



Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer

Statusrapport

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 633



Tittel

Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer

Undertittel

Statusrapport

Forfatter

Åsmund Holen

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

Seksjon

Vegteknologi

Prosjektnummer

603816

Rapportnummer

Nr. 633

Prosjektleder

Kai Rune Lysbakken

Godkjent av

Øystein Larsen

Emneord

vinterdrift, salting, lave temperaturer, høytrafikkert vegnett

Sammendrag

Denne rapporten oppsummerer status og resultater fra beste praksis undersøkelser, litteraturundersøkelse og caseundersøkelse gjennomført i delprosjekt Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer under Etatsprogram Vinterdrift (EVI)

Title

Winter maintenance of high traffic volume roads in low temperatures

Subtitle

Status report

Author

Åsmund Holen

Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

Section

Vegteknologi

Project number

603816

Report number

No. 633

Project manager

Kai Rune Lysbakken

Approved by

Øystein Larsen

Key words

winter maintenance, salting, low temperature conditions, high traffic volume roads

Summary

This report summarize results of the sub-project Winter maintenance of high traffic volume roads in low temperature conditions which is a part of the Winter Maintenance Research Program. The project consists of both a literature review, investigation of best practice and a case study.



**Vinterdrift av høytrafikkerte veger
ved lave temperaturer**

Statusrapport

ViaNova Plan og Trafikk AS
Mai 2017

<i>Oppdragsrapport</i>	
Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer Statusrapport	
Oppdragsgiver	Statens vegvesen Vegdirektoratet
Oppdragsgivers referanse	Navn Kai Rune Lysbakken kai-rune.lysbakken@vegvesen.no Statens vegvesen Vegdirektoratet Abelsgate 5 7033 Trondheim Telefon: 02030
Rapport-type	Oppdragsrapport
Prosjektnr./navn	VN PT – 20515
Rapportdato	2017-05-03
Oppdragsansvarlig	Åsmund Holen asmund.holen@vianova.no
Utarbeidet av	Åsmund Holen asmund.holen@vianova.no
Oppdragsgruppe	Åsmund Holen Marte Granden Johnny M Johansen
Rapportens formål	Denne rapporten oppsummerer status og resultater fra beste praksis undersøkelser, litteraturundersøkelse og case-undersøkelse gjennomført i delprosjekt <i>Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer</i> under <i>Etatsprogram Vinterdrift (EVI)</i> .
ViaNova Plan og Trafikk AS Leif Tronstads plass 4 Postboks 434, 1302 SANDVIKA E-post: vnpt@vianova.no Tlf: 67 81 70 00 ☎ Fax: 67 81 70 01	

Innhold

Sammendrag	4
Summary	5
1 Innledning	6
2 Delstudier	7
2.1 <i>Undersøkelse av beste praksis</i>	7
2.1.1 Beste praksis Norge.....	7
2.1.2 Beste praksis Sverige	8
2.1.3 Sammenstilling og oppsummering.....	10
2.2 <i>Litteraturundersøkelse</i>	11
2.3 <i>Case-studie E6 Oslo/Akershus</i>	12
3 Anbefalinger	13
4 Videreføring	15
5 Referanser	16

Sammendrag

Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer er et delprosjekt under Etatsprogram Vinterdrift (EVI). Delprosjektet har behandlet følgende problemstilling:

Høytrafikkerte veger driftes om vinteren blant annet med bruk av NaCl. Ved høye trafikkmengder har sand begrenset effekt og vil normalt ikke være et alternativ for friksjonsforbedring. NaCl har begrensninger med hensyn til temperatur. Normalt temperaturområde for bruk av salt angis å være ned til -10 til -12°C. På høytrafikkerte veger er det dermed i vinterdriften en utfordring i perioder med lave temperaturer.

Delprosjektets formål har vært å finne fram til anbefalte metoder for bruk på høytrafikkerte veger ved lave temperaturer. Følgende delarbeider er gjennomført:

1. Undersøkelse av beste praksis for vinterdrift på høytrafikkerte veger ved lave temperaturer i Norge og Sverige: Spørreundersøkelser og intervjuer
2. Litteraturundersøkelse: Internasjonale undersøkelser, erfaringer og retningslinjer
3. Case-studie E6 Oslo/Akershus: Studium av drift på to tilstøtende roder med ulikt driftsopplegg

Basert på arbeidene som er gjennomført i prosjektet, anbefales følgende metoder/kjemikalier som friksjonsforbedrende tiltak ved lave temperaturer:

- NaCl befuktet med NaCl-løsning
- NaCl befuktet med MgCl₂-løsning
- Fastsand

Anbefalt bruksområde for disse metodene er beskrevet med differensiering av tiltak/metode med hensyn til ÅDT, antall kjørefelt, fart og temperaturintervall.

