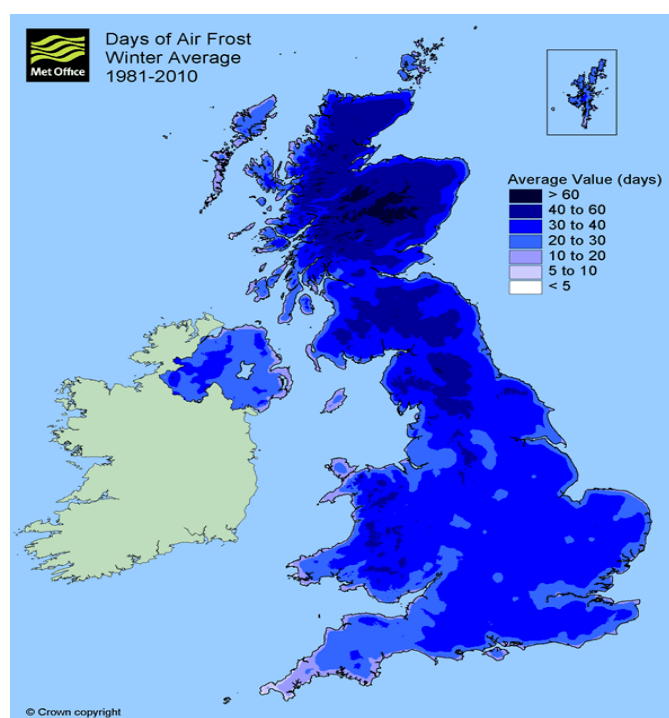
UNITED KINGDOM



2.2. Statistics on temperature, icing and precipitation days



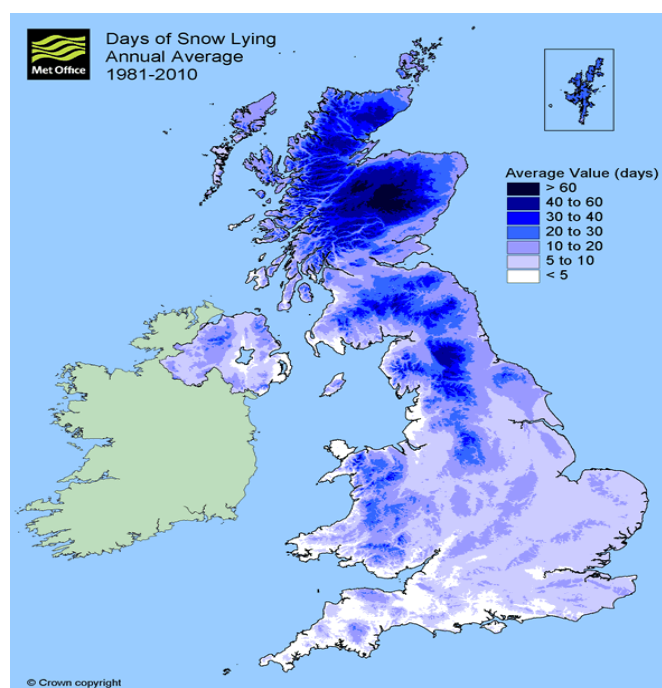
The UK is at the boundary of convergence between the warm tropical air to the south and the cold polar air to the north. In this area, the large temperature variation creates instability and this is a major factor that influences the changeable and often unsettled weather the UK experiences, where many types of weather can be experienced in a single day.



	Max Temp [deg C]	Min Temp [deg C]	Days of Frost [days]	Rainfall [mm]
England	13.5	5.9	49.1	855
N. Ireland	12.4	5.4	42.8	1136
Scotland	10.7	4.2	67.4	1570
Wales	12.6	5.7	49.3	1460

1981-2010 Averages (Source: Met Office)

Winter in the UK is generally a cool, wet and windy season. Temperatures at night rarely drop below -10 °C and in the day rarely rise above 15 °C. Precipitation is plentiful throughout the season with occasional snow although over the last five years snow has become more frequent.



Towards the end of the winter season the weather usually stabilizes with less wind, precipitation and lower temperatures. This change is particularly pronounced near the coasts mainly due to the fact that the Atlantic Ocean is often at its coldest during this time after being cooled throughout the autumn and the winter.

2.3. Winter indexes used in the country

In England, Northern Ireland and Scotland, the Met Office makes use of the Meteorological Office Open Road Index (MOORI). This index reports weather conditions and is typically presented in (i) long term averages of the nights of salting actions, (ii) month-by-month differences from the average, and (iii) whole winter differences from the averages, for each weather station. In addition, graphs are produced to illustrate long-term trends.

Typically in the UK there are three winter maintenance periods for normal operational purposes: (i) High Risk Period (typically December, January and February), when severe conditions might reasonably be expected; (ii) Low Risk Period (November and March), when severe conditions may occur; and (iii) Marginal Risk Period (mid-September, October and April), when severe conditions are generally not expected.

Local highways/roads authorities throughout the UK make use of similar classifications. These periods have an impact on the winter service delivery requirements in service providers contracts.

3. Winter Road Management

3.1. Standards and rules

Highways/roads authorities in the UK have a statutory duty to maintain highways/roads with effective winter service being one element of that responsibility. The statutory basis for winter maintenance differs throughout the countries.

Highways Authorities in England and Wales have a statutory duty to “ensure, so far as is reasonably practicable, that safe passage along a highway is not endangered by snow or ice”.³ In addition, the Highways Act 1980 also imposes a duty upon authorities to remove obstructions of the highway resulting from “accumulation of snow or from falling down of banks on the side of the highway, or from any other cause”.⁴

In Northern Ireland, Roads (Northern Ireland) Order 1993 requires the highway authority to remove snow and take such action, as it considers reasonable to prevent snow or ice interfering with the safe passage of persons and vehicles using the road.

In Scotland roads authorities⁵ have a statutory obligation to take “such steps as it considers reasonable to prevent snow and ice endangering the safe passage over public roads”.⁶

The Highways Agency in England aims to provide a winter service, which as far as possible, allows the safe movement of traffic on motorways and all-purpose trunk roads in England, and keeps delays and accidents caused by adverse weather to a minimum. The winter service delivery requirements for the strategic road network in England are set out in the Routine and Winter Service Code and the Network Management Manual which together provide the outcome specification and detailed advice respectively.

The Welsh Government Trunk Road Maintenance Manual; Part 5: Adverse Weather Service sets out the requirements and the advice of the Welsh Government [Local Government and Communities - Transport] for adverse weather and winter

service activities on motorways and all-purpose trunk roads which are within the responsibility of the Welsh Government, whereby top priority is given to the motorways and the more important all-purpose trunk roads.

3.2. Organization and operation of winter maintenance

The budget for winter service on roads in the United Kingdom is an estimated £150 million per annum. England and Wales spends approximately £20 million and £4 million on motorways and trunk roads winter service during an average winter respectively. Scotland spends up to £14 million on winter service. Approximately £5 million is spent on the winter service operation each year in Northern Ireland.

Both the English and Welsh trunk road maintenance manuals outline roles, responsibilities, operational purpose and techniques, application of salt and alternative de-icers, use of maintenance plant and equipment, liaison and communication.

Roles and Responsibilities – The Highways Agency (England), the Roads Service (Northern Ireland), Transport Scotland and the Welsh Government [Local Government and Communities - Transport] are responsible for setting the overall policy on the provision of winter services on the motorway and trunk road network. The service providers and maintenance agents normally undertake the operational management of the service and provide the necessary labour materials and in most cases the plant. In England on the strategic road network the Highways Agency provides the full fleet of dedicated pre-wet spreaders and snow blowers for the service providers to operate and about 75% of the depots to operate out of.



Service providers and highways/roads authorities throughout the UK typically prepare a severe weather/winter service plan updated annually, which describes the policy, objectives, procedures and operational arrangements. This document is

often made widely available so that local residents, transport firms and local industries may be informed of the level of service to be expected. In addition, the document details unique local conditions and how a satisfactory level of service will be provided, while at the same time complying with local, regional or national specific legislation.

Operational Purpose and Techniques – The operational arrangements within the severe weather/winter service plan define the precautionary pre-treatment network, the preparation, the dedicated spreading and snow-clearance plant, strategically sited stocks of de-icing agents, ice/snow prediction and monitoring, action/operational procedures for the treatment of ice and snow, defined procedures for public information/media coverage, and monitoring the effectiveness of action.

Pre-treatment is undertaken on all the major routes of the network and provides the most effective way of ensuring the safety of these routes where the majority of vehicle movements take place. The definitions and criteria applied to determine the precautionary pre-treatment network vary considerably between countries and highways/roads authorities.

The guide used by many is Appendix H of the Well-Maintained Highways Code of Practice which sets out the general national standard. The precautionary pre-treatment network will typically comprise a maintenance category priority order as indicated in the following table.

Maintenance category	Road type	Function
1	Motorways	Major road
2	Primary national trunk	Major road
3	National primary	Major road
4	Primary county	Interurban and through routes
5	Secondary county	Interurban and through routes

In addition to defining the network on a maintenance category basis, consideration is given to the criteria such as traffic flows, settlement population, emergency premises, adjoining highway authority salting networks with respect to lower road categories and important facilities for cycling and walking.

Treatment route optimization exercises are carried out to maximize efficiency and ensure coordination with other routes. This exercise improves the targeting of pre-treatment operations and minimizes inappropriate treatment on marginal weather forecasts by determining action on a route-by-route basis. The precautionary pre-treatment network is typically denoted on a map. In addition, route cards and maps are produced for each precautionary spreading route and copies retained in the assigned spreading vehicles at all times.

The precautionary spreading network is reviewed annually to reflect developments, improvements and changes in traffic patterns.

Highways/roads authorities and service providers define the planned winter service operations by late summer. The issues typically discussed at the winter preparation operations and pre-winter meetings are preparation of winter service plant and equipment, calibration of road weather sensors, plant and equipment, certification of plant operatives, preparation of winter service cover, de-icing agents stocks, contact/stand-by systems and rotas.