Som nødtiltak, hvis det ved lave temperaturer har blitt dannet en tykk snø-/issåle, kan sand med ekstra saltinnhold (30-50 % salt) være et aktuelt tiltak for å øke friksjonen og bidra til å løse opp sålen. Som nødtiltak på tynne islag ved lave temperaturer kan strøing av steinmjøl eller pussesand være en aktuell metode for friksjonsforbedring dersom fastsandutstyr ikke er tilgjengelig.

Det skal arbeides videre med følgende tema innenfor dette området:

- Supplere saltinstruksene mht anbefalingene knyttet til metoder som kan benyttes ved lave temperaturer.
- Gjennomføre drifts-/feltforsøk på 4-feltsveg med ÅDT under 20 000 for å prøve ut og skaffe mer erfaring med bruk av MgCl₂ til befuktning av NaCl på denne type veg.
- Gjennomføre drifts-/feltforsøk med bruk av agro-baserte blandinger til befuktning av NaCl.

Summary

“Winter maintenance of highly trafficked roads at low temperatures” is a subproject under the Norwegian Public Road Administration (NPRA) research and development program “Winter Maintenance”. The subproject has dealt with the following problems:

“Anti-icing and de-icing of highly trafficked roads includes use of NaCl. On high volume roads, use of abrasives like sand has limited effect and would normally not be an option for friction improvement. NaCl has limitations in use with respect to temperature. Normally the temperature range of use of salt is stated to be as low as -10 to -12 ° C. On highly trafficked roads, friction improvement is thus a challenge during periods of temperatures below this range.”

The purpose of the subproject has been to identify recommended methods for winter maintenance for use on high volume roads at low temperatures. The following studies have been conducted:

1. Examination of the best practices for winter operations on highly trafficked roads at low temperatures in Norway and Sweden: Surveys and interviews
2. Literature survey: International studies, experiences and guidelines
3. Case study on road E6 Oslo / Akershus: Study of operation on two adjacent road sections with different winter operational procedure

Based on work carried out in the project, the following methods / chemicals are recommended for friction-enhancing on high volume roads at low temperatures:

- NaCl pre-wetted with NaCl solution
- NaCl pre-wetted with MgCl₂ solution
- Warm wetted sand

Preliminary recommendations of these methods are described with differentiation of action/method for different ADT-levels, number of highway lanes, traffic speed level and temperature range.

When else don't work and a thick snow / ice sole has formed at low temperatures, sand with extra salt content (30-50% salt) may be appropriate to improve friction and help dissolve the sole. When else don't work on thin ice layers at low temperatures, rock flour (or other fine graded abrasives) may be an appropriate method to improve friction if equipment for warm wetted sand is not available.

Work will continue on the following topics:

- Add recommendations for friction-enhancing at low temperatures to the guidelines
- Operational trials at low temperatures on a 4-lane road with ADT below 20 000 to provide more experience with the use of MgCl₂ for pre-wetting of NaCl on roads with low traffic volume in relation to the capacity
- Operational trials using agro-based mixtures for pre-wetting NaCl

1 Innledning

Etatsprogram vinterdrift (EVI) er et fireårig forsknings- og utviklingsprogram som ble startet opp i januar 2013. Programmet er delt inn i fire arbeidspakker:

1. Salting og kjemikalier
2. Friksjon og vegbaneforhold
3. ITS og beslutningsstøtte
4. Metodeutvikling

Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer inngår i Etatsprogram vinterdrift under arbeidspakke 1.

Høytrafikkerte veger driftes om vinteren blant annet med bruk av NaCl. Ved høye trafikkmengder har sand begrenset effekt og vil normalt ikke være et alternativ for friksjonsforbedring. NaCl har begrensninger med hensyn til temperatur. Normalt temperaturområde for bruk av salt angis å være ned til -10 til -12°C. På høytrafikkerte veger er det dermed i vinterdriften en utfordring i perioder med lave temperaturer. Hensikten med dette delprosjektet er i første omgang å undersøke hvordan vinterdrift kan håndteres i perioder med lave temperaturer på høyt trafikkert vegnett.

Undersøkelsen har omfattet følgende delarbeider:

1. Undersøkelse av beste praksis for vinterdrift på høytrafikkerte veger ved lave temperaturer i Norge og Sverige: Spørreundersøkelser og intervjuer
2. Litteraturundersøkelse: Internasjonale undersøkelser, erfaringer og retningslinjer
3. Case-studie E6 Oslo/Akershus: Studium av drift på to tilstøtende roder med ulikt driftsopplegg

I tillegg er det planlagt å utføre drifts- og feltforsøk for å undersøke egnethet til ulike kjemikalier ved lave temperaturer. Dette har ikke blitt utført ennå.