In addition to precautionary treatments in Scotland winter patrols operate on all motorways and selected major routes. Winter patrols are deployed to monitor conditions, provide salt treatments and plough as required.

Winter patrols operate on the busiest roads and those trunk roads that experience the severest winter weather when temperatures are forecast to be low and there is a risk of ice forming. Patrols operate from early morning through to the end of the morning peak period and at other times of the day when severe wintry weather is forecast, at the discretion of the Operating Company winter managers.

Patrol vehicles are fitted with surface temperature sensors which allow winter decision makers to monitor, in real-time, the road temperature at the location of each patrol vehicle. All motorways have a maximum 30 minute response time to winter incidents when the patrols are deployed.

The Application of Salt – The management of the salt stock and its replenishment is an essential element of effective winter service. Minimum holdings are specified for each depot, which can be varied over the winter period. The salt stock levels are generally based on historical information and are sufficient to cope with an average winter and are topped up should extreme weather conditions occur.

The use of salt barns, which is becoming more widespread across the UK, ensures that salt is maintained with low moisture content, preventing leaching and allowing easier handling of the salt.

The quality, chemical composition and uniformity of salt are important to ensure control of the rate of spread. Rock salt is used by most organizations in preference to vacuum and marine salt, mainly on the basis of cost. Generally, a fine grading of rock salt is used for precautionary salting due to reduced vehicle damage and a more uniform spread on the carriageway together with minimizing overspread and contamination of adjacent vegetation.

Type and grade		BS410 test sieve	% passing
Rock salt	Coarse	10 mm	100
		6.3 mm	75-95
		2.36 mm	30-70
		300 µm	0-20
	Fine	6.3 mm	100
		2.36 mm	30-80
Vacuum salt and marine salt	Coarse	10 mm	100
		1.18 mm	0-80
		150 µm	0-10
	Fine	1.18 mm	100
		150 µm	0-30

Grading of Salt (BS3247)

In 2008 the Highways Agency in England began a four year procurement of a fleet of new winter vehicles capable of spreading pre-wetted salt. Tanks fitted to the sides of the bodies on the new vehicles carry brine, which during treatments, is mixed with dry salt in measured proportions, to create the optimum blend (typically a 70:30 ratio, dry salt to brine). This pre-wetted salt is spread onto the surface of the road in a similar manner as if carrying out purely dry treatments. In Scotland all front-line vehicles also use pre-wetted salt and pre-treatment routes are designed to allow a maximum 40g salt treatment to be delivered in a single pass.

For treatments in extreme cold, Transport Scotland has developed guidance for the Operating Companies on the use of alternative de-icers that work at temperatures below which road salt (sodium chloride) becomes less effective. The guidance advises the trunk road operating companies on the storage, management and application of a range of alternative de-icers. Transport Scotland has obtained stocks of EcoThaw, Safecote and Magnesium Chloride. Experience of using alternative de-icers is being built by trialling enhanced performance specifications for treatments on high altitude sections of the A9. These are being evaluated alongside similar trials in England where extreme low temperatures are less common.

The Use of Maintenance Plant and Equipment – The serviceability of the winter service plant is crucial to the effectiveness of operations. It is therefore essential to operate a well-maintained fleet of spreading vehicles.

There is a vast selection of plant and transport available for highways/roads authorities with which to discharge their winter service responsibilities. The topography and needs of each country and area is unique and it follows that this will create the need for a particular range of equipment in order

to fulfil its function and the requirements. The choice in size and type of vehicle used depends on the character of the road network and length of salting route.

The new Highways Agency vehicles were procured through two companies: Romaquip and Schmidt. The Romaquip spreader body is constructed almost entirely from stainless steel. The benefits of this construction include reduced maintenance and increased operational life. The Schmidt vehicle is equipped with a Stratos modular hopper with a powder-coated finish (electrostatic spraying and baking) which is an advantage for work in the harsh winter environment. Initial vehicles rolled out are on MAN Euro IV chassis and vehicles rolled out at the end of the programme operate on Volvo Euro V chassis. A vehicle with stainless steel spreader body is shown overleaf



Careful consideration is given in regard to resource requirements to react to heavy snowfalls. Purpose built four or six wheel drive spreading plant is assigned to high ground or routes with significant gradients where increased traction and pushing power are essential in the event of heavy snowfall. Provisions are made for reserve snowploughs to be available to provide additional support and give cover in the event of damage to front-line equipment.

‘Vulnerable locations’ are identified where the road gradient can make it difficult for HGVs and other vehicles to make progress in wintry conditions. Service providers evaluate the most vulnerable locations within their area and develop various measures, documented within their Winter Service Plans, which they will employ when severe weather is forecast. The measures include additional salt applications during precautionary treatments, special attention during winter patrols, pre-positioning snow ploughs vehicles in advance of snow storms. In addition, enhanced arrangements are put in place with recovery vehicle operators to aid quicker recovery of vehicles in difficulty or clearing incidents.

Where precautionary treatment shall be insufficient to prevent ice or snow remaining on the trunk road, further treatment

including salting, ploughing and/or snow blowing is carried out to restore all roads to a safe condition and expose the original surface as soon as reasonably practicable. Snow is ploughed when the snow depth exceeds 30 mm. Each pass of the plough is supplemented by the spread of salt in accordance with a treatment matrix such as the one opposite.

Procurement of the Highways Agency fleet has resulted in savings in salt usage. This is due to the fact that the new fleet is more accurate in spreading salt has the ability to alter spread rates in 1g/m² increments. This has allowed the Highways Agency to adopt a new treatment matrix that works at reduced spread rates to those previously applicable. The treatment rates for ice and snow conditions currently used by the Highways Agency can be seen in the table below.



Calibration of salt spreaders is essential to providing an efficient winter service operation and attention is given to the tests ensuring that each vehicle is achieving the correct spread rate and width of spread within defined parameters. The calibration of equipment is carried out in advance of the expected first frost by the Highways Agency. Transport Scotland vehicles are calibrated twice each winter, in September and again in January.

Mutual Aid – Whilst each organization must prioritise the treatment of their own networks, there are often arrangements between organizations to provide mutual aid. This includes the sharing of plant, labour and salt. One example of this mutual aid in action can be found in Scotland where salt procured by the trunk road service provider is stored by the local authority with good flexible work arrangements. The mutual aid arrangements facilitated the sharing of snow blowers to each other in order to respond quickly to varying weather patterns.

Road Weather Information Systems - Accurate prediction of ice and snow is a key factor in facilitating efficient winter service operations, minimizing abortive salting works while keeping the network as safe as possible.

Highways/roads authorities make considerable investment in the very latest technology to provide the means for accurate prediction so that appropriate winter action is taken. In England, there are currently 242 weather stations active on the Highways Agency's road network gathering weather data. In Scotland there are 153 weather stations across Transport Scotland's road network. Transport Scotland also has 50 patrol vehicles equipped with remote accessible mobile temperature sensors and CCTV cameras in spreader vehicles to show real time conditions.

Road weather information systems allow remote monitoring of weather conditions that impact upon the safe operation of road networks in real time. They feed into the production of weather forecasts and provide support to maintenance and operations personnel enabling them to make informed and timely decisions.

6.1.2 Treatment Matrix Guide

Weather Conditions Road Surface Conditions Road Surface Temperature (°C)	Air Temp	Treatment
Frost or frozen road RST at or above -2°C (irrespective of dry, damp or wet conditions)		8
Frost or frozen road RST below -2°C and above -5°C and dry or damp road conditions (see Note 2 if damp and lightly salted)		10
Frost or frozen road RST below -2°C and above -5°C and wet road conditions (see Note 2 if lightly salted)		10
Frost or frozen road RST at or below -5°C and above -10°C and dry or damp road conditions (see Note 2 if damp and lightly salted and Note 5)		10
Frost or frozen road RST at or below -5°C and above -10°C and wet road conditions (see Note 2 if damp and lightly salted and Note 5)		10
Light snow/frost <10 mm		10
Medium/heavy snow or freezing rain forecast		2 x 10
Freezing rain falling		20
After freezing rain		20
Ice formed (near road surface)	above -5°C	20
Ice formed	at or below -5°C	2 x 20
Hard packed snow/ice	above -5°C	20
Hard packed snow/ice	at or below -5°C	2 x 20

The rate of spread for pre-wetted salt may, if appropriate, be adjusted to take account of residual salt or surface moisture.
If too low, assume that two treatments are required to achieve spread rates at or exceeding 30g/m².

Notes:

- 1) Spread rates for pre-wetted salt is the combined weight of dry rock salt and water contained at 70:30 proportions by weight respectively with a maximum water concentration of 22% salt.
- 2) When no has formed or snow is dry (dry salt) is the preferred treatment unless the road is closed to 50% when pre-wetted salt may be used. Pre-wetted salt is the preferred treatment in absence of such conditions.
- 3) Treatments should be carried out, whenever possible, after traffic has dispersed standing water. Excessive salt rate treatments (for both pre-wet and dry salt operations) should be considered for lightly trafficked roads at the lower end of temperature bands indicated.
- 4) For snow covering forecast to exceed 30mm ploughing should be conducted early enough to ensure severe accumulations do not ensue. This table is the guide for pre-wetted salt treatment.

Ice and Snow Clearance Treatment Rates (Source: Highways Agency)

In severe snow situations highways/roads authorities also make use of snow blowers, which are either self-propelled or de-mountable units. In Scotland where heavy snowfalls are a regular occurrence each year the self-propelled units are essential. The modern blower is powerful and capable of moving a high volume of snow. Transport Scotland recently introduced innovative new equipment including icebreakers, inverted V-ploughs and footway snow blowers.

A road weather information system typically consists of Environmental Sensor Stations (ESS), commonly referred to as weather stations, and a web based service for the dissemination of information generated by the ESS to its users.

All highways/roads authorities throughout the United Kingdom make use of road weather information systems.