2 Delstudier

2.1 Undersøkelse av beste praksis

2.1.1 Beste praksis Norge

Normalt temperaturområde for bruk av salt i vinterdriften sies ofte å være ned til -10 til -12°C. Ved høye trafikkmengder har sand begrenset effekt og vil normalt ikke være et alternativ for friksjonsforbedring på høytrafikkert vegnett. Hensikten med arbeidet var i første omgang å undersøke hvordan man takler vinterdrift i perioder med lave temperaturer på høyt trafikkert vegnett gjennom innhenting av erfaring av hva som er «beste praksis». Undersøkelse av «beste praksis» har blitt gjort gjennom spørreundersøkelse til alle driftskontraktssområder, og deretter intervjuer med ressurspersoner i spesielt utvalgte driftskontrakter [1].

Spørreundersøkelsen om problemer knyttet til vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer ble sendt ut til byggherrene i alle driftskontraktssområdene. Responsen ble 92 svar fra totalt 103 forespurte kontraktssområder. Noen hovedtrekk av resultater fra spørreundersøkelsen er:

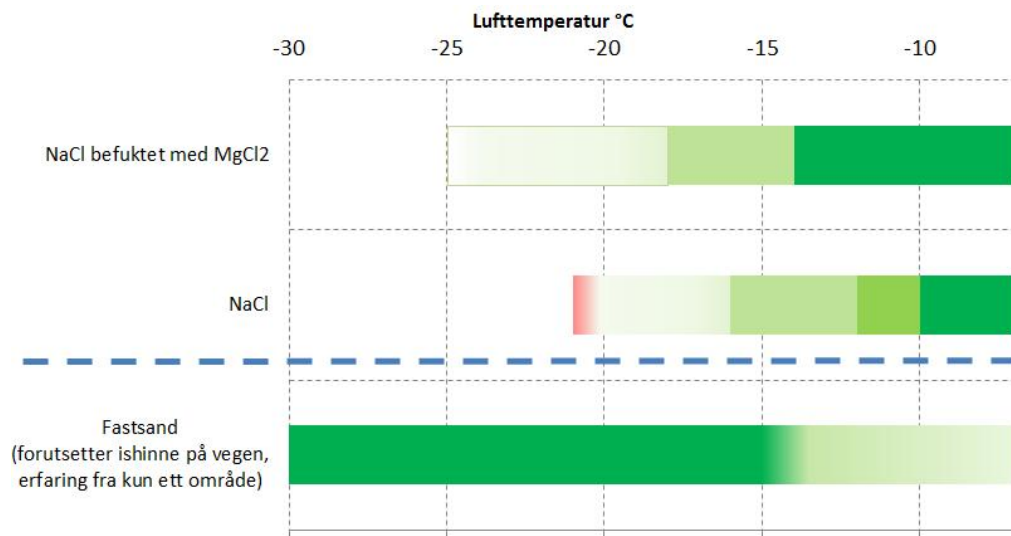
- 74 % av kontraktssområdene bruker salt i hele eller deler av sesongen
- 66 % av områdene (45 områder) som bruker salt opplever problemperioder der salt ikke har ønsket effekt pga lav temperatur
- Det er vanligst forekommende med 3-5 problemperioder pr sesong med varighet 3-7 døgn pr gang
- Snøfall og overgang til periode med lav temperatur sammen med lett snøfall ved lave temperaturer er den vanligste vær-situasjonen som medfører en problemperiode
- Flest områder svarer at overgang til vinterveg ikke er aktuelt når ÅDT er over 10 000
- Fastsand er det mest benyttede tiltaket i slike problemperioder
- Fastsand er det tiltaket flest mener er best i slike problemperioder
- 86 % av kontraktene har personer med mer enn 5 års erfaring med håndtering av slike problemperioder
- 44 % av kontraktene har personer som har deltatt i relevante FoU-prosjekter
- 70 % av kontraktene har spredeutstyr for fastsand

Basert på svarene gitt i spørreundersøkelsen, sammen med kunnskap om trafikkmengder på vegnettet og hovedtrekk i klimatiske forhold, ble det valgt ut 7 kontraktssområder for dybdeintervjuer. Møtene ble avholdt i perioden november 2014 til februar 2015.

Erfaringene er i hovedsak:

- Bruken av NaCl i ulike former tøyes og benyttes i de fleste kontraktssområdene også ved lavere temperaturer enn salttabellen anbefaler
- Erfaring med bruk av MgCl₂-løsning som befuktningssvæske for NaCl er gode, men erfaringsgrunnlaget er forholdsvis lite, i praksis kun ett kontraktssområde
- Fastsand fungerer også tilfredsstillende på tynne ishinner, men fungerer dårligere (kortere varighet) desto høyere ÅDT og høyere fartsgrense
- Sand med ekstra saltinnhold er ikke aktuelt tiltak på høytrafikkert veg ved lave temperaturer. Tiltaket er et nødtiltak som benyttes for å løse opp issåler ved lave temperaturer.

Følgende figur sammenstiller erfaringer med de tiltakene som anses aktuelle for høytrafikkerte veger ved lave temperaturer basert på spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene:



Sterke farger angir antatt sikre erfaringer og et godt erfaringsgrunnlag med bruk av strømaterialer i angitt temperaturintervall. Svakere farger angir større usikkerhet knyttet til effekten med bruk av strømaterialer i aktuelt temperaturområde, samt mindre erfaring med bruk.

For MgCl₂ og NaCl gjelder at tiltakets effekt forbedres ved større ÅDT, mens effekten og varigheten av et fastsandtiltak er motsatt, dvs bedre effekt desto lavere ÅDT.

Både NaCl og MgCl₂ er aktuelle på høytrafikkerte vegnett, mens fastsand har begrenset nytte når ÅDT blir så stor som 10 000.

I innlandsområder med lave temperaturer og med ÅDT under ca 10 - 15 000 er man varsom med å tøye bruken av NaCl til temperaturer lavere enn -10°C.

2.1.2 Beste praksis Sverige

Enkät och djupintervjuer har redovisat omfattning av problematiken samt givit underlag till sammanfattning av bästa praxis för halkbekämpning vid låga temperaturer, kommentarer har noterats som kontext [2].

Enkätsvaren indikerar att omfattningen är relativt stor problematik med halkbekämpning vid låga temperaturer, men djupintervjuerna kan tolkas som det finns god kunskap och förmåga att uppfylla kontraktskraven även i dessa situationer.

Fortsatt arbete i det svensk/norska projektet får djupare analysera resultaten och föreslå åtgärder så att kontraktskrav uppfylls i alla vädersituationer.

Enkätundersökning

- Enkätundersökningen har besvarats av 42 % av underhållsentreprenörerna.

- Antalet perioder är vanligen mindre än 5 per år då entreprenörerna haft problem med låg effekt av salt. Låg trafikmängd, som körfält K2 nämns som främsta orsak till problematiken utöver väder.
- Snöfall eller våt vägbana i kombination med övergång till kallare väder och rim-/frostutfällning vid låga temperaturer är mest problematiskt. Våt vägbana och fallande temperatur är mindre problematiskt.
- Mekanisk halkbekämpning, sandning är inte effektivt då trafiken är över ÅDT 4000. Andra parametrar än ÅDT påverkar, tung trafik, hastighet, temperatur och backar.
- Vanligaste alternativet till salt är saltinblandad sand vid problematiska situationer.
- Entreprenörens personal är erfaren och flera har mer än 25 års erfarenhet. etablerade kontakter finns inom försök/utveckling, utvecklingsverksamheten är i dag liten.
- Tillgång och användning av fastsandspridare är begränsad.

Djupintervjuer

Snöfall och fallande temperatur – bästa praxis

- Väderprognoser och väderutveckling följs noga.
- Bottengiva före snöfall. Saltlösning på torr väg (10-15 g/kvm hela vägbredden) eller befuktat salt (5-6 g/kvm koncentrerad spridningsbild) på fuktig/blöt väg.
- Ploga under snöfall, låg saltgiva befuktat salt som moddar, temperatur avgör eventuellt inget salt då temperaturen faller under 5 minusgrader.
- Större saltgiva vid slutet av snöfall, temperatur avgör eventuellt inget salt då temperaturen är under 5 minusgrader.
- Snö-/isväglag efter snöfall åtgärdas med isrivning och/eller sandning (saltinblandad sand, ”saltspetsad sand”).

Våt/fuktig vägbana och fallande temperatur – bästa praxis

- Väderprognoser och väderutveckling följs noga.
- Förebyggande åtgärd. Befuktat salt (5-10 g/kvm koncentrerad spridningsbild).
- Isväglag när förebyggande åtgärd ej givit effekt åtgärdas med sandning, saltinblandad sand alternativt ”saltspetsad sand”. CaCl₂ kan användas vid rätt väderutveckling, dispens krävs i dagens upphandlingar.

Lätt snöfall/drev vid låga temperaturer – bästa praxis

- Väderprognoser, vindstyrka, vindhastighet följs noga.
- Ploga och undvik att blöta ner vägen.
- Hög trafik torkar upp vägen vid lätt snöfall och låga temperaturer.
- Isväglag efter lätt snöfall/drev vid låga temperaturer åtgärdas med sandning, saltinblandad sand alternativt ”saltspetsad sand”. CaCl₂ kan användas vid rätt väderutveckling, dispens krävs i dagens upphandlingar.

Rim-/frostutfällning vid låga temperaturer – bästa praxis

- Väderprognoser och väderutveckling följs noga, särskilt trend för daggpunkts- och vägytetemperatur.
- Förebyggande åtgärd. Saltlösning på torr väg (10-15 g/kvm hela vägbredden) eller befuktat salt (5-6 g/kvm koncentrerad spridningsbild) på fuktig/blöt väg. Saltlösning undviks då temperaturen är under 5 minusgrader.
- I kombination med underkyllt regn sprids befuktat salt, maximal giva.