Latest Advances in UK Road Weather Information Systems – Highways Agency Weather Information Service

- During 2011/12, the Highways Agency introduced its new Highways Agency Weather Information Service (HAWIS), which replaced the previous set of Road Weather Information System contracts that were procured through Vaisala. The most notable difference resulting from this development is a move towards the provision of a single source of weather information available to the whole of the Highways Agency and its partners and an all year round weather information service that focuses on all types of severe weather.

The new HAWIS service comprises of four principal elements:

- A network of Environmental Sensor Stations (ESS) maintained by the technology maintenance contractors who also look after all the other technology assets;
- A central bureau service;
- Provision of weather forecasting; &
- Connectivity requirements between the ESS and the central bureau.

Data from the Highways Agency's network of weather stations is polled every 10 minutes throughout the year for display on the HAWIS website.



A Weather Station on the HA Network

HAWIS provides the following types of weather information to its users:

Weather Forecasts - HAWIS forecast provision is split into two parts; detailed Area forecast contracts and a national weather forecast service which includes the provision of weather consultancy advice to the Agency from the Met Office. Area road weather forecasts are plain text forecasts, which cover the whole area of operation of that particular highways/roads authority/Service Provider. The information is similar to a traditional type of weather forecast, such as those seen in a newspaper or on the Internet, with the exception that all weather described is related to conditions on the road network. 24 hour, 2 to 5 day and 6 to 10 day forecasts are all provided, and the latest severe weather warnings and Environment Agency Flood warnings can all be accessed via the HAWIS website.

Site-specific weather forecasts are provided for a single point on an Area network stretching 24 hours into the future. These are normally provided for locations where a road sensor exists. Data from ESS is fed via a bureau service to forecasting organizations that combine the current condition data with their own forecast models to provide detailed site-specific forecasts within HAWIS. These forecasts are provided in a table format for various weather parameters such as road temperature, road state, air temperature, dew temperature, wind speed, precipitation and cloud state. They provide the Service Providers with easier monitoring and verification capabilities than traditional weather forecasts. Service providers use this information to determine their treatment method and more importantly the timing.

Environmental Sensor Station Observation Information - Data is polled every 10 minutes from individual ESS. When it is received by HAWIS it is displayed in both a tabular and map view as information relating to various weather parameters in a common format understood by all users. Examples include Road surface Temperature, road surface state, air temperature, visibility, wind speed and direction. The information displayed for each individual ESS depends on the type of sensors present at an ESS.

The latest observation information is important for comparing actual conditions on the Strategic Road Network to those that were forecast, and allows Service Providers to react to changing conditions during a live severe weather event. An interactive graph feature also allows users to monitor how a weather parameter of their choice has changed over time. In addition to this, a network of CCTV cameras located at selected ESS enable users to view up to date still images of the current situation 'on the ground'. These are useful for monitoring live snow events.



Map view of Road Surface Temperature Observations in HAWIS

Satellite Information and Forecast Images - HAWIS has the functionality to provide users of the service with weather satellite information and forecast images. This information has been procured centrally through the Highways Agency via the Met Office. Weather satellite information is useful to determine the movement of weather systems in the assessment of a possible extended period of adverse weather and determination of cloud cover, which is highly relevant when forecasts are marginal. This can help in defining treatment times. Forecast images in HAWIS are available for precipitation, wind, visibility and pressure/fronts.



HAWIS – Precipitation Radar

Alarms and Alerts - An alarm and alert functionality within HAWIS allows users to set up alarms that are triggered when a set of pre-defined criteria are met. Alerts can be created to warn selected users of an alarm being triggered. For example, an alarm can be set to alert those responsible for making treatment decisions when road surface temperatures fall below a certain threshold. On reaching the threshold the selected

users are alerted directly through the website and also via e-mail. Such e-mail alerts negate the need to remain logged in to the HAWIS website and ensure users are informed of the latest developments on their network at all times.

3.3. Assessment of the snow & ice control measures

Snow & ice control measures are typically included within the winter service plan. Local highways/roads authorities within the United Kingdom work to a 'best value' business principle. A range of performance indicators (PI) are used to monitor winter maintenance.

Examples of performance indicators are:

Objective:	Compliance with response time for leaving the depot
PI:	Number of late departures; 100% compliance expected.
Objective:	Compliance with response times for completing the routes.
PI:	Number of late arrivals; 100% compliance expected.
Objective:	Receipt of the service provider's diary.
PI:	Number of diary entries received after the agreed time limit as a percentage of total winter service diary entries.
Objective:	Receipt of the winter service order.
PI:	Number of orders received after the agreed time limit as a percentage of total winter service orders.
Objective:	Average cost to salt per kilometre.
PI:	Cost per winter service season.

Auditing the service can be undertaken in two different and separate forms. The first is by desktop, through analyzing written records such as tachographs, computer printouts (possibly involving GPS), salt diaries, confirmation of call-out, driver training records, quality assurance operating procedure/ winter service manual, and salt management records for the individual salting routes. The second is on-site, by carrying out random inspections to check that salt is being placed on the network at the correct time and in the right manner. A comprehensive record must be kept for each audit.

An important part of road weather information systems is to record base data in order to be able to assess the value of the forecasts. In general, it can be said that a road weather forecast has value if a correct decision is taken which prevents the formation of ice or snow accumulation on roads and/or a correct decision is taken which prevents the use of unnecessary de-icer applications. However, assessing value is complicated by external factors such as the residual de-icing chemical on the road and political considerations, which can bring about unnecessary treatments.

In order to judge the value in a forecast it is best to look at forecasts of road frost. This is usually done using a 2x2 contingency table, which compares the forecast against the actual.

Two by two contingency table		
	Frost forecast	No frost forecast
Frost occurred	Protection cost: (F/F)s	Damage cost: (NF/F)s
No frost occurred	Protection costs: (F/NF)	Correct rejection: (NF/NF)

By assigning financial values to these contingencies it is possible to derive a measure of value from the forecast. Using the contingency table there are a number of derived variables which can be produced:

- Percentage correct;
- Probability of detection;
- False alarm rate;
- Frost frequency.

3.4. Traffic safety and information

Contact through the traditional and more modern media is important as a means of keeping the road user informed of adverse conditions and promoting safety on the highway.

Through this contact with the community and road users, the operations are more effective, better understood and promote a positive interchange of views with the public. Highway/roads authorities therefore make use of several means of communication which include:

- Leaflets on ways motorists can help to improve road safety;
- A plan of the spreading network;
- Press releases relating to winter service and particular highway incidents;
- Press articles;
- Press/radio/television interviews;
- Information passed through motoring organizations and local radio stations;
- Information and advice on highway/road authority websites;
- Information on variable message signs both in advance of and during severe weather;
- Information passed through social media networks such as Facebook and Twitter; and
- YouTube videos to explain how winter service is delivered.

Many highway/road authorities provide information and advice to the road user through their websites, which includes details of priority treatment routes and advice on preparing for

the winter. In recent years the use of social media networks for the dissemination of information to the road user has grown. In terms of adverse weather, Highway/roads authorities are making use of their Twitter and Facebook pages to inform road users of spreaders on the road and also to warn of forecast adverse weather conditions.



Highway/roads authorities' use of social media

For the English Trunk Road Network, weather and road condition information is distributed to the media and the Highways Agency's customers from the Highways Agency's National Traffic Operations Centre (NTOC) in Birmingham. During the winter months weather forecasters are stationed in the NTOC to ensure that the Highways Agency can provide early warning of severe weather and give targeted advice about safe driving and road conditions regionally or nationally as appropriate.

The Highways Agency operates a web-based winter reporting system in England, which provides the management team, Ministers and the Press Office with information on the state of the network and weather-related incidents. The winter reporting system also ensures that adjacent service providers, local authorities, police, and Highways Agency area teams are aware of winter service decisions. The service providers have a minimum requirement to report on the state of the network and treatment decisions at 8:30am and 3:00 pm each day. In addition, the service providers are to give an assessment of the weather forecast and their intended winter service action for the weekend before 3.00 pm on Friday.



Following the success of the Highways Agency's web based winter reporting system and in particular the salt management facility, all highways authorities in England and Wales now use it so that a national overview of salt stocks can be derived. This

live, reliable and accurate stock reporting is an aid to both the authority and the salt supplier.

In Northern Ireland, information on salting activities is relayed electronically to the broadcast media to ensure that the latest news on road conditions is available to motorists prior to peak travel periods.

Transport Scotland's winter response is co-ordinated from the control centre for Traffic Scotland, the national ITS (Intelligent Transport System). It is controlled and operated from a purpose built control centre, opened in 2013, at the existing Forth Road Bridge, ideally located for optimal management of the existing bridge and the new Forth Replacement Crossing, which will be opened in 2016.

In Scotland, the daily winter action plans are being made publicly available on the Traffic Scotland website. The information goes live at 3pm each day following receipt of the forecast. The action plan information tells people where the salt spreaders will be at what time and how much salt they will be spreading.

Transport Scotland working in partnership with the Scottish Police has developed a severe weather information strategy to warn and inform road users when significant disruption to the road network is expected during extreme weather. The advice and information service is instigated when severe weather is forecast within Scotland. Forecast information will be provided in advance of, and during, any severe weather event.

Travel advice issued is aligned to four specific risk categories, with the appropriate warning issued based upon the anticipated severity of conditions described within the weather forecast. The four levels of advice are:

- Normal operations - No severe weather
- Travel with caution - Police are advising travellers that conditions for road travel are hazardous and drivers should exercise extra caution
- High risk of disruption for road journeys - Police are advising that conditions for travel are extremely poor and there is a high risk of disruption for road journeys. Travellers are likely to experience significant delays
- Avoid travelling on the roads - Police advise drivers to avoid travelling on the roads. Travellers will experience severe delays of several hours or more.

This advice is provided to road users through Transport Scotland's network of Variable Message Signs, the Traffic Scotland website, radio travel information broadcasts and the Traffic Scotland Customer Careline to help them play their part during extreme weather events.