- Isvåglag når forebyggende åtgærd ej givit effekt åtgærdas med sandning, saltinblandad sand alternativt "saltspetsad sand" eller stensmjöl 0 – 2 mm. CaCl₂ kan användas vid rätt väderutveckling, dispens krävs i dagens upphandlingar.

Salt-/spridarleverantörer – sammanfattning bruttolista, ej prioriterad

- Möjligt alternativ till NaCl vid låga temperaturer är CaCl₂ som har lägre fryspunkt än NaCl, men är hygroskopiskt vilket påverkar risk för återfrysning.
- Utöver fryspunkt och hygroskopitet är kornkurva, ska löslighet beakta vid val av salt.
- Fast salts, saltlösningens och vattnets temperatur påverkar effekten på väg.
- Kompetens är "nyckel" till framgång.
- Mer fokus på saltkoncentration än saltgiva.

Övriga kommentarer från entreprenörer- sammanfattning bruttolista, ej prioriterad

- Trafik är förutsättning för att få effekt av salt vid "brytning av is och "modning".
- Teoretisk kunskap om salters effekt, verkan och egenskaper efterfrågas, dagens arbetsmetodik är i huvudsak grundad på lång praktisk erfarenhet
- Salt behöver inte döljas i saltinblandad sand i vissa vädersituationer.
- Goda erfarenheter av hög temperatur på lösning/vatten. Flera entreprenörer är intresserade.
- Fackmannamässig samverkan med beställaren ger god vinterväghållning.

2.1.3 Sammenstilling og oppsummering

Undersøkelsen av beste praksis i Norge og Sverige har gitt følgende grunnleggende beskrivelse av problemet og hovedtrekkene i eksisterende praksis:

	Norge	Sverige
Problem-situasjon	Snøfall og overgang til periode med lav temperatur sammen med lett snøfall ved lave temperaturer er den vanligste vær-situasjonen som medfører en problemperiode.	Snøfall eller våt vägbana i kombination med övergång till kallare väder och rim-/frostutfällning vid låga temperaturer är mest problematiskt. Våt vägbana och fallande temperatur är mindre problematiskt.
Antall og varighet	Det er vanligst forekommende med 3-5 problemperioder pr sesong med varighet 3-7 døgn pr gang.	Antalet perioder är vanligen mindre än 5 per år då entreprenörerna haft problem med låg effekt av salt.
Endring av strategi	Overgang til vinterveg ikke er aktuelt når ÅDT er over 10 000.	Mekanisk halkbekämpning, sandning är inte effektivt då trafiken är över ÅDT 4000.
Vanligst benyttet tiltak	Fastsand er det mest benyttede tiltaket i slike problemperioder.	Vanligaste alternativet till salt är saltinblandad sand vid problematiska situationer.

Dybdeintervjuene har fokusert på alternative metoder for problemsituasjonene. Følgende tiltak har blitt nevnt i intervjurundene:

Norge	Sverige
<ul style="list-style-type: none"> • Bruken av NaCl i ulike former tøyes og benyttes i de fleste kontrakts-områdene også ved lavere temperaturer enn salttabellen anbefaler. • Bruk av MgCl₂-løsning som befuktningssvæske for NaCl (liten bredde i erfaringsgrunnlaget). • Fastsand fungerer også tilfredsstillende på tynne ishinner, men fungerer dårligere (kortere varighet) desto høyere ADT og høyere fartsgrense. • Sand med ekstra saltinnhold (30-50 % salt) er ikke aktuelt tiltak på høytrafikkert veg ved lave temperaturer. Tiltaket er et nødstiltak som benyttes for å løse opp issåler ved lave temperaturer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Isvåglag när förebyggande åtgärd ej givit effekt åtgärdas med sandning, saltinblandad sand alternativt ”saltspetsad sand” (30-50 % salt). Isvåglag efter lätt snöfall/drev vid låga temperaturer åtgärdas med sandning, saltinblandad sand alternativt ”saltspetsad sand” eller stensmjöl 0 – 2 mm. • I kombination med underkyllt regn sprids befuktat salt, maximal giva.

2.2 Litteraturundersøkelse

I Etatsprogram vinterdrift (EVI) under delprosjektet Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer er det gjennomført en litteraturstudie innenfor temaet anti-ising ved lave temperaturer [3].

Studiet er basert på følgende litteratursøk:

- Søk i databasene til Statens vegvesens bibliotek
- Søk i Google Scholar
- Forespørsel til medlemmer av SNOW-ICE Listserv (universitetet i Iowa)
- Informasjon fra vegforvaltningene i Ontario Massachusetts og Minnesota
- Rapporter fra andre kilder som ble identifisert under arbeidet

Søket ga etter en grovsortering etter sannsynlig relevans for temaet 34 referanser. Disse ble gjennomgått og innholdet ble nærmere beskrevet. Denne gjennomgangen identifiserte 7 referanser som ble ansett som direkte relevante med innhold knyttet til anti-ising ved lave temperaturer. Disse 7 referansene, som stammer fra USA, Canada, Danmark og Norge, utgjør hovedgrunnlaget for studiens konklusjoner.