The Scottish Multi Agency Response Team (MART), a group of partners that work together to improve the quality and timing of transport information, co-ordinates the flow of information between agencies and the public. A Met Office representative works in MART to ensure that any changes to the severity or areas affected by severe weather can be updated and provided to the public. The MART consists of Traffic Scotland, Transport Scotland, the Met Office, the operating companies, Network Rail, First Scotrail, Confederation of Passenger Transport, Police Scotland, and the Society of Chief Officers of Transportation in Scotland. Other ways in which Transport Scotland makes information available to the public include:

- The provision of CCTV camera images on its website, enabling road users to check current conditions on the network before setting out on their journey.
- The Travelline app for smart phones.

In Wales, the Welsh Government promotes the service providers to develop effective liaison and communications with Police, media, emergency services, public transport operators, freight transport, and haulage and automobile associations directly in order to avoid extended chains of information. A Traffic Management Centre is located in North and South Wales, and through "Traffic Wales" the public is informed of traffic and road conditions. Where there is an impact on the operation of the motorway or trunk road network as a result of weather or incidents the most up to date information is available.

During severe weather conditions the Traffic Management Centre facilities are utilised to coordinate and manage winter service activities and liaise with other highway authorities.

3.5. Local community collaboration

Many local authorities have taken steps to collaborate with local communities in the delivery of certain aspects of winter service. Examples of this collaboration include the provision of salt/grit bins in locations that are not on treatment routes or where a particular hazard has been identified. The public are able to access these bins for use in the community on public roads and pavements. This can be particularly useful for 'joining up' treatments from the main road carried out by County Council spreader vehicles to smaller access roads. Norfolk County Council can be used as one example of this scheme in action. They first implemented the sponsorship and provision of salt/grit bins through Parish, Town, District and Borough Councils in 2010. By 2012, Norfolk had a total of 1500 salt/grit bins available around the county for public use.



County Council supplied Salt/Grit Bin

Some local authorities have commenced Snow Champion schemes. Champions are provided with the correct equipment and guidance on how and when to clear footways. There is no contractual relationship with the Snow Champions and this is on a purely voluntary basis. An example of this scheme can be found in Cumbria County Council, who during the 2012/13 winter season, were aiming to recruit up to 300 volunteers (around 50 in each district) to help clear snow and ice from footways and pavements near their homes.

A similar scheme used by other County Councils involves the recruitment of town and parish councils to help keep paths and pavements clear during the winter. Town and parish councils are provided with salt free of charge, and free training courses for the safe operation of clearance of snow and ice from footways. In return the town/parish council are asked to provide details of footways treated using the free salt provided, identify a 'Snow Warden' to co-ordinate activities locally and provide information to the County Council about local conditions, and someone who has the authority to order the refilling of bins on behalf of the parish/town council.

Other local authorities have contracted out snow clearing work in isolated villages, industrial areas and schools not on treatment routes to farmers and other large vehicle drivers as part of a tendering process to provide added capabilities during instances of severe weather. One of the benefits of using those from local communities to assist with treatment is the local knowledge they have of the roads that need treating the most in their communities.



Snow Clearance by a Farmer on a minor road

Suffolk County Council has contracts with over 200 farmers (and other contractors) and Kent County Council has arrangements with approximately 180 farmers across the county, who assist in snow clearance when needed. Many other County Councils have similar numbers of arrangements with farmers. An example of how this works in practice can be seen at Norfolk County Council. A mixture of modified ploughs supplied by the County Council and farmer owned ploughs are used to enable the clearance of snow on minor roads that are not on priority routes. Farmers receive start of season training/briefings on how to undertake the activities and all equipment is inspected by the county council prior to the start of the winter season to ensure it is in a safe and working order.

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

4.1. Advances in spreader technology

Since the mid-1990s organizations throughout the United Kingdom have been seeking to reduce salt usage through the integration of new technologies, such as global positioning system (GPS), geographical information systems (GIS), digital radio communications and forecast thermal mapping. Experimentation through recent research and development projects in the United Kingdom has demonstrated that selective salting is both possible and desirable. The possibility to start and stop spreading also provides the possibility of varying the spread rate along the route in accordance with the forecast thermal map temperatures. The next logical step would be to provide real-time weather data captured by the vehicle as it travels along the route and this is now possible through the spreaders reading and recording road surface temperatures whilst carrying out their route.

The Highways Agency's winter fleet in England is equipped with a data logging capability which provides a facility for real time data capture. The amount of salt spread, spread width, material type, time taken to complete the route, and, fuel usage are examples of some of the elements that data logging can capture. The use of data logging further aids the Highways Agency and its Service Providers to monitor salt usage and spreader driver behaviour, thus improving the sustainability of the winter service provided.



Example of Idling Summary Report

For example, an 'idling' summary report can be ran to determine the amount of time spreaders are left to stand whilst the engine is still running. Excess 'idling' results in fuel wastage and the data logging reporting functionality allows instances of this to be monitored and highlighted to offending drivers.

Another benefit of the data logging technology comes in the form of protection against claims from third party motorists. This is a key issue for the Highways Agency and data logging provides robust evidence to strengthen the defence against claims as data logging can pinpoint a vehicle's location at any moment in time.

In October 2012, the Highways Agency, in association with Masternaut, completed the development of an Application Program Interface to push data from spreaders to Variable Message Signs (VMS). The development of this interface enables spreaders to automatically set VMS messages to inform the road user that salt is currently being spread on the network. The interface is now being implemented in one of the Agency's Areas, with the intention to roll out across the entire national network if successful. It is believed that the full implementation of this interface will achieve approximately 1/3 in energy reductions against the current methods for setting VMS from control centres and provides road users with more accurate information. Cost savings are likely to be in the order of £100,000 per winter period across the Agency's network.

4.2. Alternative materials

As part of the drive to reduce salt usage the Highways Agency is looking at the suitability of brine only treatments. Brine is particularly suitable for precautionary treatments on marginal nights which can be typical due to the weather patterns in much of the United Kingdom. The economical and social impact of winter treatments is being assessed by trials to measure the corrosive effect of various de-icers on highway assets. In addition, work into the environmental effects of winter treatments also continues.

Much of the ongoing work on the use of alternative materials in the UK is based around the need for intelligent application of treatment materials to best fit the environmental conditions of the location it is applied. This also extends to the geopolitical environment. For example, Norfolk County Council undertook trials using alternative liquid de-icers on priority footways using a drop sprayer mounted on a small grounds maintenance vehicle. The purpose of the trials was to reduce the number of complaints about tracking rock salt into shops and to provide a more effective treatment on footways at lower temperatures. Trials proved effective preventing the formation of ice in low temperatures experienced during the 2010/11 winter season, and also resulted in fewer complaints from shopkeepers.

4.3. Residual salt measurement

Within the United Kingdom research is ongoing into measuring residual salt on the road surface. Currently road inspections confirm whether there is sufficient residual salt on the road to deal with the current conditions. There is a great possibility in the future that the measurement of residual salt on road surfaces might take place through intelligent systems.

4.4. Mobile Condition Sensors

In Scotland, four winter spreader vehicles used to patrol the M8 utilise a mobile condition sensor that monitors pavement condition - grip and pavement temperature in real time. The data is displayed on a smart phone on the dashboard of the vehicle or transmitted via the phone's mobile network to road weather management software for viewing by others at a central control room. It provides information that can be used to compliment existing fixed weather stations allowing the patrol driver and winter duty personnel to make better informed decisions on the need to carry out ad-hoc treatments on the network.



Transport Scotland are now collaborating with the equipment provider to further develop the functionality of the website to provide a versatile tool for monitoring and reviewing the conditions on the network.

5. Endnotes

- 1 Transport Statistics for Great Britain (TSGB) 2012;
- 2 Northern Ireland Transport Statistics 2003-2004; Transport Statistics Scotland 2003
- 3 Section 41 (1A) of the Highways Act, 1980; Section 111 of the Railways and Transport Act 2003; Section 150 of the Highways Act 1980
- 4 Section 150 of the Highways Act 1980
- 5 In Scotland, the terminology used is 'road' instead of 'highway'.
- 6 Section 34 of the Roads (Scotland) Act 1984



UNITED STATES



1. Demographics and Roads

1.1 Information about the country

The United States of America is a federal system with 50 states, the District of Columbia, and numerous local governments within each state. The Federal Highway Administration (FHWA), within the national executive branch, neither operates nor builds highways, but administers over \$26 billion per year of federal-aid highway funds to states and localities, primarily for capital expenditures. The total expenditure for highways is over \$118.3 billion per year, mostly funded by state and local governments (3).

The total area of the United States is over 9.1 million square km. More than 81% of this land (or 7.4 million square km) is in snowy regions, which receive more than 13 cm of average snowfall per year. The population of the United States exceeds 304 million people (17). Nearly 71% of Americans (or more than 215 million people) live in snowy regions.

Area	Total	9,161,979 km²
	Snowy regions	7,447,614 km²
Population	Total	304.06 million
	Snowy regions	215.79 million
Road Length	National Highway System	262,809 km
		Snowy regions 195,626 km
	Other Federal-Aid Hwys	1,320,998 km
		Snowy regions 958,957 km
	Non Federal-Aid Hwys	4,900,125 km
		Snowy regions 3,678,426 km
	Total	6,483,932 km
		Snowy regions 4,833,010 km
Latitude (capital)		39°N

1.2 Road network and traffic

The road network consists of more than 6.4 million km of highways. Over 262,000 km of the road network are part of the National Highway System, which is comprised of interstate expressways and primary roads. There are over 1.3 million km of other federal-aid highways and more than 4.9 million km of non-federal-aid highways. On average, each vehicle travels more than 19,300 km each year. Nearly 235 million passenger vehicles (cars and light trucks) use U.S. highways to commute to work, for personal business, or for recreational travel (3). More than 3 million commercial vehicles use the highways, with about 1.1 million being long-distance freight haulers (10).

Winter weather has a significant affect on traffic flow, road safety, and agency productivity. It has been estimated that 23% of the non-recurrent delay on highways across the nation is due to snow, ice, and fog. This amounts to an estimated 544 million vehicle-hours of delay per year. Snow-covered and icy pavement also caused significant delay.

Each year, approximately 2,200 people are killed in crashes during snowfall and sleet or in crashes on pavement covered with snow, slush, or ice. Approximately 192,500 people are injured in these crashes annually. Winter road maintenance accounts for roughly 20% of state transportation agency maintenance budgets. Each year, state and local agencies spend more than \$2.3 billion on snow and ice control operations (2).

2. Climate

2.1 Overview of climatic areas

The United States has a variety of climates due to significant terrain differences, its proximity to large water bodies and a large land area between its northern border and the Polar regions that allows arctic air to migrate south in the winter with minimal moderation. The 48 contiguous United States

INDEX

Mean Annual Snowfall (cm)

- 0.0
- 0.1-7.6
- 7.7-15.2
- 15.3-30.5
- 30.6-61.0
- 61.1-91.4
- 91.5-121.9
- 122-182.9
- >182.9

Greatest Daily Snowfall – cm (year)

State	Greatest Daily Snowfall (cm)	Year
Alaska	157	1955
Washington	132	1954
Oregon	94	1949
California	152	1933
Nevada	63	1992
Idaho	76	1968
Montana	122	1982
Wyoming	81	1980
Utah	89	1964
Arizona	96	1987
New Mexico	91	1931
Colorado	140	1997
Nebraska	61	1965
Kansas	51	1985
Oklahoma	58	1971
Texas	61	1929
North Dakota	99	1996
South Dakota	61	1984
Minnesota	91	1994
Wisconsin	63	1952
Illinois	53	1959
Indiana	51	1979
Michigan	76	1996
Ohio	51	1981
Pennsylvania	53	1950
West Virginia	84	1967
Maryland	50	1993
Delaware	51	1993
District of Columbia	49	1964
Virginia	71	1998
North Carolina	48	1973
South Carolina	47	1973
Georgia	46	1963
Florida	10	1954
Alabama	33	1960
Mississippi	46	1963
Louisiana	61	1925
Arkansas	51	1979
Missouri	53	1959
Iowa	51	1981
Illinois	53	1950
Indiana	84	1967
Ohio	53	1950
Pennsylvania	96	1958
West Virginia	84	1967
Maryland	50	1993
Delaware	51	1993
District of Columbia	49	1964
Virginia	71	1998
North Carolina	48	1973
South Carolina	47	1973
Georgia	46	1963
Florida	10	1954
Alabama	33	1960
Mississippi	46	1963
Louisiana	61	1925
Arkansas	51	1979
Missouri	53	1959
Iowa	51	1981
Illinois	53	1950
Indiana	84	1967
Ohio	53	1950
Pennsylvania	96	1958
West Virginia	84	1967
Maryland	50	1993
Delaware	51	1993
District of Columbia	49	1964
Virginia	71	1998
North Carolina	48	1973
South Carolina	47	1973
Georgia	46	1963
Florida	10	1954
Alabama	33	1960
Mississippi	46	1963
Louisiana	61	1925
Arkansas	51	1979
Missouri	53	1959
Iowa	51	1981
Illinois	53	1950
Indiana	84	1967
Ohio	53	1950
Pennsylvania	96	1958
West Virginia	84	1967
Maryland	50	1993
Delaware	51	1993
District of Columbia	49	1964
Virginia	71	1998
North Carolina	48	1973
South Carolina	47	1973
Georgia	46	1963
Florida	10	1954
Alabama	33	1960
Mississippi	46	1963
Louisiana	61	1925
Arkansas	51	1979
Missouri	53	1959
Iowa	51	1981
Illinois	53	1950
Indiana	84	1967
Ohio	53	1950
Pennsylvania	96	1958
West Virginia	84	1967
Maryland	50	1993
Delaware	51	1993
District of Columbia	49	1964
Virginia	71	1998
North Carolina	48	1973
South Carolina	47	1973
Georgia	46	1963
Florida	10	1954
Alabama	33	1960
Mississippi	46	1963
Louisiana	61	1925
Arkansas	51	1979
Missouri	53	1959
Iowa	51	1981
Illinois	53	1950
Indiana	84	1967
Ohio	53	1950
Pennsylvania	96	1958
West Virginia	84	1967
Maryland	50	

As shown in the Mean Annual Snowfall maps, geographical factors create large differences in average snowfall. Most states experience significant snowfall. The exceptions are located along the southern tier of the CONUS along the Gulf coast, the southwestern deserts, the Pacific coast and Hawaii. Ice without snow can also form on roads, especially in more temperate and coastal areas.



SNOW AND ICE DATABOOK 2014

2.2 Statistics on temperature and precipitation

Table 1 lists temperature and precipitation statistics for the 10 U.S. cities depicted on the Mean Annual Snowfall maps (9).

snow amount (AMT), storm duration (DUR), and incidents (INC) such as drifting, cleanup, and frost runs. The Wisconsin winter index is used to classify the type of winter and to evaluate expenditures and performance.

Location	Normal Daily Minimum Temperature (Degrees C)				Normal Monthly Snowfall (cm)				Normal Annual Snowfall (cm)	Normal No. of Days: Snowfall >2.5 cm	Max. Snowfall in 24 hours (cm)	Max. Snow Depth (cm)
	Dec	Jan	Feb	Mar	Dec	Jan	Feb	Mar				
New York, NY	-0,2	-3,2	-2,2	1,7	6,6	20,6	19,3	8,1	56,9	6	67,1	55,9
Buffalo, NY	-4,7	-7,9	-7,4	-3,3	64,8	66,3	45,2	9,1	246,4	27	96,3	111,8
Washington, DC	0,0	-2,6	-1,3	2,9	3,8	15,7	13,2	4,1	38,6	4	47,5	55,9
Chicago, IL	-6,4	-9,8	-7,1	-1,9	22,1	28,7	21,1	15,2	96,5	12	47,2	71,1
Minneapolis, MN	-11,7	-15,4	-11,2	-4,7	25,4	34,3	20,8	26,4	142,0	17	53,3	96,5
Saint Louis, MO	-3,4	-6,0	-3,1	2,3	12,4	18,8	12,2	8,4	57,2	6	35,3	50,8
Denver, CO	-8,7	-9,3	-7,2	-3,7	22,6	19,6	16,0	29,5	154,9	18	59,9	158,0
Boise, ID	-4,4	-4,7	-1,8	1,1	16,3	12,4	8,4	3,8	49,5	7	33,0	33,0
Seattle, WA	2,2	2,2	2,9	3,9	6,4	6,1	3,3	1,5	20,6	3	54,4	53,3
Anchorage, AK	-11,4	-12,6	-7,7	-1,8	37,8	22,9	27,9	26,2	176,5	20	55,9	2,301,2

Table 1: Temperature and Precipitation Statistics for 10 U.S. Cities

2.3 Winter indexes used in the country

Several state Departments of Transportation (DOTs) have developed or adopted winter indexes (15). The Indiana DOT has developed a winter index for each of four winter climatic zones in the state. They have also developed a state-wide index. Indiana's indexes use seven weather factors including frost day, freezing rain, drifting snow, amount of snowfall, snow depth, storm intensity (or duration), and average temperature during the event. Indiana DOT plans to use the indexes to analyze winter severity and compare snow and ice control efforts in different climatic zones.

$$W = 0.71839 * Frost + 0.87634 * FreezingRain + 2.90112 * Drifting + 0.32281 * Snow + 3.72981 * SnowDepth + 3.23541 * Hour + 2.80668 * AverageTemperature$$

The Washington State DOT uses a frost index, which is a winter index without a snowfall factor. The frost index is related to performance measures for snow and ice control strategies. When the winter road maintenance budget is exceeded, the DOT plans to use the frost index to help justify requests for additional funding.

The Wisconsin DOT uses a winter index with five weather factors including snow events (SE), freezing rain events (FR),

$$W = 0 * \frac{E}{6} + 5.9 * \frac{R}{2} + 8.5 * \frac{AMT}{314} + 9.4 * \frac{DUR}{1125} + 9.2 * \frac{INC}{6}$$

The Kansas DOT and the Minnesota DOT have adopted a winter index developed by the Strategic Highway Research Program (SHRP). Weather factors in the SHRP index include mean daily snowfall (S), proportion of days with air frosts (N) (that is, days with maximum air temperature at or below 0 °C), temperature range (R), and an average daily temperature index (TI). The temperature index is 0 if minimum air temperature is above 0 °C, 1 if maximum air temperature is above 0 °C while minimum air temperature is at or below 0 °C, and 2 if the maximum air temperature is at or below 0 °C.

$$W = a(T)^{0.5} + b \ln\left(\frac{S}{0} + 1\right) + c \frac{(N)^{0.5}}{R + 0} + d$$

3. Winter Road Management

3.1 Standards and rules

Because of the allocation of maintenance to state and local governments, there is no national policy for winter road maintenance in the U.S. State and local governments may operate their own maintenance equipment, hire contract services, and establish their own Level of Service (LOS) goals.

Level of Service may be based on pavement condition goals, traffic levels, or customer satisfaction. Winter road maintenance efforts vary based on climatic conditions, agency resources, and roadway characteristics. Higher classes of highways generally receive more attention. Routes on the National Highway System are typically cleared more completely and quickly. Critical areas like mountain passes may have snow-chain requirements for vehicle tires, and many local streets are designated “snow emergency routes” that must be cleared of parked cars during snow events.