Studien viser at det gis sprikende anbefalinger for kjemikaliebruk ved lave temperaturer. Variasjonsområdet er stort. Noen kilder anbefaler at laveste temperatur for kjemikaliebruk er -9 - -11°C og anbefaler bruk av sand ved lavere temperaturer. Andre kilder beskriver bruk av kjemikalier ned til -18°C. I noen svært kalde områder beskrives krav til at saltløsningen må ha eutektisk temperatur helt ned til -35°C, dvs. atskillig lavere enn eutektisk temperatur for NaCl, for å unngå at saltløsningen fryser på lagringstank. Dette kan oppnås ved å bruke MgCl₂ eller CaCl₂ som befuktningssvæske (eutektisk temperatur på hhv -33°C og -50°C).

Det gis advarsler om at bruk av $MgCl_2$ og $CaCl_2$ kan gi glatt veg (fuktig vegbane, fare for tilfrysing pga disse saltenes hygroskopiske egenskaper) og disse stoffene bare bør brukes ved lav luftfuktighet.

$NaCl$ er omtalt som det mest kostnadseffektive kjemikaliet i flere kilder.

Landbruksbaserte produkter rapporteres i noen kilder å ikke ha virkning i form av at det senker frysepunkt for saltblandingen, mens andre kilder angir at slike produkter senker frysepunktet for $NaCl$ -løsninger. Det gis også motstridende anbefalinger mht bruk ved lave temperaturer, fra at de ikke bør brukes ved temperatur under $-11^\circ C$ til informasjon om at produktene fungerer ved lavere temperaturer.

I rapporten «Understanding the Effectiveness of Non-Chloride Liquid Agricultural By-Products and Solid Complex Chloride/Mineral Products» av Fay et.al ved Montana State University, rapporteres det at agro-baserte produkter både i blanding med $NaCl$ -løsning, og i form av produkter som ikke blandes med $NaCl$ -løsning, har følgende egenskaper:

- lavere frysepunkt enn ren $NaCl$ -løsning
- forsinket tilfrysing ved snøvær eller fallende temperatur og gir dermed bedre friksjon på vegen
- effektive også ved lavere temperatur enn $-15^\circ C$
- reduserer binding mellom dekkeoverflate og snø/is (bedre brøyting)
- gir lenger varighet av tiltakene bl.a. pga større viskositet
- noen produkter har også bedre smeltekapasitet enn $NaCl$ -løsning

Rapporten bygger på en omfattende lab-undersøkelse kombinert med en bred erfaringsinnhenting gjennom litteraturstudium og nasjonal spørreundersøkelse. Dette arbeidet framstår som så grundig at det pr i dag er grunn til å tillegge resultatene vekt når det skal konkluderes mht effekter av agrobaserte produkter ved lave temperaturer. Arbeidet og resultatene viser at det er interessant å gå videre med nye undersøkelser knyttet til funnene om at agro-baserte stoffer har egenskaper som gir lengre varighet av tiltak og muligheter for bruk ved lavere temperaturer. I slike undersøkelser bør det tas med i betraktningen at det kan være annet saltinnhold ($MgCl_2$, $CaCl_2$) i agromixene som bedrer frysepunkt og smeltekapasitet, mens karbohydratinholdet er det som øker viskositeten og bidrar til forlenget varighet på vegen.

2.3 Case-studie E6 Oslo/Akershus

I tidlig fase av arbeidet med prosjekt *Vinterdrift av høytrafikkerte vegger ved lave temperaturer* ble det av prosjektgruppa satt fram en hypotese om at det i vinterperioden er forskjellige føreforhold på hhv. Oslo- og Akershusiden av E6 nord for Oslo.

En kjent forskjell i utførelse av vinterdriften mellom strekningene er at i Oslo er $MgCl_2$ -løsning benyttet som befuktningssvæske ved saltingstiltak, mens det i Akershus benyttes $NaCl$ -løsning til befuktning av salt. Denne forskjellen i driftsopplegg er bakgrunnen til at case-studien ble gjennomført på denne strekningen [4].

Del 1 av undersøkelsen hadde som hovedfokus å undersøke tidligere utførte friksjonsmålinger i kalde perioder. De aktuelle friksjonsmålingene var fra stikkprøvekontroller

utført av Svv Region øst i perioden 2009-2014. Det viste seg at det var få tilfeller der friksjonsmåling på E6 ble utført sammenhengende på begge sider av fylkesgrensen, eller så nær i tid at forholdene kunne antas å være sammenlignbare (måletidspunkt innenfor 30 min). En årsak til få sammenhengende målinger var at friksjonen på Oslo-siden ble vurdert til å tilfredsstillende kravene ut fra visuell bedømming og derfor ble ikke delstrekningen på Oslo-siden målt. Blant de aktuelle friksjonsmålingene som fantes var det flest tilfeller der Oslo-siden hadde best friksjon. Imidlertid var de fleste målingene fra dager det ikke var spesielt lave temperaturer og i mange av tilfellene var det målt friksjon i forbindelse med snøvær, og snø på vegen var sannsynligvis årsaken til redusert friksjon. Ut fra dette ble det konkludert med at det ville vært nødvendig med systematiske friksjonsmålinger på begge delstrekninger over en lengre periode med ulike problematiske vær-situasjonene for å kunne fastslå om hypotesen var riktig basert på friksjonsmålinger.