In the United States, winter road maintenance involves controlling snow and ice through mobile techniques or fixed systems. Mobile snow and ice treatment strategies include plowing snow, spreading abrasives (such as sand, ash, and crushed stone) to improve vehicle traction, and dispensing anti-icing/deicing chemicals to lower the pavement freezing point and minimize bonding of snow and ice to pavement surfaces. These strategies are often used in combination. In regions with heavy snowfall, maintenance managers may also erect snow fences adjacent to roads to reduce blowing and drifting snow. (13)

Surveys by the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Lead States Program have found that nearly 40 states use anti-icing strategies. In addition to mobile anti-icing/deicing operations, 23 states have deployed fixed anti-icing/deicing systems on bridges, sharp curves, and other locations prone to icing (15). These fixed systems typically consist of a controller, tanks, pumps, conduits, and nozzles that dispense anti-icing chemicals on a predetermined area of pavement. Chemical applications can be activated manually or automatically based on Environmental Sensor Station (ESS) data.



Fixed Anti-Icing Spray System
(Photo courtesy of CRYOTECH Deicing)

Several types of snow and ice control materials are used in the U.S. including solid chemicals (dry and prewetted), liquid chemicals, abrasives, as well as abrasive and chemical mixtures. Chemicals used include sodium chloride, calcium chloride, magnesium chloride, calcium magnesium acetate, potassium acetate, calcium acetate, and magnesium acetate; with sodium chloride being the most prevalent. Snow and ice control material application rates depend on conditions (such as weather, pavement, and traffic) at the time of treatment and on how conditions are expected to change prior to the next treatment (15). Abrasive application rates range from roughly 140 kg to 419 kg per lane km with the average being approximately 224 kg per lane km. Application rates for solid and liquid chemicals vary based on pavement temperature ranges, dilution potential, and ice-pavement bonding. The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) has developed general guidelines on the use of treatment materials and application rates (7).

Solid treatment materials are often applied to roads by maintenance vehicles equipped with spreaders, which typically dispense free-flowing granular materials across a width ranging from one to twelve meters. In many cases spreader operation is automatically adjusted based on vehicle speed. Liquid treatment chemicals are usually applied with vehicle-mounted spinners or spray nozzles. Different types of hydraulic snowplows are used including one-way front plows, reversible plows, deformable mouldboard plows, underbody plows, side wings, and plows designed specifically for slush removal. (15)

Several states have demonstrated and tested advanced winter maintenance vehicles and new maintenance vehicle management systems (15). Snowplows equipped with environmental sensors, as well as Automated Vehicle Location (AVL) and Global Positioning System (GPS) technologies are being used to monitor air and pavement temperatures, observe pavement conditions, track vehicle locations, monitor vehicle systems (such as plow position, material application rate), and monitor road treatment activities.

Central computers provide map-based displays for managers who can plan treatment strategies, monitor winter maintenance operations, or conduct post-event analyses. Central managers can also communicate with plow drivers via in-vehicle devices with integrated display and communications capabilities. Thirteen state agencies equip a portion of their snowplow fleet with AVL/GPS technologies and sensors to track distribution of chemical treatments (18).



Highway Maintenance Concept Vehicle

Other advanced snowplow technologies include heads-up displays that delineate the roadway when visibility is reduced by fog or blowing snow. These technologies can help snowplow drivers determine their lane position, warn of objects and obstacles in front of and behind the vehicle, and increase safety by reducing the frequency of snowplow-related crashes. (15)

3.2 Organization and operation of winter maintenance

In the United States, winter maintenance is decentralized since roads are owned and operated by state and local agencies. State and local governments fund and perform snow removal and ice control activities or contract with private entities for these services. State and local capital expenditures for roads are more than \$57.5 billion annually. Maintenance and operations are over \$31.8 billion, of which costs for winter road maintenance are over \$2.7 billion per year (3). One third of winter road maintenance expenditures are for treatment materials (10).

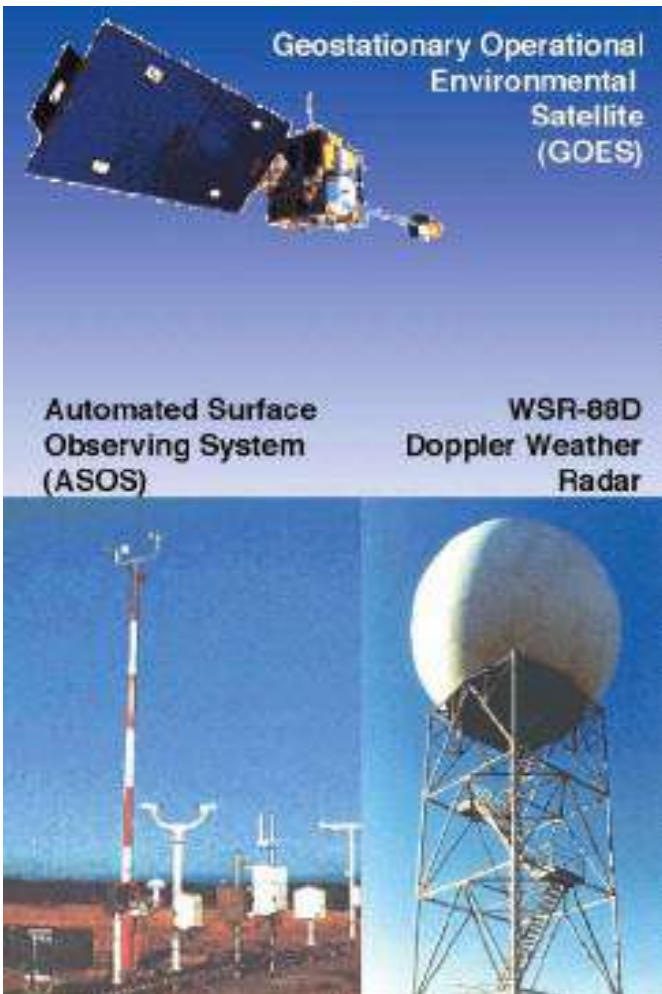
Regional differences between average and extreme snowfall create differences in how road maintenance agencies respond to winter weather, from continual and routine treatment to occasional and emergency response for infrequent events. In some states, maintenance agencies coordinate with traffic management agencies to close roads during snow and ice control operations, impose lower speed limits during inclement weather, or restrict travel to vehicles with snow tires or chains (13).

The 50 states coordinate through AASHTO's Snow and Ice Cooperative Program (SICOP) for implementation of advancements and training. SICOP has developed an interactive Road Weather Information System (RWIS)/Anti-icing training program. This computer-based program consists of seven lessons including Introduction to Anti-icing and Winter Maintenance, Winter Road Maintenance Management, Winter Roadway Hazards and Principles of Overcoming Them, Weather Basics, Weather and Roadway Monitoring for Anti-icing Decisions, Computer Access to Road Weather Information, and Anti-icing Practice in Winter Maintenance Operations.

The national training program is being used by 90% of Snow Belt states, the Association of Public Works Association (APWA) and the National Association of County Engineers (NACE). In April 2003, both generic and customized versions of the computer-based training program were distributed to users. Customized versions are tailored to the specific methods, equipment, policies and procedures, and chemicals used in a specific state. (15)

Maintenance personnel use road weather information to assess the nature and magnitude of environmental threats, make decisions about road treatment strategies, and manage resources (that is, staff, equipment, and materials) (13). State and local agencies use various sources to obtain road weather observations and forecasts including the National Weather Service (NWS), private sector meteorological service providers, RWIS, and thermal mapping. The NWS is a federal agency operated under the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA). The NWS is chartered with weather forecasting; issuing storm warnings; disseminating weather and flood warnings for the benefit of agriculture, commerce and navigation; and taking meteorological observations to record the climatic conditions of the United States.

In practice, the NWS provides general weather information and warnings for public safety. NWS products include observations from surface sensors (such as ASOS), Doppler radars, geostationary and polar satellites; national forecasts and numerical model guidance from the National Centers for Environmental Prediction (NCEP); as well as regional forecasts and warnings from 125 Weather Forecast Offices and 13 River Forecast Centers.



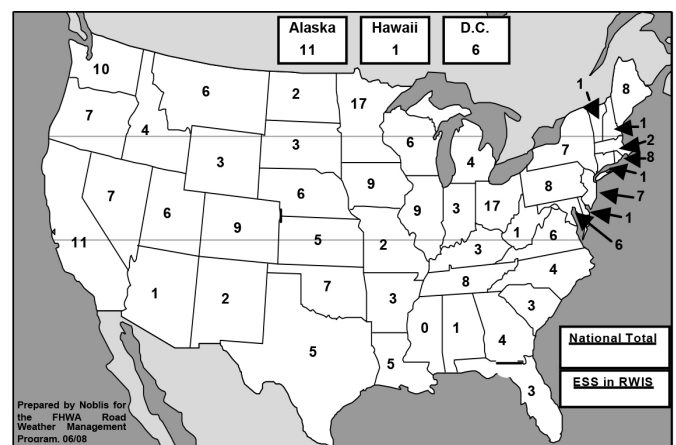
Environmental Observing Technologies

Generally, the observations provided by the NWS are inadequate for characterizing details of the road environment such as pavement conditions and localized visibility conditions. Because it is not the mission of the NWS to provide customized forecasts to support operational decision making, tailored road weather information is typically provided by private VAMS who are contracted for route-specific “nowcasting” and forecasting services.

NOAA has embraced surface transportation weather by establishing a Surface Weather Program in its Commerce & Transportation Goal Team, a component of the agency’s budgeting process. Additionally, NOAA has added Surface Transportation Weather to its strategic plan. Under this goal, NOAA is partnering with the FHWA Road Weather Management Program to improve safety and make more efficient the movement of people and goods on the Nation’s highways. In 2007, NOAA and FHWA conducted the 3rd National Surface Transportation Weather Symposium to provide a forum for members of the surface transportation operations, research, and user communities to work together

to enhance collaboration and partnerships to improve surface transportation weather products and services for those individuals who use, operate, and manage the United States’ surface transportation infrastructure (11).