Del 2 av undersøkelsen baserte seg på bilder fra Svv's web-kameraer på Karihaugen og i Djupdalen for å bestemme føreforhold siden det ikke ble gjennomført systematiske friksjonsmålinger på delstrekningene i perioden. Bildene fra en kuldeperiode i januar 2016 viste i lange perioder tydelige forskjeller i føreforhold mellom delstrekningene. Det var lange perioder med helt bar veg på Oslo-siden og delvis eller helt snødekt veg på Akershus-siden. Disse situasjonene med forskjeller oppsto ved lave temperaturer i etterkant av snøvær med forholdsvis små nedbørmengder. Hypotesen «det har vært bedre føreforhold på Oslo-siden» stemte dermed for denne perioden.

Driftsdata fra elektronisk datainnsamling korrigert for manuelle avvik (generert fra Elrapp) fra begge kontraktsoner ble analysert for perioden 6. til 23. januar 2016. Fra denne analysen ble det funnet at innsatsnivået gjennom utførte brøytekm, saltings-tiltak og utstrødde saltmengder var vesentlig større på Oslo-siden enn på Akershus-siden. Forskjellen i driftsopplegg mellom Oslo og Akershus omfattet dermed både høyere innsatsnivå og bruk av $MgCl_2$ på Oslo-siden, og det kan ikke trekkes sikker konklusjon på effekten av bruken av $MgCl_2$ fra denne analysen.

Gjennom del 2 av case-undersøkelsen er det vist at hypotesen stemmer for en lang periode med lave temperaturer ved at det var store forskjeller i føreforhold mellom delstrekningene i Oslo og Akershus. Men det er ikke påvist at dette kan tilskrives bruken av ulike strømaterialer på delstrekningene.

3 Anbefalinger

Basert på arbeidene som er gjennomført i prosjektet og som er omtalt og beskrevet i kapittel 2, anbefales følgende metoder/kjemikalier som friksjonsforbedrende tiltak ved lave temperaturer:

- NaCl befuktet med NaCl-løsning
- NaCl befuktet med $MgCl_2$ -løsning
- Fastsand

Som nødtiltak, hvis det ved lave temperaturer har blitt dannet en tykk snø-/issåle, kan sand med ekstra saltinnhold (30-50 % salt) være et aktuelt tiltak for å øke friksjonen og bidra til å løse opp sålen.

Som nødtiltak på tynne islag ved lave temperaturer kan strøing av pussesand/steinmjøl være en aktuell metode dersom fastsandutstyr ikke er tilgjengelig.

Anbefalt bruksområde for de anbefalte metodene er vist i følgende tabell. Tabellen differensierer tiltak/metode med hensyn til ÅDT, antall kjørefelt, fart og temperaturintervall:

Aktuelle tiltak på DkA- og DkB-veger ved lave temperaturer			Vegbanetemperatur °C		
ÅDT	Felt	Fartsgrense	DkA: 0 - -12°C	DkA: -12 - -16°C	Under -16°C (DkA og DkB)
			DkB: 0 - -10°C	DkB: -10 - -16°C	
> 20 000	4-felt	>= 80	Tiltak og mengder ved temperatur > -10°C/-12°C er beskrevet i salttabellen, D2-ID9300a	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn NaCl befuktet m. NaCl-løsn	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn
		< 80		NaCl befuktet m. MgCl2-løsn NaCl befuktet m. NaCl-løsn	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn
	2-felt	>= 80		NaCl befuktet m. NaCl-løsn NaCl befuktet m. MgCl2-løsn	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn
		< 80		NaCl befuktet m. NaCl-løsn NaCl befuktet m. MgCl2-løsn	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn
10-20 000	4-felt	>= 80		NaCl befuktet m. NaCl-løsn NaCl befuktet m. MgCl2-løsn	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn Fastsand
		< 80		NaCl befuktet m. NaCl-løsn NaCl befuktet m. MgCl2-løsn Fastsand	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn Fastsand
	2-felt	>= 80		NaCl befuktet m. NaCl-løsn NaCl befuktet m. MgCl2-løsn	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn
		< 80		NaCl befuktet m. NaCl-løsn NaCl befuktet m. MgCl2-løsn	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn
5-10 000	2-felt	>= 80		NaCl befuktet m. NaCl-løsn NaCl befuktet m. MgCl2-løsn Fastsand	NaCl befuktet m. MgCl2-løsn Fastsand
		< 80		NaCl befuktet med NaCl-løsning NaCl befuktet med MgCl2-løsn Fastsand	Fastsand
3-5 000	2-felt	>= 80		NaCl befuktet m. MgCl2-løsn Fastsand NaCl befuktet m. NaCl-løsn	Fastsand
		< 80		NaCl befuktet m. MgCl2-løsn Fastsand NaCl befuktet m. NaCl-løsn	Fastsand
1 500-3 000	2-felt	>= 80	Fastsand NaCl befuktet m. MgCl2-løsn NaCl befuktet m. NaCl-løsn	Fastsand	
		< 80	Fastsand	Fastsand	
< 1 500	2-felt	>= 80	Fastsand	Fastsand	
		< 80	Fastsand	Fastsand	