The FHWA has been active in trying to integrate observations from state-owned Environmental Sensor Stations (ESS) with NWS surface observations. ESS are deployed along roadways and other transportation facilities to provide their agencies with observations of surface weather and pavement conditions. Most ESS are deployed as the field components of RWIS (16). RWIS has been widely used in the United States since the late 1980s. Currently, there are nearly 2,500 ESS in the U.S. Over 2,000 of these are part of state-owned RWIS. Central RWIS hardware and software collect field data from numerous ESS, process data to support various operational applications, and display or disseminate road weather data in a format that can be easily interpreted by a decision-maker. (2)



ESS owned by State Transportation Agencies

Maintenance personnel can also use thermal mapping to obtain information on pavement temperatures. Thermal mapping involves use of infrared sensors (hand-held, vehicle-mounted or satellite-based) to create thermal profiles of road surfaces. Measurements are taken under various environmental conditions. Several states, including Washington, Nevada, and Minnesota, have created thermal maps of highway segments. Thermal mapping data have been used to optimize siting of ESS, predict pavement temperatures in locations without ESS, and plan winter road treatment strategies. (4)

3.3 Assessment of the snow and ice control measures

Some states have embraced the concept of performance standards to assess winter maintenance activities (12). Some agencies conduct post-storm evaluations of treatment

effectiveness (such as pavement friction measurements) to identify modifications or improvements in treatment strategies (4). Post-season assessments can be used to modify routing and determine changes in personnel and training procedures or equipment and material needs. As part of a project to develop Guidelines for Snow and Ice Control Materials and Methods, the NCHRP developed a pavement snow and ice condition index to evaluate the effectiveness of winter maintenance strategies. The index was used to evaluate the Level of Service achieved by treatments during and after winter storms (7). Different performance measures have been used across the United States with varying degrees of success. There are no widely accepted measures applicable to different roadway classifications and storm characteristics. The NCHRP plans to conduct additional research to evaluate potential performance measures and identify or develop appropriate measures of performance for all roadway classifications and storm characteristics (9).

Some benefits of snow and ice control operations have been quantified. Winter maintenance activities have improved safety by reducing crash frequency and minimizing risks to field personnel and motorists. Roadway mobility is improved when accumulated snow and ice are removed and the number of road closures is minimized. U.S. maintenance managers indicate that effective anti-icing and pre-wetting strategies reduce sanding applications by 20% to 30%, decrease chemical applications by 10%, and reduce chloride and sediment runoff in local waterways. Evaluation data show that anti-icing programs can lower snow and ice control costs by 10% to 50% and reduce crash rates by 7% to 83%. Analysis of fixed anti-icing systems deployed on bridges in Utah, Minnesota, and Kentucky found crash reductions from 25% to 100%. With more efficient application of anti-icing chemicals and abrasives, reduced maintenance costs, reduced delay, and increased safety; benefit-to-cost ratios for RWIS and anti-icing strategies range from 2:1 to 5:1 (18).

3.4 Traffic safety and information

In addition to supporting winter maintenance decisions, ESS data are used by traffic managers to modify traffic signal timing, activate automated motorist warning systems, vary speed limits, close roads, and disseminate traveler information (13). Almost half of all states (i.e., 24) use ITS technologies to manage traffic diversions in response to road closures due to weather events. The same number of states use ESS to determine the need to implement temporary restrictions on vehicles. Eight states use variable speed limits to respond to weather conditions (17). Traffic managers provide travelers with road weather information through dynamic message signs, highway advisory radio, Web sites, and 511—the national traveler information telephone number. The Internet is the medium most commonly used by state agencies to disseminate roadway conditions and weather forecasts on a statewide basis; 37 distribute weather information via Web sites and 35 distribute it via 511 (1). Twenty-nine states distribute weather information on dynamic message signs and 20 states use highway advisory radio. According to a 2006 survey of the country's 108 largest metropolitan areas, 49 metropolitan areas reported using DMS to disseminate weather advisories (18). The Washington State DOT has an advanced web site that includes integrated displays of weather and pavement conditions.

Road weather information is more important to travelers than construction information, traffic conditions, travel times, public transit information, or incident information. A public opinion survey found that weather-related and road surface conditions were most frequently identified as important elements for a 511 service. Forty percent of respondents identified weather and road conditions as most critical (10). Evaluation data show that 80% to 94% of motorists who use traveler information Web sites think road weather information enhances their safety and prepares them for adverse road weather conditions (18).



Weather and Pavement Temperature Information on Washington State DOT Web Site

4. On-going Research and Studies to Improve Winter Management

4.1 New technologies

Since 2000, the FHWA Road Weather Management Program (www.fhwa.dot.gov/weather) has sponsored the development of a guidance tool for winter road maintenance decision makers. The tool, known as the Maintenance Decision Support System (MDSS) prototype, was created by a consortium of U.S. national laboratories with significant input and feedback from numerous state DOTs and commercial weather information providers. The MDSS prototype capitalizes on existing road weather data sources, fuses data to present integrated road weather observations and predictions, and generates recommendations on road treatment strategies with anticipated consequences of action or inaction. Treatment recommendations are based on standard practices for effective winter road maintenance (such as anti-icing, de-icing, plowing, sanding), which are tailored to the procedures of the local agency. The MDSS prototype was field tested during the winters of 2003 and 2004 in the state of Iowa. The FHWA has cultivated relationships with private vendors to foster integration of prototype modules into their product lines and development of applications tailored to the needs of state DOTs. Currently, MDSS technologies are being incorporated into the product generation routines of several private sector companies. (6)

By 2004, MDSS technologies were mature enough for private sector companies to incorporate MDSS capabilities into their product lines for State DOT clients. By 2007, 21 state transportation agencies were using or developing MDSS tools. Thirteen states have joined the MDSS Pooled Fund Study led by the South Dakota DOT to develop an enhanced version based on the federal MDSS prototype, while others are in the process of procuring the software or have contracted with private vendors for maintenance decision support capabilities. In 2008, the FHWA released an MDSS Deployment Guide (http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/JPODOCS//REPTS_TE/14439.htm). From 2007 to 2009, the FHWA conducted evaluations of operational MDSS applications being used by the pooled fund states, the Maine DOT, and the City and County of Denver, Colorado (2).

4.2 New management and organization approaches

The FHWA Road Weather Management Program was formed in 1999, for coordination of snow and ice programs, among federal agencies and with the state and local constituencies. The program seeks to better understand the impacts of

weather on roadways, and promote strategies and tools to mitigate those impacts. Envisioned is a system that provides “Anytime, Anywhere Road Weather Information” for road operating agencies and road users, as well as a robust, competitive market for road weather services. Program goals are to enhance observing capabilities, facilitate training and information dissemination, advance the state-of-the practice, and promote coordinated research.

In late 2004, the Road Weather Management Program began a new multi-year initiative called Clarus. The Clarus Initiative is an effort to develop and demonstrate an integrated surface transportation weather observation data management system, and to establish a partnership to create a Nationwide Surface Transportation Weather Observing and Forecasting System (2). The vision of Clarus is to reduce the impact of adverse weather for all road and transit users and operators. Implementation of the Clarus system has demonstrated how an open and integrated approach to observational data management can be used to overcome deficiencies in road weather information products. Clarus has enabled public agencies to more accurately assess the state of their operations as they are affected by weather events. Such knowledge is critical for evaluating the effectiveness of winter road maintenance activities.

From 2004 to 2006, the U.S. DOT developed the Clarus advanced data management system that assimilates all ESS observations across the United States and provides quality checked road weather observations for any user. The Clarus System can be accessed at www.clarus-system.com. The system is an experimental product that is being used for evaluation and demonstration purposes. The transition of Clarus System functionality to the NWS operational system is expected to take place in 2011 (16).



Status of State, Local, and Provincial Agencies Connected to the Clarus System

The U.S. DOT has also initiated the IntelliDriveSM program (www.intellidriveusa.org) to develop an enabling communication infrastructure to support both vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure communications in support of both safety and mobility applications. Safety applications will have an emphasis on crash avoidance. Mobility applications will allow access to better information for roadway system management and operations. This includes the potential to observe and infer both driver-level weather and pavement conditions. Several studies are planned to determine how best to process the potentially large amounts of data for the benefit of the surface transportation weather community (16).

The FHWA Road Weather Management Program has also sponsored foundational research on the characteristics and the feasibility of using vehicles as meteorological sensor platforms. Vehicles were equipped with air temperature sensors in the front bumper, near the engine air intake cowling, and in the rear bumper. The primary research areas included temperature bias vs. vehicle speed, mobile temperatures vs. in situ observations, importance of sensor placement, thermal characteristics of similar vehicles, and effects of external phenomena on mobile temperatures. Researchers also conducted a feasibility study to explore and assess the utility of using data from vehicles to improve surface transportation weather observations and predictions and road condition hazard analyses and predictions (2).

In order to enhance observation capabilities and define requirements for road weather observing systems, the Road Weather Management Program partnered with the Aurora Pooled Fund Program, and the AASHTO Snow and Ice Cooperative Program to develop siting guidelines for ESS in the roadway environment. The RWIS ESS Siting Guidelines, released in April 2005, provide a set of recommendations to support uniform siting of sensor stations that collect road and weather observations for RWIS. In 2006, the Road Weather Management Program initiated a project to implement and evaluate the guidelines in a field environment to ensure that the recommendations are realistic and that the contents are credible, understandable, and useful to the deployers. The results of this study are being used to refine the guidelines.

As transportation agencies continue to invest in RWIS sensing technologies by installing new stations or adding sensors to existing stations, the refined guidelines will become a valuable tool to aid in their placement (2).

The Road Weather Management Program aims to promote a systematic approach to the significant challenge of managing traffic during adverse weather. Weather-responsive traffic management strategies view weather events and their impacts as predictable, non-recurring incidents that contribute to roadway congestion. In 2004, the program identified research needs to advance weather-responsive traffic management and began a study to examine use of weather information in Traffic Management Centers. In 2005 and 2006, the program quantified the impacts of various weather events on arterial and freeway traffic. Results from these empirical studies on traffic flow in inclement weather will support the development of guidance for state agencies and the incorporation of weather effects into traffic simulation models. In 2007, the program initiated a project to conduct a microscopic analysis of traffic flow in inclement weather. This project focuses on how weather events and associated road conditions affect driver behavior. The results will be a methodology for identifying and modeling microscopic traffic parameters that are influenced by poor road weather conditions and recommended procedures for incorporating findings into existing traffic microsimulation models.

The Road Weather Management Program also sponsored a research project to study how weather information is integrated into operations at 38 Traffic Management Centers (TMCs). In general, very limited integration and application of weather information for TMC operations were observed. Clearly there was a need to advance the state of the practice and help agencies overcome the challenges associated with weather integration in TMCs. To address these challenges, the Road Weather Management Program initiated a project to develop a self-assessment guide to help TMCs evaluate their weather information integration needs and assist them in creating a plan to meet those needs. The FHWA is working with two TMCs to conduct a self-assessment using the guide and develop a weather integration plan.

5. References

1. AASHTO, "511 Deployment Coalition," <http://www.deploy511.org/>.
2. FHWA, "Road Weather Management Program Web Site," Office of Operations, <http://www.ops.fhwa.dot.gov/weather/>.
3. FHWA, "Highway Statistics Publications, Highway Statistics 2011, Table FA-3 and FA-2," Office of Highway Policy Information, <http://www.fhwa.dot.gov/policy/ohpi/hss/hsspubs.cfm>.
4. FHWA, "Manual of Practice for an Effective Anti-Icing Program: A Guide for Highway Winter Maintenance Personnel," Publication No. FHWA-RD-95-202, Jun. 1996, <http://www.fhwa.dot.gov/reports/mopeap/eapcov.htm>.
5. Goodwin, L., "Weather-Related Crashes on U.S. Highways in 2001," prepared for the FHWA Road Weather Management Program by Mitretek Systems, Dec. 2003.
6. National Center for Atmospheric Research (NCAR), "Maintenance Decision Support System (MDSS) Web Site," Research Applications Programs, www.rap.ucar.edu/projects/rdwx_mdss/.
7. NCHRP, "Guidelines for Snow and Ice Control Materials and Methods," Description for Project 6-13, Transportation Research Board, Oct. 2004, <http://www4.trb.org/trb/crp.nsf/0/02c3a2b01547add785256748005619f5?OpenDocument>
8. NCHRP, "Performance Measures for Snow and Ice Control Operations," Research Project Statement for Project 6-17, Transportation Research Board, Sept. 2004, <http://www4.trb.org/trb/crp.nsf/e7bcd526f5af4a2c8525672f006245fa/e852202779bb7dd685256f100053441f?OpenDocument>.
9. NOAA, "Local Climatological Data," National Climatic Data Center, <http://www.ncdc.noaa.gov>.
10. OFCM, "Weather Information for Surface Transportation: National Needs Assessment Report," FCM-R18-2002, Dec. 2002, http://www.ofcm.gov/wist_report/wist-report.htm.
11. OFCM, "3rd National Surface Transportation Weather Symposium Summary Report," Aug. 2007, <http://www.ofcm.gov/wist/3NSTWSP-Summary-Report-Final.pdf>.
12. Pletan, R. and Stapp, D., "Best Practices of Outsourcing Winter Maintenance Services," www.sicop.net/Best_Practices.pdf.
13. Pisano, P., et al, "Surface Transportation Safety and Operations: The Impacts of Weather within the Context of Climate Change," presented at the Potential Impacts of Climate Change on Transportation Workshop, Oct. 2002, <http://climate.volpe.dot.gov/workshop1002/pisano.pdf>.
14. SICOP, "Automatic Vehicle Location (AVL) Applications to Winter Road Maintenance Operations," Dec. 2002, <http://www.sicop.net/avl%20matrix.pdf>.
15. Transportation Research Board, "Sixth International Symposium on Snow and Ice Control Technology," Transportation Research Circular E-C063, Jun. 2004, <http://trb.org/publications/circulars/ec063.pdf>.
16. Transportation Research Board, "Surface Transportation Weather and Snow Removal and Ice Control Technology," Transportation Research Circular Number E-C126, Jun. 2008, <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec126.pdf>.
17. U.S. Department of Commerce, "U.S. Census Bureau Web Site," Monthly Population Estimates for the United States: April 1, 2010 to May 1, 2013 www.census.gov.
18. U.S. Department of Transportation, "Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned: 2008 Update," Intelligent Transportation Systems Joint Program Office, Sept. 2008, http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/JPODOCS/REPTS_te/14412.HTM.

Contacts



GERMANY

Dr.-Ing. Horst Hanke

German Road Administration
horsthanke@yahoo.de

ANDORRA

M. Jordi Garcia Llevet

Ministeri d'Economia i Territori
jordi_garcia@govern.ad

M. David Palmitjavila Duedra

Ministeri d'Economia i Territori
david_palmitjavila@govern.ad

M. Rafel Cervós Isern

Ministeri d'Economia i Territori
rafel_cervos@govern.ad

AUSTRIA

M. Manfred Skerlan

Municipal Department 48
Waste Management, City Cleaning
and Motor Pool
Ville de Vienne
manfred.skerlan@wien.gv.at

BELGIUM

M. Xavier Cocu

Centre de recherches routières
x.cocu@brrc.be

M. Thierry Decoux

Direction générale des routes et bâtiments
Ministère de la Région wallonne
thierry.decoux@spw.wallonie.be

M. Marcel Hoefmans

Direction Gestion et entretien des voiries
Ministère de Région de Bruxelles-Capitale
mhoefmans@mrbc.irisnet.be

M. Tom Roelants

Administration des routes et de la circulation
Ministère de la Région flamande
tomjj.roelants@mow.vlaanderen.be

CANADA

M. Miguel Tremblay

Service météorologique du Canada
Environnement Canada
miguel.tremblay@ec.gc.ca

CANADA – QUEBEC

M. Michel Brown

Direction du soutien aux opérations
Ministère des Transports du Québec
michel.brown@mtq.gouv.qc.ca

M. Richard Charpentier

Directeur
Direction de la Chaudière-Appalaches
Ministère des Transports du Québec
richard.charpentier@mtq.gouv.qc.ca

DENMARK

M. Michel M. Eram

Administration des routes danoises
me5@vd.dk

M. Freddy Knudsen

Administration des routes danoises
fek@vd.dk

Contacts



SPAIN

M. Saúl APARCIO HILL
ALVAC, S.A.
saparciohill@alvac.es

M. José Carlos Valdecantos Álvarez
ALVAC, S.A.
jcvaldecantos@alvac.es

M. Jorge Lucas Herranz
Ministerio de Fomento
jlucas@fomento.es

M. Luis Azcue Rodríguez
Ministerio de Fomento
lazcue@fomento.es

ESTONIA

M. Kuno Mannik
Directeur régional
Administration routière estonienne
kuno.mannik@mnt.ee

M. Rain Hallimae
Direction de l'entretien des routes
Département de l'Administration
routière estonienne
rain.hallimae@mnt.ee

M. Tonu Asandi
Spécialiste en chef de l'entretien des routes
Département de l'Administration
routière estonienne
tonu.asandi@mnt.ee

UNITED STATES

M. Paul Pisano
Team Leader, Road Weather and Workzones
USDOT- Federal Highway Administration
1200 New Jersey Ave. SE
Washington D.C. 20590. USA.
Phone: 1-202-366-1301
Paul.pisano@dot.gov

M. Gabriel Guevara

Transportation Specialist, Road Weather Management Program
USDOT- Federal Highway Administration
1200 New Jersey Ave. SE
Washington D.C. 20590. USA.
Phone: 1-202-366-0754
Gabriel.guevara@dot.gov

FINLAND

M. Tuovi Paivio
tuovi.paivio@liikennevirasto.fi

FRANCE

M. Didier Giloppé
Cerema, Dter, Normandie Centre
didier.giloppe@cerema.fr

ICELAND

M. Skuli Thordarson
Chercheur sénior
Vegagerdin
skuli.thordarson@vegagerdin.is

ITALY

M. Roberto Giannetti
ANAS S.p.A.
r.giannetti@stradeanas.it

JAPAN

M. Masaru Matsuzawa
Team leader of the Snow and Ice Research Team
Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public
Works Research Institute
masaru@ceri.go.jp

Contacts



LATVIA

M. Boriss Jelisejevs
Head of TIC
SJSC "Latvian State Roads"
boriss.jelisejevs@lvceli.lv

LITHUANIA

Mme Inesa Seskauskienė
Administration routière lituanienne
inesa.seskauskienė@lra.lt

MOROCCO

M. Abdelhamid Janati Idrissi
Direction de la Division de la maintenance
et de la viabilité hivernale
Direction des routes - Maroc
janati@mtpnet.gov.ma

NORWAY

M. Dystein Larsen
Département de Technologie
Directorat des Routes
Administration norvégienne
des routes publiques
dystein.larsen@vegvesen.no

NETHERLANDS

M. Rinse Nieuwsma
Ministère des Transports
Centre du Transport et de la navigation
rinse.nieuwsma@rws.nl

M. Bert Verkaik
Ministère des Transports
Centre du Transport et de la navigation
bert.verkaik@rws.nl

CZECH REPUBLIC

Mme Radomira Plisřkova
Département des routes
Ministère des Transports – République Tchèque
radomira.pliskova@mdcr.cz

UNITED KINGDOM

M. Martin Hobbs
Head of Asset Resilience
Highways Agency
martin.hobbs@highways.gsi.gov.uk

SLOVENIA

M. Svit Cerne
DDC Consulting & Engineering Ltd.
svit.cerne@ddc.si

SWEDEN

M. Jan Olander
Administration suédoise des routes
Direction nationale
jan.olander@vv.se

SWITZERLAND

Mme Anne Gillardin
Office fédéral des Routes
anne.gillardin@astra.admin.ch