De anbefalte aktuelle tiltakene i hver enkelt celle er angitt i prioritert rekkefølge ovenfra og ned.

Fargekoden grønn er benyttet der man har erfaring for at metoden fungerer. Gråkursiv font er benyttet for tiltak som er mer usikre pga mindre erfaring med metoden

innenfor aktuelt temperaturområde, ÅDT, felt og fartsgrense, men som sannsynligvis har mindre risiko knyttet til tiltaket enn om ingen tiltak gjøres, og som det bør skaffes mer erfaring om, og som bør prøves ut i større omfang før sikre anbefalinger kan gis.

Metodene er gitt for to temperaturintervaller: -10/-12 til -16°C og under -16°C. Hvor langt ned under -16°C metoden kan benyttes er ikke gitt av tabellen, men er avhengig av mange forhold som trafikkmengde, tidspunkt på døgnet tiltaket utføres, utstyr, kompetanse og erfaring mm.

For 4-feltsveger med forholdsvis lav trafikkmengde er det en kjent problemstilling knyttet til å oppnå like gode føreforhold i venstre felt som i høyre felt. Gjennomsnittstall for trafikkfordeling på 4-felts veg viser at kun 15% av trafikken benytter venstre felt (felt 1 og 2) ved ÅDT 10 000. Andelen øker ved økende trafikk, og er ca 25% ved ÅDT 20 000.

Pga de hygroskopiske egenskapene til $MgCl_2$ vil det ta lenger tid før vegen tørker opp enn ved bare bruk av $NaCl$. Man må derfor være obs på faren for uttynning og tilfrysing hvis trafikken ikke er stor nok til at vegen tørker opp når $MgCl_2$ benyttes.

Øvrige metoder som også er benyttet ved lave temperaturer, men som ikke inngår i tabellen over anbefalte metoder, er listet opp i følgende tabell:

Metode	Erfaring med metode
NaCl befuktet med $CaCl_2$ -løsning	Lite brukt i Norge, hygroskopisk, fare for gjenfrysing ved uttynning, brukt som befuktningssvæske i kalde strøk for å unngå at løsning fryser på tank
NaCl befuktet med blanding av saltløsning og agro-baserte produkter	Lite brukt i Norge. Fra litteraturen vises positive egenskaper ift å senke frysepunkt i blanding med saltløsning og klebrighet som forlenger virkningstiden til et tiltak.
Agro-baserte produkter (ublandet, som levert fra produsent)	Lite erfaring, ingen erfaringer fra kalde perioder
Sand befuktet med $NaCl$ -løsning	Metode som har vært benyttet i Canada og nord i USA
Tørt salt	Kan fungere på mindre trafikerte veger dersom utlegging på riktig tidspunkt ift det lokale trafikkmønsteret
Tørr sand	Tiltak med kort varighet, når andre metoder ikke fungerer

4 Videreføring

Det skal arbeides videre med følgende tema innenfor dette området:

- Supplere saltinstruksjonen mht anbefalingene knyttet til metoder som kan benyttes ved lave temperaturer.
- Gjennomføre drifts-/feltforsøk på 4-feltsveg med ÅDT under 20 000 for å prøve ut og skaffe mer erfaring med bruk av $MgCl_2$ til befuktning av $NaCl$ på denne type veg.
- Gjennomføre drifts-/feltforsøk med bruk av agro-baserte blandinger til befuktning av $NaCl$.

5 Referanser

- [1] Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer - Undersøkelse av beste praksis: Spørreundersøkelse og dybdeintervjuer, Statens vegvesen rapport nr 441, 2015.
- [2] Vinterväghållning på högtrafikerade vägar vid låga temperaturer: Enkätundersökning och djupintervjuer, omfattning och bästa praksis, contract horizon ab, 2015 (ikke offentlig).
- [3] Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer – Litteraturundersøkelse, ViaNova/Statens vegvesen rapport nr 568, 2017.
- [4] Vinterdrift av høytrafikkerte veger ved lave temperaturer – Case-strekning E6 Oslo – Akershus: Oppfølging av føreforhold, ViaNova/Statens vegvesen rapport nr 554, 2017.



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47 915) 02030
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen