



Statens vegvesen

Salt befuktet med varmt vann. Forsøk sesongen 2006/2006 og videre anbefalinger

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2472



Veg- og trafikkfaglig senter
Dato: oktober 2006



Statens vegvesen

**Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen**

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: 22 07 35 00

www.vegvesen.no

TEKNOLOGI-RAPPORT nr. 2472

Tittel

Salt befuktet med varmt vann. Forsøk sesongen 2005/2006 og videre anbefalinger

Utarbeidet av

SINTEF teknologi og samfunn,
Transportsikkerhet og -informatikk v/ Torgeir Vaa

Dato:

Oktober 2006

Saksbehandler

Roar Støtterud

Prosjektnr:

600657

Kontrollert av

Øystein Larsen

Antall sider og vedlegg:

44/5

Sammendrag

Gjennom utviklingen av strøtstyr for Fastsand, ligger det nå til rette for å ta i bruk en metode basert på å tilsette varmt vann som befukningsvæske til tørt salt. Sesongene 2003/2004 – 2005/2006 er det gjennomført et prosjekt i Lyngdal hvor det er gjort forsøk med salting på tynn is og på tykkere islag samt at det er utført preventive tiltak hvor befukning med varmt vann (95 °C) er sammenlignet med den tradisjonelle måten å befukte salt ved å tilsette saltløsning. Testene som er utført bekrefter at befukning med varmt vann er et fullverdig alternativ til befukning med saltløsning, og det er ikke avdekket uheldige sider med metoden. Resultatene fra forsøk med preventive tiltak i uke 4/2006 viste at befukning med varmt vann er likeverdig med befukning med saltløsning i forhold til mengden restsalt som ble målt på vegbanen. Tidligere forsøk har vist at ved salting på isdekke er effekten av de to metodene omtrent identiske med hensyn på friksjonsutvikling. På tynne ishinner er det imidlertid påvist en forskjell i favør av den nye metoden med befukning med varmt vann både i forhold til en raskere virkning og jevnt høgre friksjonsnivå sammenlignet med tradisjonell salting med tilsetning av saltløsning som befukningsvæske.

Med bakgrunn i de testene som er utført, anbefales befukning med varmt vann tatt i bruk som saltmetode der Fastsandutstyr er tilgjengelig. Det er imidlertid fortsatt behov for å dokumentere erfaringer med metoden et daglig driftsopplegg i forhold til bl a riktig væskemengde under ulike forhold, hvor mye saltmengden kan reduseres og konsekvenser for trafikk- og temperaturgrenser for salting. Dette er noe det taes sikte på å se nærmere på sesongen 2006/2007 ved å dokumentere erfaringer med en spesialbygd enhet med varmesystem tilpasset det vannvolumet en trenger ved befukning av salt.

Summary

The development of spreader equipment for the new sanding method Fixed sand (mixing sand and hot water) has made it possible to try a completely new salting method by adding hot water to dry salt (sodium chloride). The winter seasons 2003/2004 – 2005/2006 there has been carried out a project in Lyngdal in Region South in Norway with salt trials on both thin ice and a thicker ice layer and as preventive measures where prewetting salt with hot water (95 °C) has been compared with the traditional way of prewetting salt by adding salt brine. The tests that have been conducted confirms that prewetting salt with hot water is a adequate alternative to using brine as prewetting agent, and so far there are not revealed any negative aspects with the method. The results from trials with anti-icing measures in week 4/2006 showed that prewetting with hot water is equivalent to prewetting with brine when it comes to residual salt measured on the roadway. Earlier trials have shown that de-icing on thick ice with the two methods gives almost identical effect regarding friction development. On thin ice however it has been proven difference in favour of the new method with prewetting salt with hot water both with regards to a more rapid effect and a higher level of friction compared to the traditional salting method by adding brine as prewetting agent.

On the background of the tests carried out, prewetting salt with hot water is recommended taken into use as a salting method where Fixed sand equipment is available. It is however still a need for documentation of experience with the new method in daily operations with regards amongst other things to the amount of water under different conditions, how much the amount of salt can be reduced and the consequences for traffic and temperature limits for salting. The plan is to look more thoroughly into these aspects the winter season 2006/2007 by documenting experience with a new unit with heater system adapted to the volume of water needed for prewetting salt.

Emneord:

Vinterdrift, salting, varmt vann, restsalt, friksjon

**SINTEF****SINTEF Teknologi og samfunn**
Transportsikkerhet og -informatikkPostadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Klæbuveien 153
Telefon: 73 59 46 60
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Salt befuktet med varmt vann. Forsøk sesongen 2005/2006 og videre anbefalinger

FORFATTER(E)

Torgeir Vaa

OPPDRAGSGIVER(E)

Veg- og trafikkfaglig senter i Trondheim, Vegdirektoratet

RAPPORTNR. STF50 A06107	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Roar Støtterud	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN 82-14-03966-8	PROSJEKTNR. 223302	ANTALL SIDER OG BILAG 44/5
ELEKTRONISK ARKIVKODE I:\pro\223300		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Torgeir Vaa <i>Torgeir Vaa</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Terje Giæver <i>Terje Giæver</i>
ARKIVKODE 223302	DATO Oktober 2006	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Trond Foss, Forskningsjef <i>Trond Foss</i>	

SAMMENDRAG

Gjennom utviklingen av strøtstyr for Fastsand, ligger det nå til rette for å ta i bruk en metode basert på å tilsette varmt vann som befuktingsvæske til tørt salt. Sesongene 2003/2004 – 2005/2006 er det gjennomført et prosjekt i Lyngdal hvor det er gjort forsøk ved salting på tynn is og på tykkere islag samt at det er utført preventive tiltak hvor befukning med varmt vann (95 °C) er sammenlignet med den tradisjonelle måten å befukte salt ved å tilsette saltløsning.

Testene som er utført bekrefter at befukning av salt med varmt vann er et fullverdig alternativ til befukning med saltløsning, og det er ikke avdekket uheldige sider med metoden. En er også kjent med at metoden er tatt i bruk med gode erfaringer i noen andre områder i landet, uten at dette er dokumentert. Testene sesongen 2005/2006 (uke 4/2006) ble konsentrert om preventive tiltak på E39 hvor de to metodene ble sammenlignet. Det ble også gjennomført en studie i uke 7/2006, men da var forholdene pga snøvær ikke egnet for forsøksvirksomhet slik at en i stedet foretok oppfølging av det som skjedde under snøværet. Denne oppfølgingen er rapportert i et eget notat.

Resultatene fra de preventive tiltakene i uke 4/2006 viste at befukning med varmt vann er likeverdig med befukning med saltløsning i forhold til mengden restsalt som ble målt på vegbanen. Tidligere forsøk har vist at ved salting på isdekke er effekten av de to metodene omtrent identiske med hensyn til friksjonsutvikling. På tynne ishinner er det imidlertid påvist en forskjell i favør av den nye metoden med befukning med varmt vann både i forhold til en raskere virkning og jevnt høyere friksjonsnivå sammenlignet med tradisjonell salting med tilsetning av saltløsning som befuktingsvæske.

Med bakgrunn i de testene som er utført, anbefales befukning med varmt vann tatt i bruk som saltmetode der Fastsandutstyr er tilgjengelig. Det er imidlertid fortsatt behov for å dokumentere erfaringer med metoden et daglig driftsopplegg i forhold til bl a riktig væskemengde, hvor mye saltmengden kan reduseres og konsekvenser for trafikk- og temperaturgrenser for salting. Dette er noe det taes sikte på å se nærmere på sesongene 2006/2007 ved å dokumentere erfaringer med en spesialbygd enhet med varmesystem tilpasset det vannvolumet en trenger ved befukning av salt.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Samferdsel	Transport
GRUPPE 2	Veg	Road
EGENVALGTE	Vinterdrift	Winter Maintenance
	Salting	Salting
	Varmt vann	Hot Water

Innhold

 SAMMENDRAG	V
SUMMARY	VII
1. INNLEDNING	9
1.1 BAKGRUNN	9
1.2 MÅLSETTING	9
1.3 GJENNOMFØRING SESONGEN 2005/2006.....	10
1.4 RAPPORTENS INNHOLD	10
2. FORSØKSOPPLEGG	11
2.1 PRØVESTREKNINGER	11
2.2 UNDERSØKTE METODER OG STRØBILER SOM BLE BENYTTET	12
2.3 SALTQUALITET	14
2.4 KALIBRERING OG KONTROLL AV UTSTYR	15
2.5 FORSØKSBETINGELSER OG ORGANISERING AV PRØVESTREKNINGER.....	17
2.5.1 <i>Overflatetilstander</i>	17
2.5.2 <i>Skilting og varsling</i>	19
2.5.3 <i>Organisering av prøvestrekninger og eksempler på utstrøing av tiltak</i>	20
2.6 DOKUMENTASJON AV EFFEKTER.....	25
2.6.1 <i>Restsalt</i>	25
2.6.2 <i>Restfuktighet</i>	27
2.6.3 <i>Friksjonsmålinger</i>	27
3. RESULTATER.....	28
3.1 RESTSALT, SALTING PÅ IS	28
3.2 RESTSALT, PREVENTIVE TILTAK	31
3.3 FRIKSJONSMÅLINGER.....	34
3.4 SAMMENSTILLING AV FRIKSJONSMÅLINGER FRA TIDLIGERE TESTER	36
4. OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER.....	38
4.1 OPPSUMMERING	38
4.2 ANBEFALINGER	39
LITTERATURLISTE	40

Sammendrag

Gjennom utviklingen av strøutstyr for Fastsand, ligger det nå til rette for å ta i bruk en metode basert på å tilsette varmt vann som befuktingsvæske til tørt salt. Sesongen 2003/2004 ble det gjennomført en forstudie for å se nærmere på om denne metoden kan være et alternativ til den tradisjonelle måten å befukte salt ved å tilsette saltløsning.

Resultatene fra forsøkene i Lyngdal som ble utført i uke 2, 5 og 9 i 2004 viste klare tendenser til at det er en forskjell i favør av den nye metoden med befuktning med varmt vann både i forhold til en raskere virkning og jevnt høyere friksjonsnivå sammenlignet med tradisjonell salting med tilsetning av saltløsning som befuktingsvæske. Det var først etter 2,5 timer at de 2 metodene nærmet seg hverandre.

Det var ikke forventet at den første prøvevinteren skulle gi fullstendig svar på de ulike hypotesene som er reist, og prosjektet ble lagt opp som en forstudie for å se om det var grunnlag for å gå videre med konseptet. Målsettingen med å videreføre prosjektet har vært å få verifisert om befuktning av salt med varmt vann kan være en alternativ saltingsmetode. Hovedhensikten med å bruke varmt vann som befuktningmiddel er å se om dette vil redusere de totale saltmengdene. Andre problemstillinger er om salt tilsatt varmt vann gir en raskere effekt på vegen, og hvordan dette i så fall virker inn i forhold til trafikkgrensene som er satt for bruk av salt. Målsettingen kan oppsummeres slik:

- Utvikle metode for å befukte salt med varmt vann
- Gi et bidrag til utvikling av alternative driftsstrategier
- Øke anvendelsen av Fastsandspredere
- Redusere total saltmengde
- Utvide trafikkområdet for salting

Resultatene fra nye tester som ble gjort i uke 9/2005 bekreftet at det er interessant å gå videre med den nye befuktningmetoden. Befuktning med varmt vann ser ut til å gi minst like god effekt på friksjonsutviklingen som ved bruk av saltløsning som befuktingsvæske. Det ser også ut til at mer av saltet blir liggende virksomt på vegbanen ved tilsetning av varmt vann til det tørre saltet.

Konklusjonen etter den andre sesongen var at det fortsatt stod en del ubesvarte spørsmål igjen, og prosjektet fortsatte derfor enda en vinter med vektlegging av målinger av restsalt både ved salting på is og ved preventive tiltak.

Resultatene fra de preventive tiltakene i uke 4/2006 viste at befuktning med varmt vann er likeverdig med befuktning med saltløsning i forhold til mengden restsalt som ble målt på vegbanen. Tidligere forsøk har vist at ved salting på isdekke er effekten av de to metodene omtrent identiske med hensyn til friksjonsutvikling. På tynne ishinner er det imidlertid påvist en forskjell i favør av den nye metoden med befuktning med varmt vann både i forhold til en raskere virkning og jevnt høyere friksjonsnivå sammenlignet med tradisjonell salting med tilsetning av saltløsning som befuktingsvæske.

Med bakgrunn i de testene som er utført, anbefales befuktning med varmt vann tatt i bruk som saltmetode der Fastsandutstyr er tilgjengelig. Det er imidlertid fortsatt behov for å dokumentere erfaringer med metoden i et daglig driftsopplegg i forhold til bl a riktig

væskemengde, hvor mye saltmengden kan reduseres og konsekvenser for trafikk- og temperaturgrenser for salting. Dette er noe det taes sikte på å se nærmere på sesongen 2006/2007 ved å dokumentere erfaringer med en spesialbygd enhet med varmesystem tilpasset det vannvolumet en trenger ved befuktning av salt.

Summary

The development of spreader equipment for the new sanding method Fixed sand (mixing sand and hot water) has made it possible to try a completely new salting method by adding hot water to dry salt (sodium chloride). The winter seasons 2003/2004 – 2005/2006 there has been carried out a project in Lyngdal in Region South in Norway with salt trials on both thin ice and a thicker ice layer and as preventive measures where prewetting salt with hot water (95 °C) has been compared with the traditional way of prewetting salt by adding salt brine.

The tests that have been conducted confirms that prewetting salt with hot water is a adequate alternative to using brine as prewetting agent, and so far there are not revealed any negative aspects with the method. The results from trials with anti-icing measures in week 4/2006 showed that prewetting with hot water is equivalent to prewetting with brine when it comes to residual salt measured on the roadway. Earlier trials have shown that de-icing on thick ice with the two methods gives almost identical effect regarding friction development. On thin ice however it has been proven difference in favour of the new method with prewetting salt with hot water both with regards to a more rapid effect and a higher level of friction compared to the traditional salting method by adding brine as prewetting agent.

On the background of the tests carried out, prewetting salt with hot water is recommended taken into use as a salting method where Fixed sand equipment is available. It is however still a need for documentation of experience with the new method in daily operations with regards amongst other things to the amount of water under different conditions, how much the amount of salt can be reduced and the consequences for traffic and temperature limits for salting. The plan is to look more thoroughly into these aspects the winter season 2006/2007 by documenting experience with a new unit with heater system adapted to the volume of water needed for prewetting salt.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Fastsand har revolusjonert sandstrøingsteknikken både når det gjelder utstyr og i forhold til effekten av tiltak. Nøkkelen til den store friksjonsforbedringen ligger i tilsetningen av kokende vann til grusmaterialene. En standard Fastsandenhet bygd opp etter gjeldende kravspesifikasjon er dessuten et fleksibelt utstyr som kan benyttes både til sand og salt med og uten tilsetning av befukning. Dette åpner for utvikling og uttesting av nye strøteknikker.

Ved salting er saltløsning i dag det mest vanlige befukningsmiddel, men det pågår også uttesting av befukning ved bruk av magnesiumkloridløsning for å se hvordan dette virker inn både i forhold til saltforbruk og temperaturrensene for salting.

Gjennom utviklingen av strøtstyr for Fastsand, ligger det til rette for å ta i bruk en metode basert på å tilsette varmt vann som befukningsvæske til tørt salt. Sesongen 2003/2004 ble det gjennomført en forstudie for å se nærmere på om denne metoden kan være et alternativ til den tradisjonelle måten å befukte salt ved å tilsette saltløsning. Resultatene fra forsøkene i Lyngdal som ble utført i uke 2, 5 og 9 i 2004 viste klare tendenser til at det er en forskjell i favør av den nye metoden med befukning med varmt vann både i forhold til en raskere virkning og jevnt høyere friksjonsnivå sammenlignet med tradisjonell salting med tilsetning av saltløsning som befukningsvæske. Det var først etter 2,5 timer at de 2 metodene nærmet seg hverandre.

Prosjektet ble besluttet videreført, men dessverre fikk en ikke gjennomført nye forsøk sesongen 2004/2005 i det omfang en hadde planlagt. Resultatene fra testene som ble gjort i uke 9/2005 bekreftet imidlertid at det er interessant å gå videre med den nye befukningsmetoden. Befukning med varmt vann ser ut til å gi minst like god effekt som ved bruk av saltløsning som befukningsvæske. Det ser også ut til at mer av saltet blir liggende virksomt på vegbanen ved tilsetning av varmt vann til det tørre saltet. Ved den tradisjonelle metoden med saltløsning som befukningsvæske ser mer av saltet ut til å havne på vegskulderen.

Konklusjonen etter den andre sesongen var at det fortsatt stod en del ubesvarte spørsmål igjen, og prosjektet fortsatte derfor enda en vinter med vektlegging av målinger av restsalt både ved salting på is og ved preventive tiltak.

1.2 Målsetting

Målsettingen for prosjektet kan oppsummeres slik:

- Utvikle metode for å befukte salt med varmt vann
- Gi et bidrag til utvikling av alternative driftsstrategier
- Øke anvendelsen av Fastsandspredere
- Redusere total saltmengde
- Utvide trafikkområdet for salting

1.3 Gjennomføring sesongen 2005/2006

Sesongen 2005/2006 ble det bare gjennomført ett forsøk med salt og varmt vann i Lyngdal. Dette ble gjennomført i uke 4 i perioden 24. – 25. januar. Det ble også gjennomført en studie i uke 7, men da var forholdene pga snøvær ikke egnet for forsøksvirksomhet slik at en i stedet foretok oppfølging av det som skjedde under snøværet. Denne oppfølgingen er rapportert i et eget notat.

1.4 Rapportens innhold

Denne rapporten presenterer resultatene fra forsøket i uke 4/2006 samt oppsummerer kort hovedresultatene fra forsøkene de to foregående sesongene. På bakgrunn av de foreliggende resultatene er det gitt anbefalinger vedrørende bruk av den nye metoden.

Figur 2.1 og Figur 2.2 viser kartutsnitt over prøvestrekningene under testene i uke 4/ 2006. På Rv 43 ble det saltet på is, mens det ble utført preventive tiltak på E39.

2.2 Undersøkte metoder og strøbiler som ble benyttet

For å kunne dokumentere effekter av alternative metoder er det nødvendig å ha en referanse. Det var da naturlig å benytte standard befukningsmetode som referanse, dvs. befukning med saltløsning.

Spreaderne som ble brukt under testene var av typen Epoke Sirius med tilsetning av saltløsning, Stratos Lava II med tilsetning av varmt vann og LTFV Falköping også med tilsetning av varmt vann, se Figur 2.3 - Figur 2.5. Alle enhetene kjørte med standard befukningsmengde, dvs. 70 vekt-% tørrstoff og 30 vekt-% væske.



Figur 2.3: *Epoke Sirius, innleid kontraktør*



Figur 2.4: *Stratos Lava II, Mesta i Lyngdal*



Figur 2.5: *LTFV Falköping, Mesta i Evje*

2.3 Saltkvalitet

Til forsøkene 24. – 26. januar ble det benyttet steinsalt levert i storsekk, se Figur 2.6 og Figur 2.7. En viktig grunn til å bruke steinsalt under denne typen forsøk er at en da har bedre kontroll med fuktinnholdet i saltet. Hvorvidt forskjellen i korngradering mellom steinsalt og sjøsalt har betydning for effekten av metoden er ikke direkte undersøkt, og en antar at de påviste effektene vil være gyldige for begge salttypene. Ved en optimalisering av metoden kan det være aktuelt å se nærmere på finhetsgraden til saltet.



Figur 2.6: Steinsalt levert i storsekk



Figur 2.7: *Opplasting av salt*

2.4 Kalibrering og kontroll av utstyr

Før selve forsøkene ble igangsatt ble det utført kalibrering av spredere på vegstasjonen i Lyngdal, se Figur 2.8. På Fastsandutstyret ble det også foretatt sjekk av vanntemperaturen, se Figur 2.9 og Figur 2.10. Måleren for saltkonsentrasjon (SOBO) var kalibrert på forhånd i henhold til bruksanvisning fra leverandøren.



Figur 2.8: *Kontroll av tørrstoffdelen*



Figur 2.9: *Kontroll av vanntemperatur*



Figur 2.10: *Kontroll av vanntemperatur*

2.5 Forsøksbetingelser og organisering av prøvestrekninger

2.5.1 Overflatetilstander

På Rv 43 var det noe varierende snø/isdekke på opptil 2 cm tykkelse, mens det på E39 var bar asfalt da det ble gjort preventive tiltak, se henholdsvis Figur 2.11 og Figur 2.12.



Figur 2.11: *Islag på Rv 43*



Figur 2.12: *Bar veg ved utførelse av preventive tiltak på E39, 26.1.2006 kl 09:47*

2.5.2 Skilting og varsling

Skilting og varsling ble foretatt i henhold til utarbeidet varslingsplan. Eksempler på skilting og varslingsrutiner er vist i Figur 2.13 og Figur 2.14.



Figur 2.13: Skilting på Rv 43 i henhold til varslingsplan



Figur 2.14: Skiltvogn på E39

2.5.3 Organisering av prøvestrekninger og eksempler på utstrøing av tiltak

Figur 2.15 - Figur 2.18 viser inndelingen i prøvefelt, utstrødde mengder og tiltakstidspunkt ved de ulike testene som ble gjennomført.

Lyngdal ←		Kilometrering →						Kvås kirke →	
1,0	2,5	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Stratos 20 g/m ²	Epoke 20 g/m ²	Stratos 25 g/m ²	Epoke 25 g/m ²	Stratos 30 g/m ²	Epoke 30 g/m ²	Stratos 20 g/m ²	Epoke 20 g/m ²		

Strekning 1, Rv 43, Hp 4

Dato: 24. januar 2006, saltet 14:00 – 15:00

Figur 2.15: Prøvestrekning 1, salting på is på Rv 43

Lyngdal ←			Kilometrering →						Kvås kirke →	
1,0	2,5	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Stratos 10 g/m ²	Epoke 10 g/m ²	Stratos 15 g/m ²	Epoke 15 g/m ²	Stratos 20 g/m ²	Epoke 20 g/m ²	Stratos 20 g/m ²	Epoke 20 g/m ²	Falköping 20 g/m ²		

Strekning 1, Rv 43, Hp 4

Dato: 25. januar 2006, saltet 10:45 – 11:20

Figur 2.16: *Prøvestrekning 1, salting på is på Rv 43*

Lyngdal ←			Kilometrering →						Kvås kirke →	
1,0	2,5	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Falköping 20 g/m ²	Epoke 20 g/m ²	Falköping 20 g/m ²	Epoke 20 g/m ²	Falköping 20 g/m ²	Epoke 20 g/m ²	Falköping 20 g/m ²	Epoke 20 g/m ²	Falköping 20 g/m ²		

Strekning 1, Rv 43, Hp 4

Dato: 25. januar 2006, saltet 17:10 – 17:40

Figur 2.17: *Prøvestrekning 1, salting på is på Rv 43*

På Rv 43 ble det utført et tiltak 24. januar og to tiltak 25. januar. Det ble lagt ut til sammen 60 gram salt per m².

På E39 ble det foretatt preventiv salting i to omganger, først ett drag i 5 meter bredde og to timer senere ble det strødd i 3 meter bredde i begge retninger.



Figur 2.19: *Epoke Sirius, 24.1.2006, kl 14:43*



Figur 2.20: *Stratos Lava II, 25.1.2006, kl 11:47*



Figur 2.21: *Epoke Sirius, preventivt tiltak, 26.1.2006, kl 9:47*

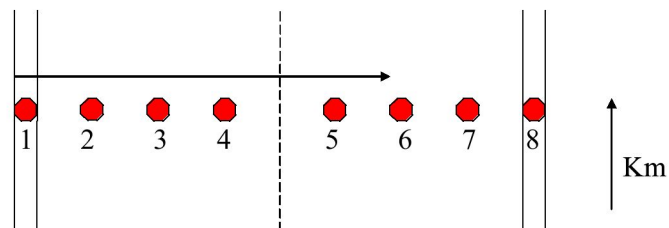


Figur 2.22: *Stratos Lava II, preventivt tiltak, 26.1.2006, kl 10:55*

2.6 Dokumentasjon av effekter

2.6.1 Restsalt

Målingene av restsalt ble utført i 8 punkter på vegbanen, se Figur 2.23, med 1 til 2 målinger per delfelt.



Figur 2.23: Oversikt over målepunkt for restsaltmålinger

Sobo 20 har begrensninger i forhold til å foreta målinger før snø-/isdekket er gått i oppløsning, og restsaltmålinger bør derfor i utgangspunktet foretas på bar veg slik som eksemplet i Figur 2.24. Restsaltverdien leses direkte av displayet på Sobo 20, se Figur 2.25. Ved preventive tiltak kan målingene starte rett etter at tiltakene er utført, se Figur 2.26.



Figur 2.24: Måling av restsalt på Rv 43, 25.1.2006, kl 16:22



Figur 2.25: Display på Sobo 20



Figur 2.26: Måling av restsalt på E39, 26.1.2006, kl 09:49

2.6.2 Restfuktighet

Restfuktighet ble ikke målt under testene i uke 4 /2006. For beskrivelse av metoden for måling av restfuktighet vises det til rapporten fra sesongen 2004/2005 (Vaa, 2005).

2.6.3 Friksjonsmålinger

Under forsøkene 24. – 26. januar hadde en med en friksjonsmåler av typen TWO, se Figur 2.27. Det er gjengitt en del måleresultater fra TWO-måleren, men det er ikke gjort direkte sammenligning av oppnådd friksjon mellom de to metodene siden dette er godt dokumentert i de tidligere testene. Måleren var på det aktuelle tidspunktet heller ikke ferdig justert og kalibrert mot Roar Mark III nivå.



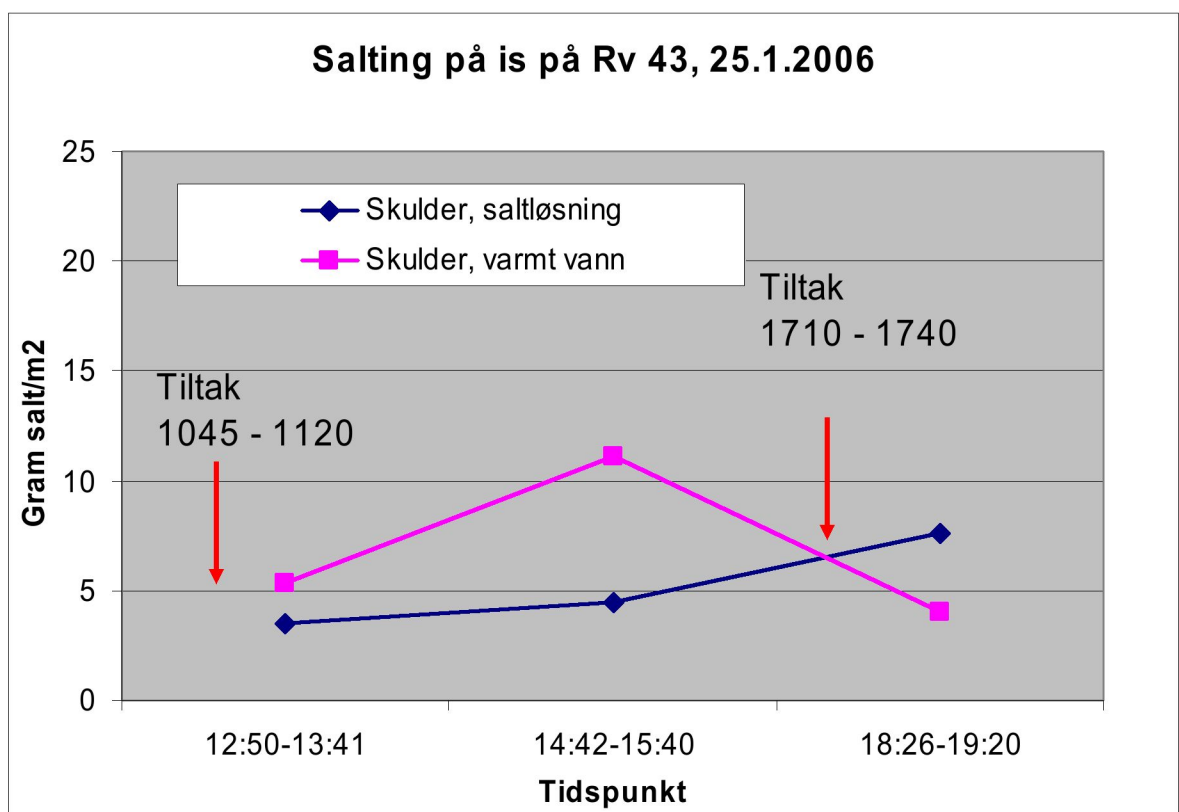
Figur 2.27: Friksjonsmåling med TWO friksjonsmåler, 25.1.2006, kl 12:06

3. Resultater

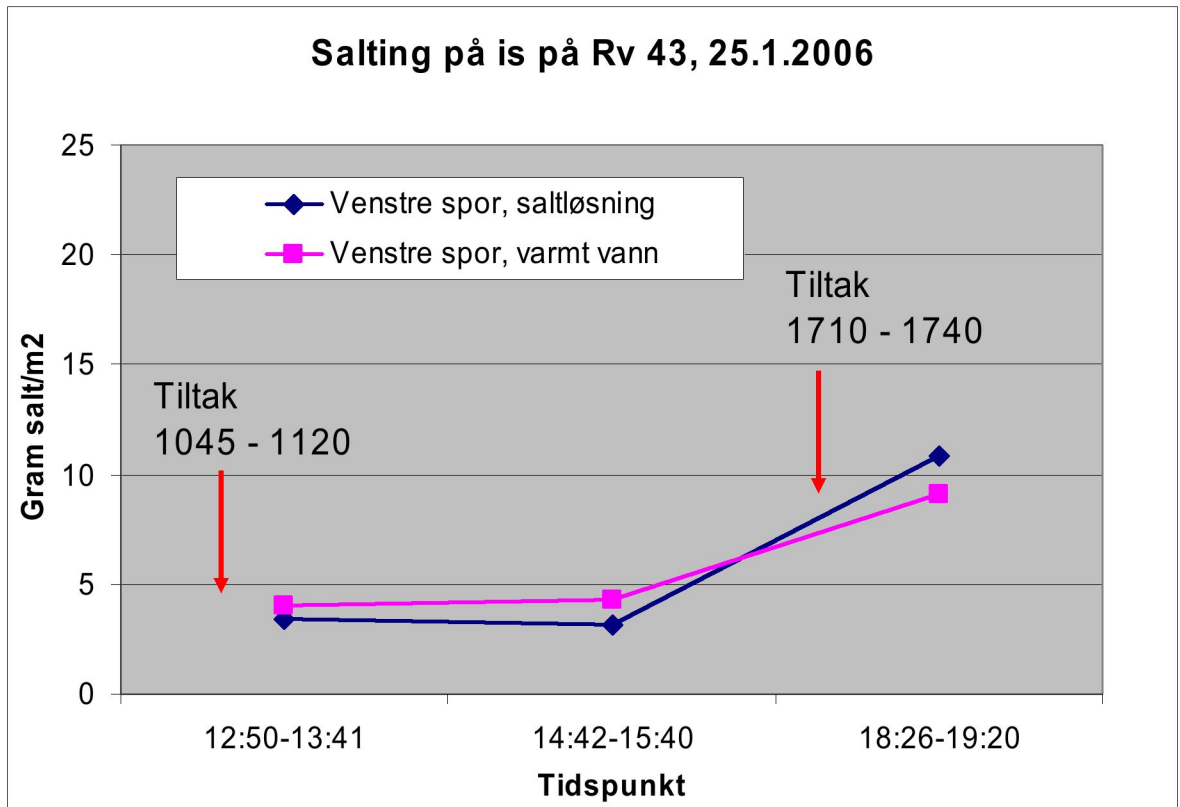
3.1 Restsalt, salting på is

I Figur 3.1 - Figur 3.6 er gjengitt resultatene fra målingene av restsalt på Rv 43 25. januar. Målingene ble gjort i tre perioder på dagen; 12:50 – 13:40, 14.40 – 15:40 OG 18:25 – 19:20. De fire første figurene viser gjennomsnitt for de ulike posisjonene skulder, venstre spor, mellom spor og høyre spor for de tre tidsperiodene. I Figur 3.5 er gjengitt gjennomsnittlig restsaltverdi for måleposisjonene i vegbanen, og i Figur 3.6 er det beregnet gjennomsnittlig restsaltverdi for disse måleposisjoner for hvert delfelt. I Figur 3.6 er også vist gjennomsnittlig vegbanetemperatur i de ulike delfeltene.

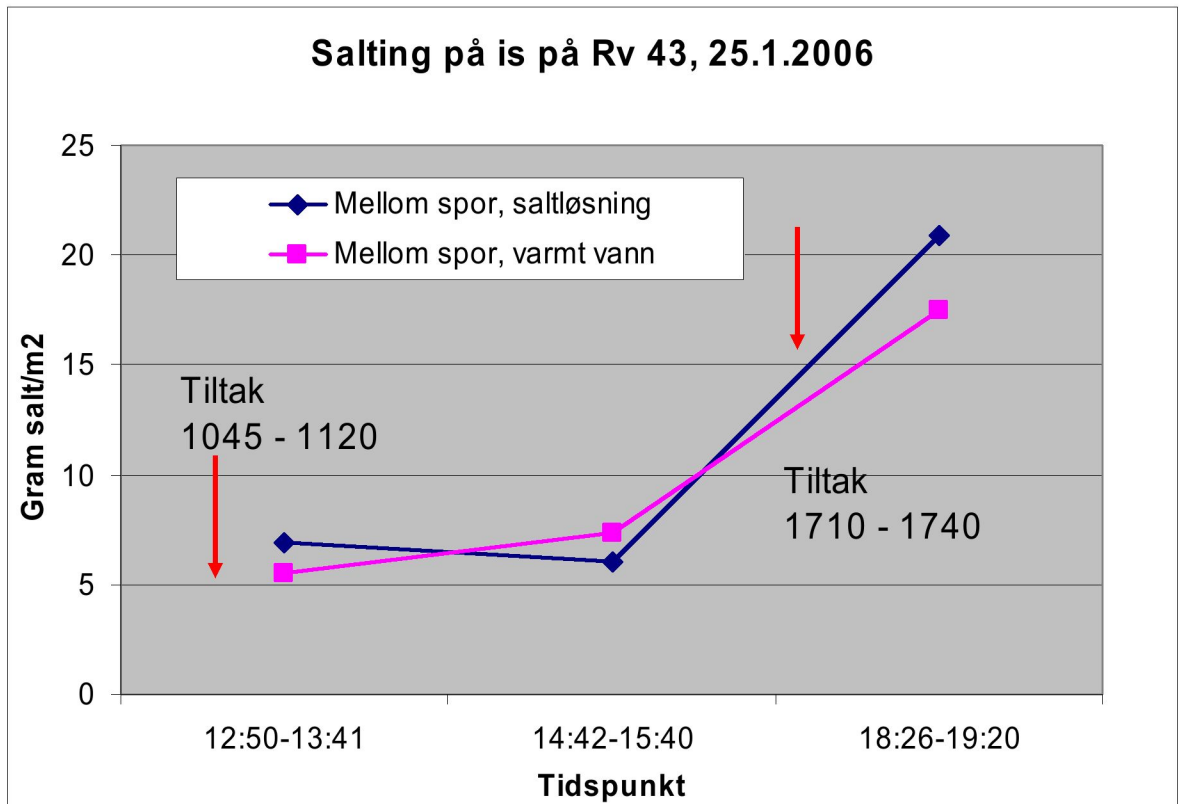
Hovedtrekket fra målingene av restsalt på Rv 43 er at det ikke var noen vesentlig forskjell mellom de to metodene når det gjelder mengden salt som ble liggende igjen på vegbanen. De høye verdiene som ble målt på skulderen i perioden 14:40 – 15:40 der det ble strødd med varmt vann som befuktingsvæske (Stratos Lava II) kan ha sammenheng med at tallerkenen på sprederen var stilt for mye til høyre.



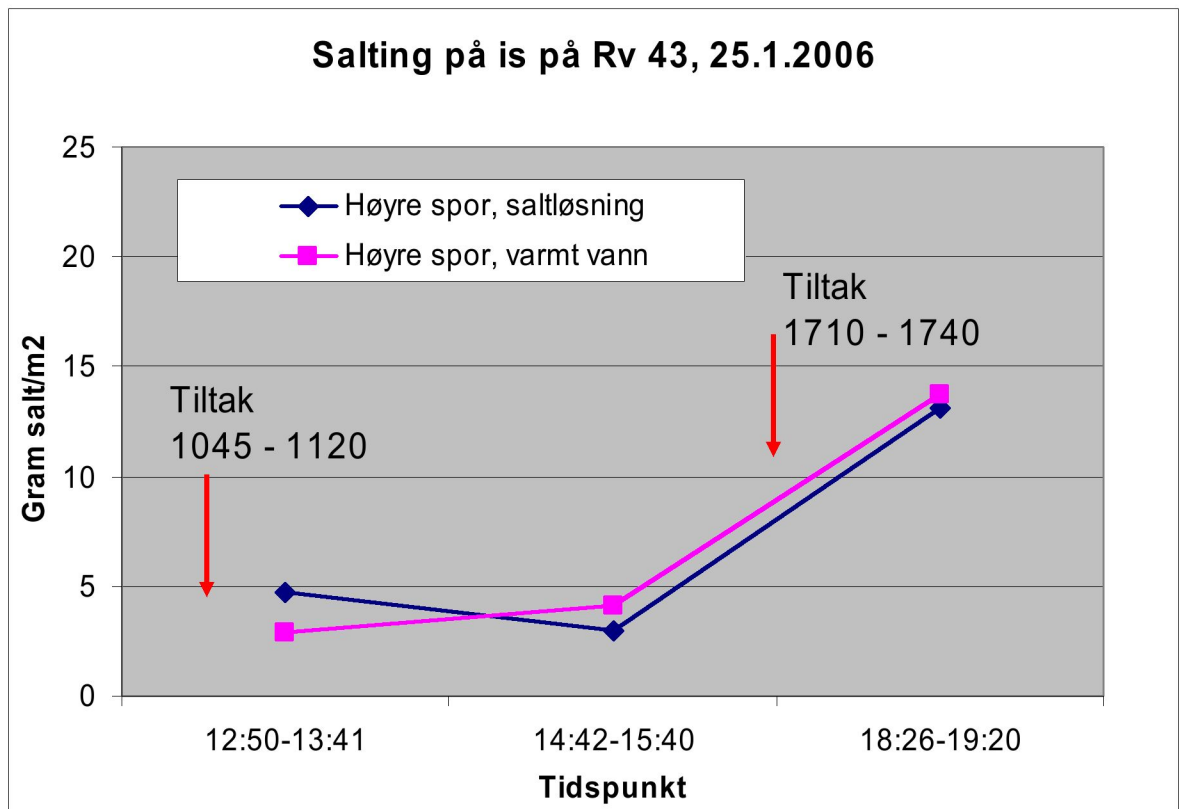
Figur 3.1: Restsalt skulder, målt på Rv 43, 25.1.2006



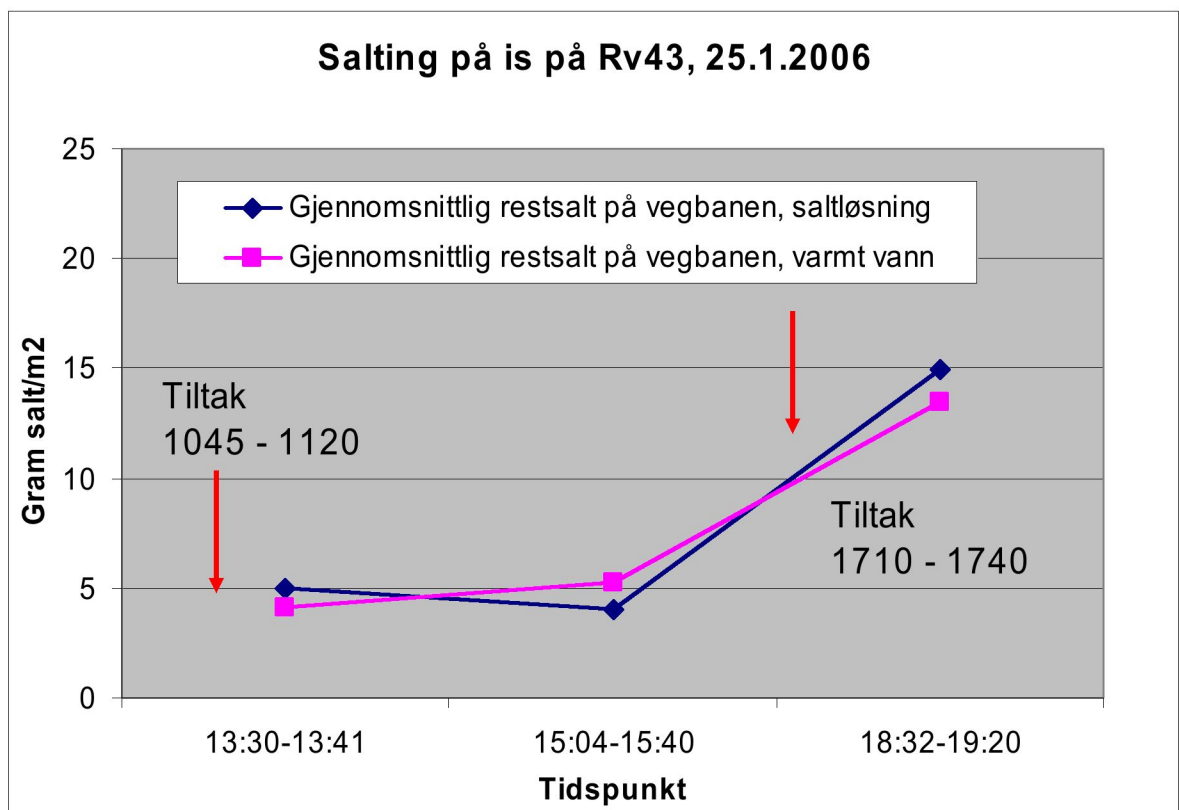
Figur 3.2: Restsalt venstre hjulspor, målt på Rv 43, 25.1.2006



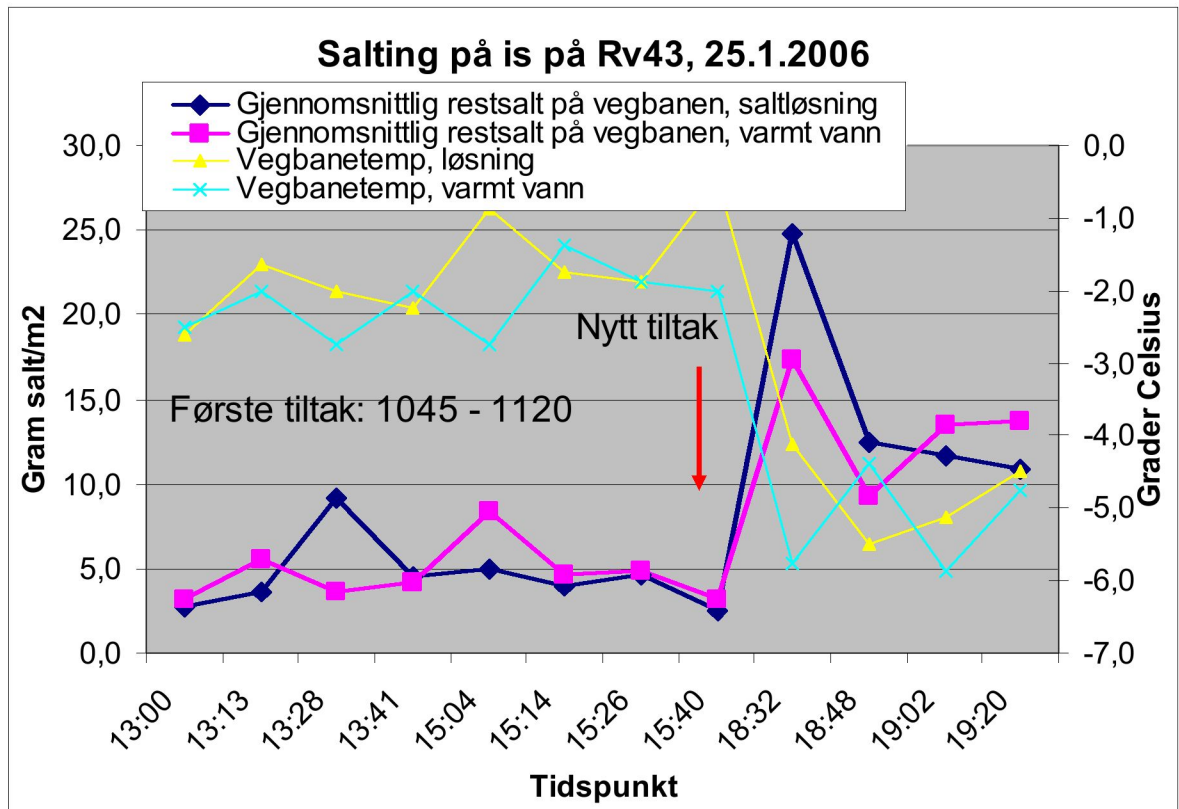
Figur 3.3: Restsalt mellom spor, målt på Rv 43, 25.1.2006



Figur 3.4: Restsalt høyre spor, målt på Rv 43, 25.1.2006



Figur 3.5: Restsalt gjennomsnitt alle posisjoner på vegbanen, målt på Rv 43, 25.1.2006

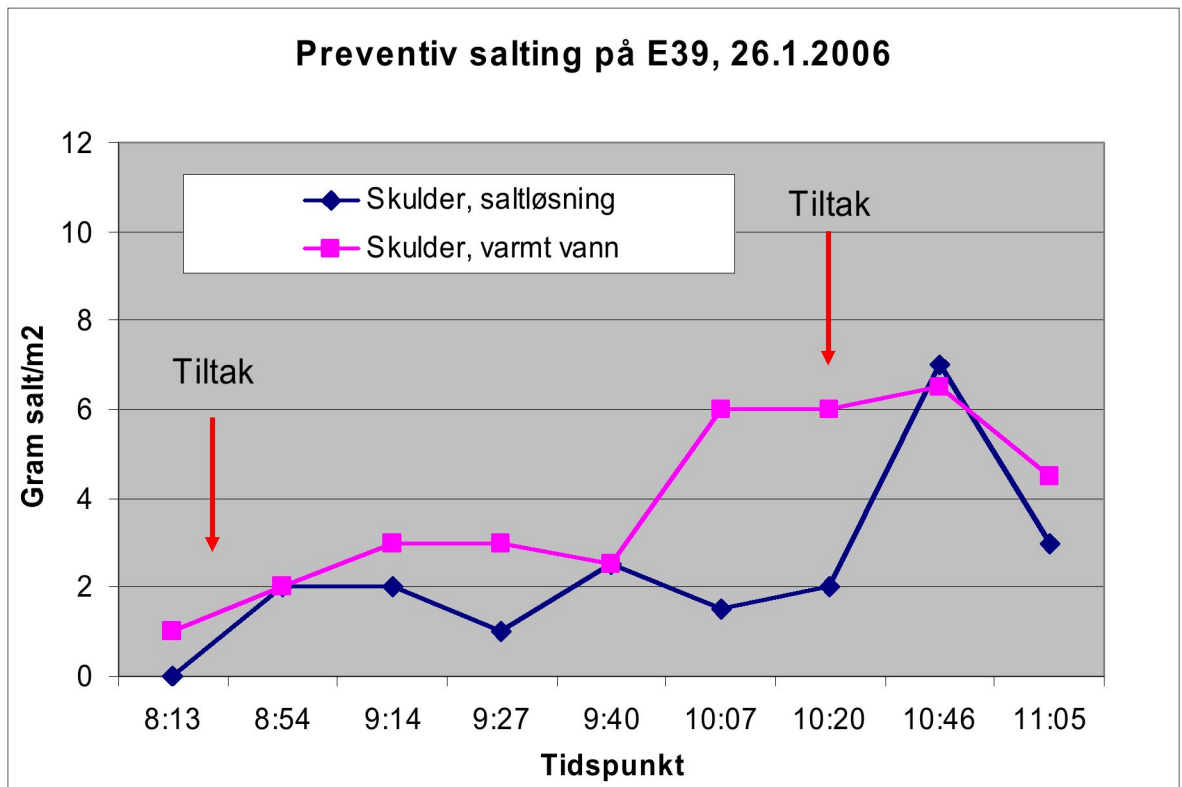


Figur 3.6: Restsalt alle posisjoner skilt på delfelt, målt på Rv 43, 25.1.2006

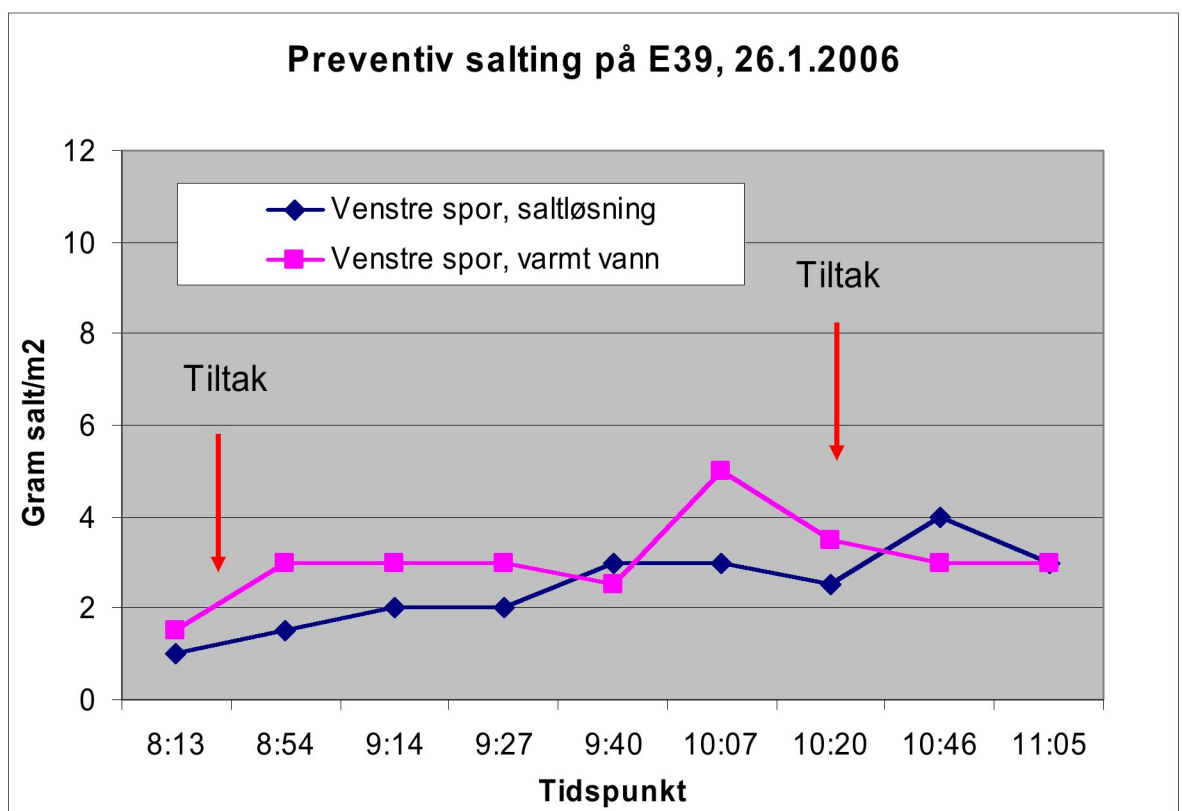
3.2 Restsalt, preventive tiltak

I Figur 3.7 - Figur 3.11 er gjengitt resultatene fra målingene av restsalt på E39 26. januar. Målingene ble gjort i intervaller på ca 20 minutter. De fire første figurene viser gjennomsnitt for de ulike posisjonene skulder, venstre spor, mellom spor og høyre spor i de ulike tidsintervallene. I Figur 3.11 er det beregnet gjennomsnittlig restsaltverdi for alle måleposisjoner i vegbanen.

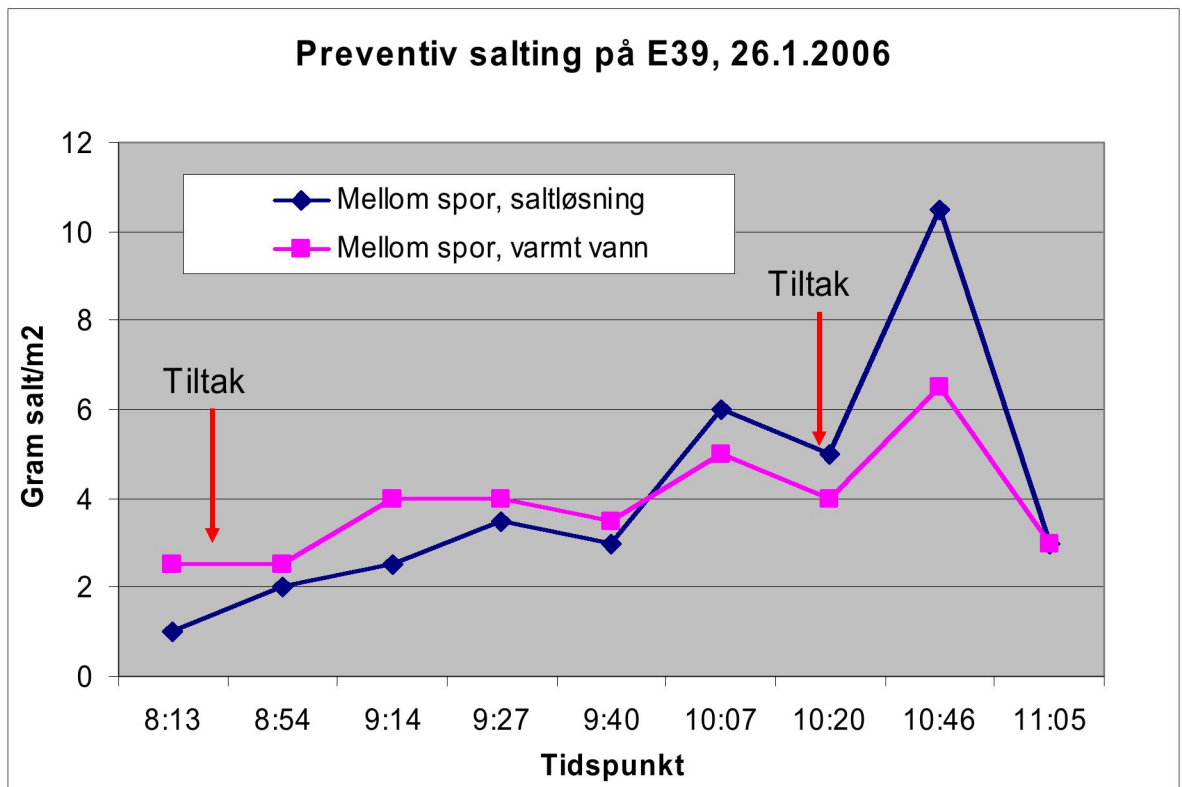
Hovedtrekket fra målingene av restsalt etter den preventive saltingen på E39 er at det ikke var noen vesentlig forskjell mellom de to metodene når det gjelder mengden salt som ble liggende igjen på vegbanen, se Figur 3.11. Også på E39 ble det målt høyere restsaltverdier på skulderen der det ble strødd med varmt vann som befukningsvæske sammenlignet med der det ble benyttet saltløsning som befukningsvæske. Stratos Lava II med for mye høgrestilt tallerken kan også her ha medvirket til at saltet ikke ble liggende optimalt der det ble befuktet med varmt vann. På tross av dette kom altså denne metoden like gunstig ut som der det ble befuktet med saltløsning.



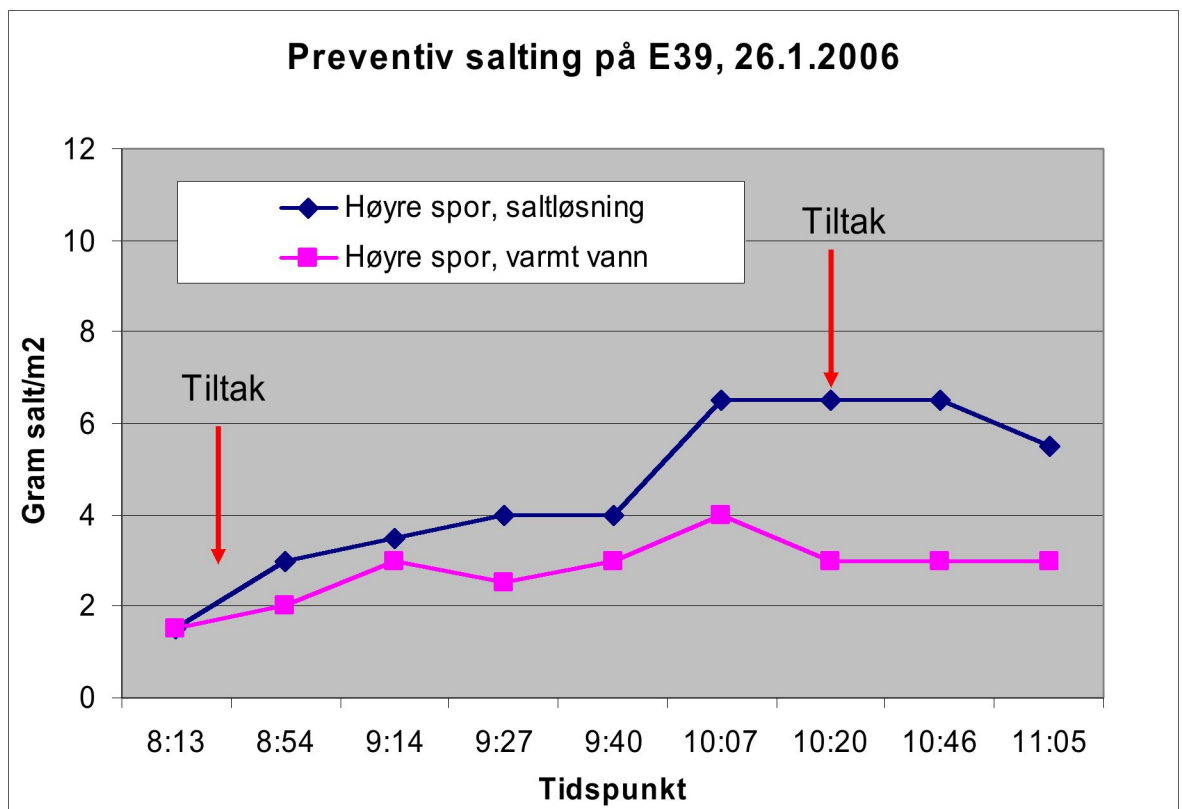
Figur 3.7: Restsalt skulder, målt på E39, 26.1.2006



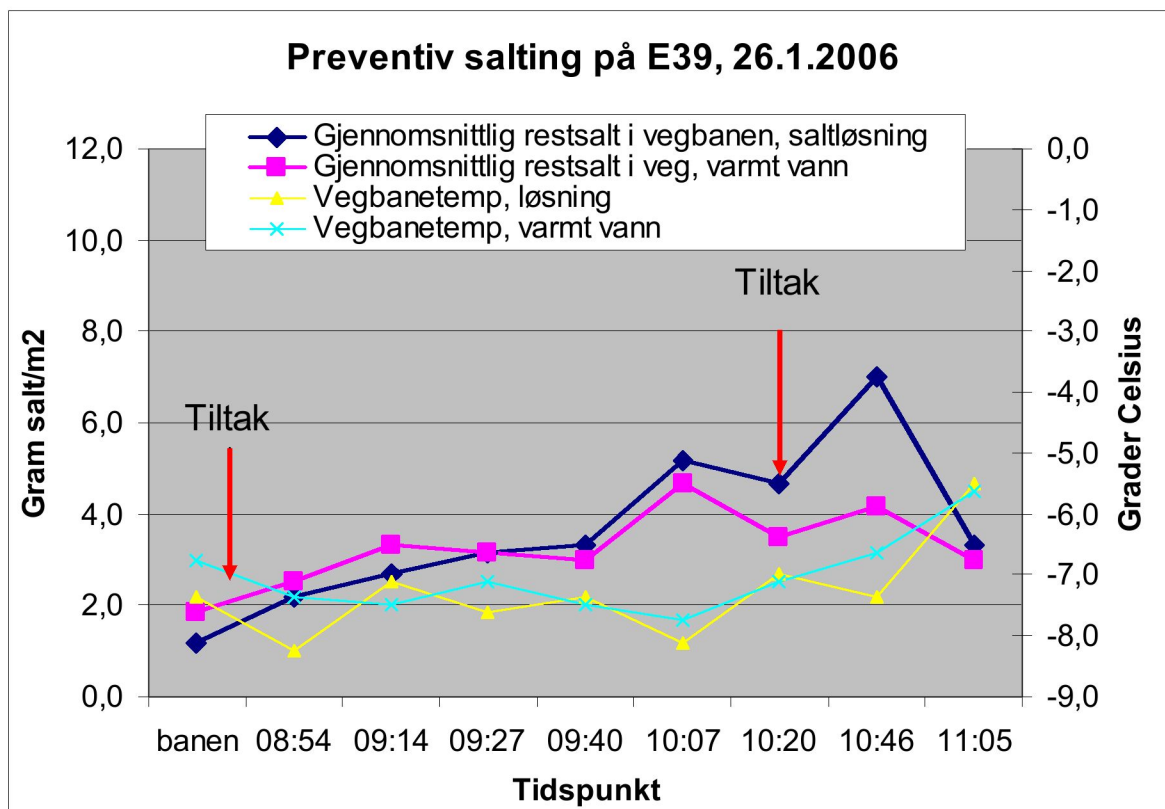
Figur 3.8: Restsalt venstre spor, målt på E39, 26.1.2006



Figur 3.9: Restsalt mellom spor, målt på E39, 26.1.2006



Figur 3.10: Restsalt høyre spor, målt på E39, 26.1.2006

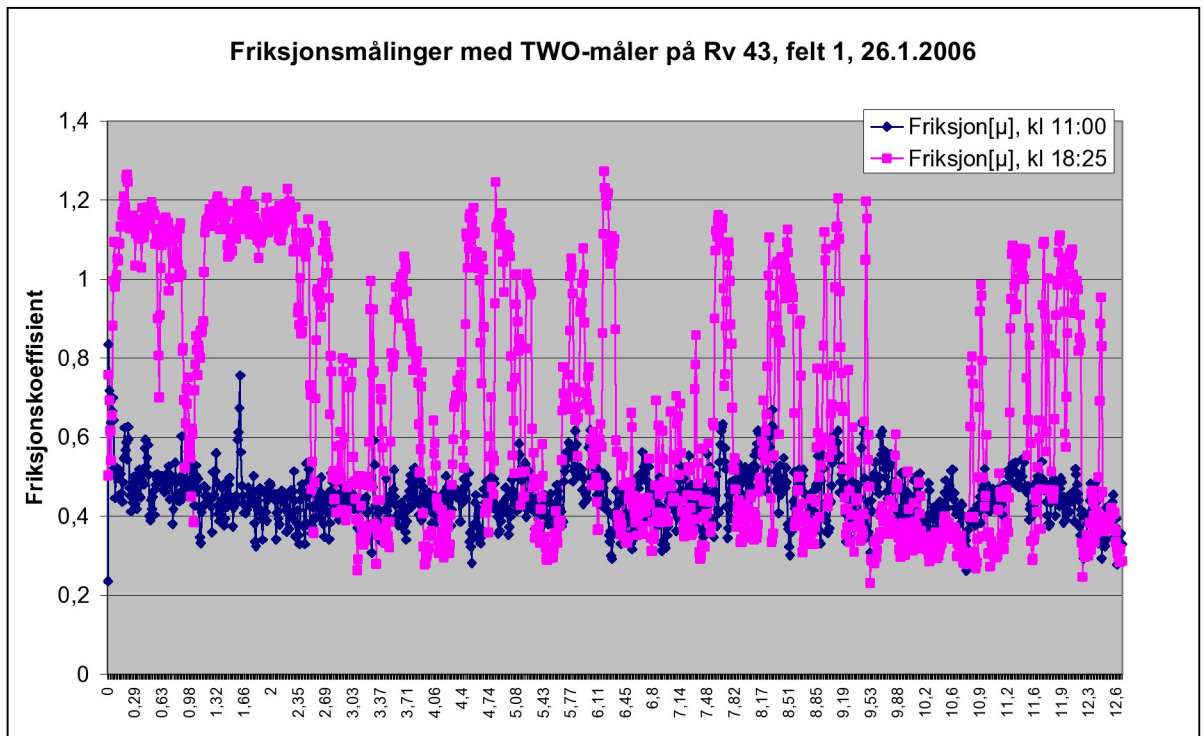


Figur 3.11: Gjennomsnittlig restsalt på vegbanen, målt på E39, 26.1.2006

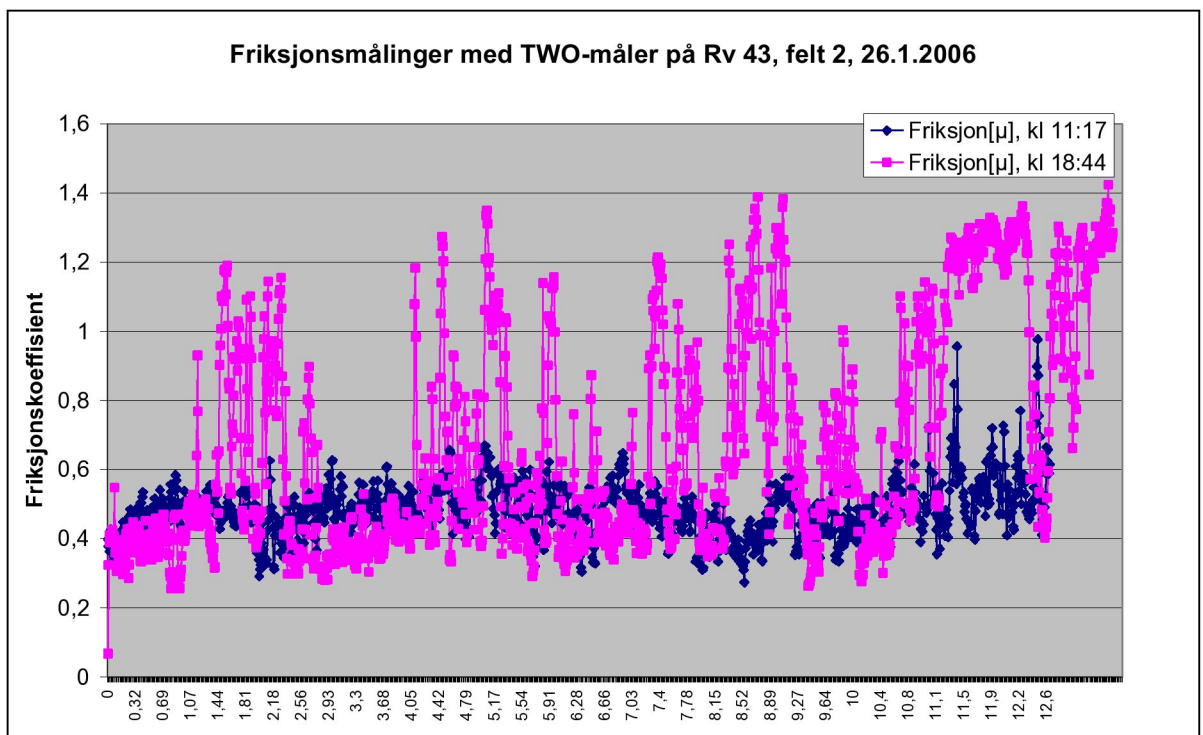
3.3 Friksjonsmålinger

I Figur 3.12 og Figur 3.13 er gjengitt eksempler på friksjonsmålinger med TWO-måler på Rv 43 for henholdsvis felt 1 og felt 2. Det går tydelig fram av figurene at TWO-måleren ga for høge verdier på bar veg, og det knytter seg derfor også noe usikkerhet til de laveste måleverdiene.

En slutning som kan trekkes av de gjengitte friksjonsmålingene er at den totale saltmengden som ble lagt ut, dvs. 60 g/m², ikke var tilstrekkelig til å oppnå bar veg langs hele forsøksstrekningen. Dette har nok i stor grad sammenheng med at trafikkmengden er i underkant av det som vanligvis kreves for å få en effektiv virkning av saltet. Variasjonene i føreforhold som framgår av Figur 3.12 og Figur 3.13 har ikke sammenheng med de ulike metodene, men er mer et resultat av varierende tykkelse på snø- og isdekket.



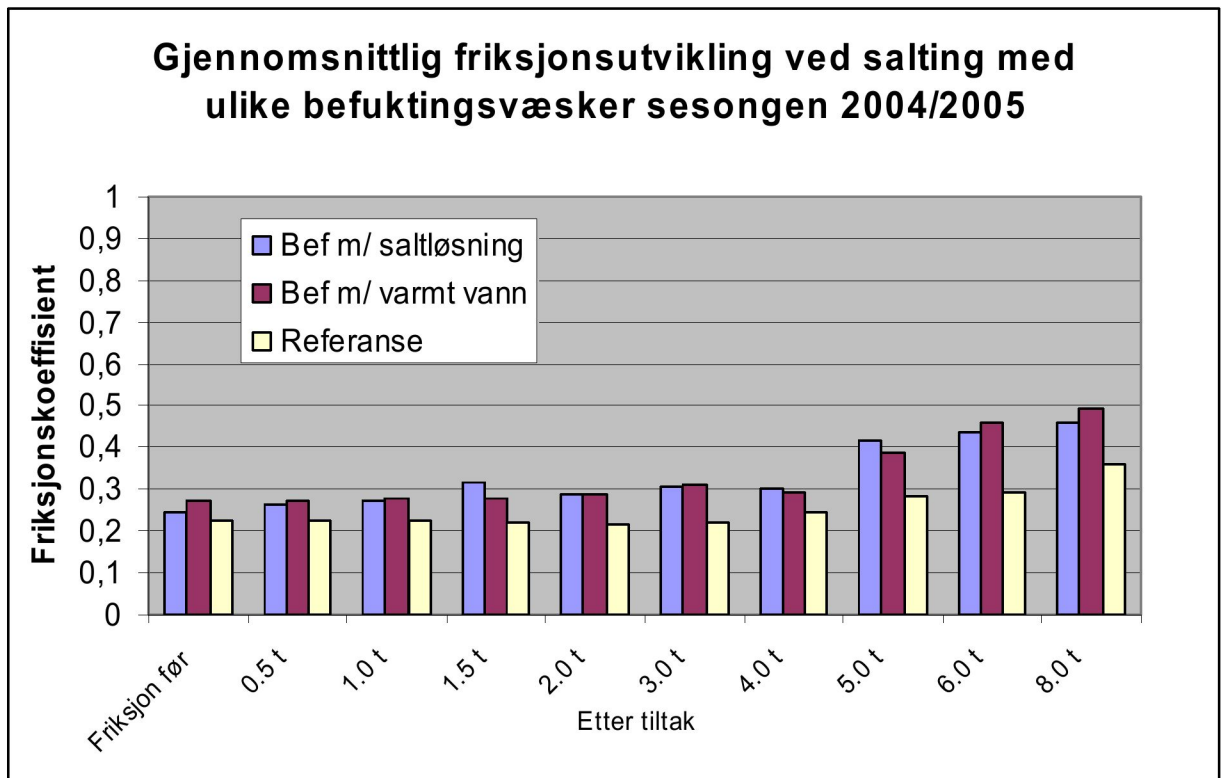
Figur 3.12: *Friksjonsmålinger med TWO-måler på Rv43, felt 1, 26.1.2006*



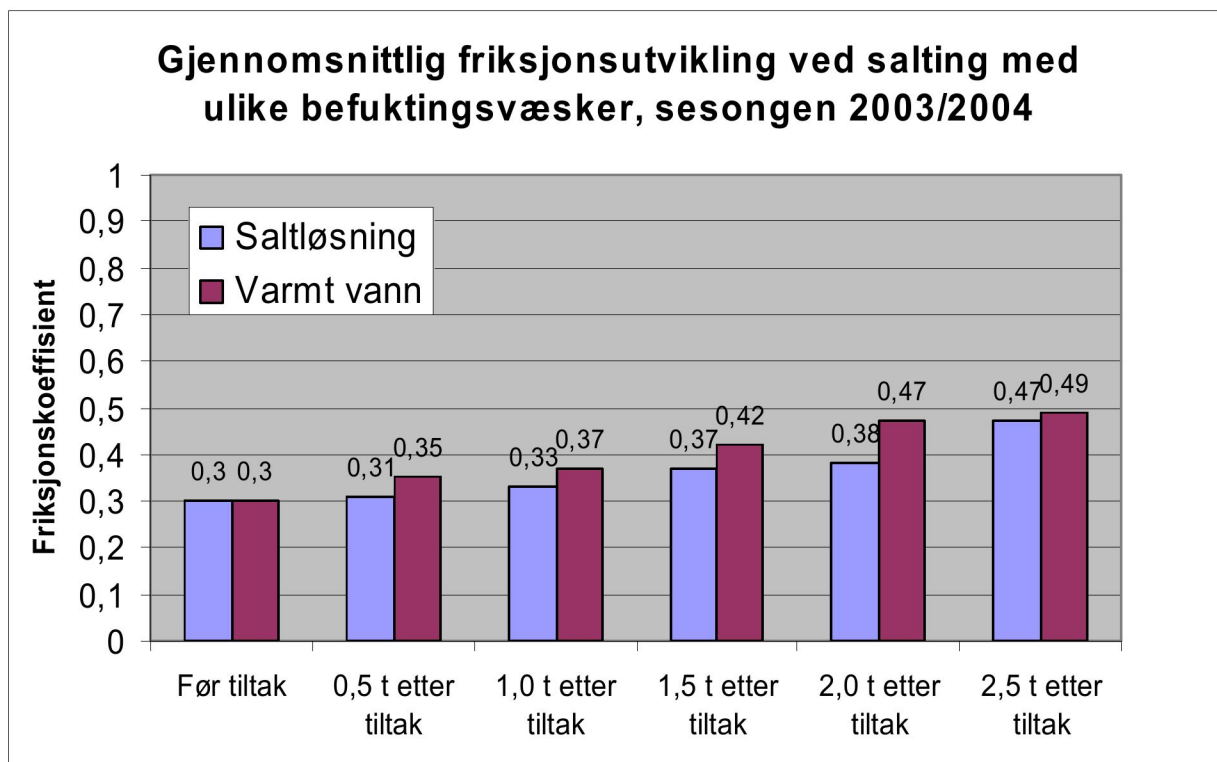
Figur 3.13: *Friksjonsmålinger med TWO-måler på Rv43, felt 2, 26.1.2006*

3.4 Sammenstilling av friksjonsmålinger fra tidligere tester

Figur 3.14 viser friksjonsutviklingen med de to saltingsmetodene basert på et gjennomsnitt for alle målingene under testene som ble gjort sesongen 2004/2005. Til sammenligning er det i Figur 3.15 tatt med tilsvarende resultater fra sesongen før.



Figur 3.14: Gjennomsnittlig friksjonsutvikling ved salting med ulike befuktingsvæsker, uke 9/2005



Figur 3.15: Gjennomsnittlig friksjonsutvikling ved salting med ulike befuktingsvæsker, sesongen 2003/2004

Som en kan se av Figur 3.14 gikk friksjonen opp relativt sakte under testene som ble gjort i uke 9/2005. Først etter ca 5 timer ble det oppnådd en friksjon på 0,40. Erfaringene fra testene som ble gjort sesongen før, var at det ble oppnådd en raskere friksjonsøkning, se Figur 3.15. Forskjellen i friksjonsutvikling har nok en klar sammenheng med at en den første vinteren i større grad opererte med tynne ishinner, mens det jevnt over ble saltet på et tykkere isdekke sesongen 2003/2004.

4. Oppsummering og anbefalinger

4.1 Oppsummering

Gjennom utviklingen av strøutstyr for Fastsand, ligger det nå til rette for å ta i bruk en metode basert på å tilsette varmt vann som befuktingsvæske til tørt salt. Sesongen 2003/2004 ble det gjennomført en forstudie for å se nærmere på om denne metoden kan være et alternativ til den tradisjonelle måten å befukte salt ved å tilsette saltløsning.

Resultatene fra forsøkene i Lyngdal som ble utført i uke 2, 5 og 9 i 2004 viste klare tendenser til at det er en forskjell i favør av den nye metoden med befukning med varmt vann både i forhold til en raskere virkning og jevnt høyere friksjonsnivå sammenlignet med tradisjonell salting med tilsetning av saltløsning som befuktingsvæske. Det var først etter 2,5 timer at de 2 metodene nærmet seg hverandre.

Det var ikke forventet at den første prøvevinteren skulle gi fullstendig svar på de ulike hypotesene som er reist, og prosjektet ble lagt opp som en forstudie for å se om det var grunnlag for å gå videre med konseptet. Målsettingen med å videreføre prosjektet har vært å få verifisert om befukning av salt med varmt vann kan være en alternativ saltingsmetode. Hovedhensikten med å bruke varmt vann som befuktingsmiddel er å se om dette vil redusere de totale saltmengdene. Andre problemstillinger er om salt tilsatt varmt vann gir en raskere effekt på veggen, og hvordan dette i så fall virker inn i forhold til trafikkgrensene som er satt for bruk av salt. Målsettingen kan oppsummeres slik:

- Utvikle metode for å befukte salt med varmt vann
- Gi et bidrag til utvikling av alternative driftsstrategier
- Øke anvendelsen av Fastsandspredere
- Redusere total saltmengde
- Utvide trafikkområdet for salting

Resultatene fra nye tester som ble gjort i uke 9/2005 bekreftet at det er interessant å gå videre med den nye befuktingsmetoden. Befukning med varmt vann ser ut til å gi minst like god effekt på friksjonsutviklingen som ved bruk av saltløsning som befuktingsvæske. Det ser også ut til at mer av saltet blir liggende virksomt på vegbanen ved tilsetning av varmt vann til det tørre saltet.

Konklusjonen etter den andre sesongen var at det fortsatt stod en del ubesvarte spørsmål igjen, og prosjektet fortsatte derfor enda en vinter med vektlegging av målinger av restsalt både ved salting på is og ved preventive tiltak.

Resultatene fra de preventive tiltakene i uke 4/2006 viste at befuktning med varmt vann er likeverdig med befuktning med saltløsning i forhold til mengden restsalt som ble målt på vegbanen. Tidligere forsøk har vist at ved salting på isdekke er effekten av de to metodene omtrent identiske med hensyn til friksjonsutvikling. På tynne ishinner er det imidlertid påvist en forskjell i favør av den nye metoden med befukning med varmt vann både i forhold til en raskere virkning og jevnt høyere friksjonsnivå sammenlignet med tradisjonell salting med tilsetning av saltløsning som befuktingsvæske.

4.2 Anbefalinger


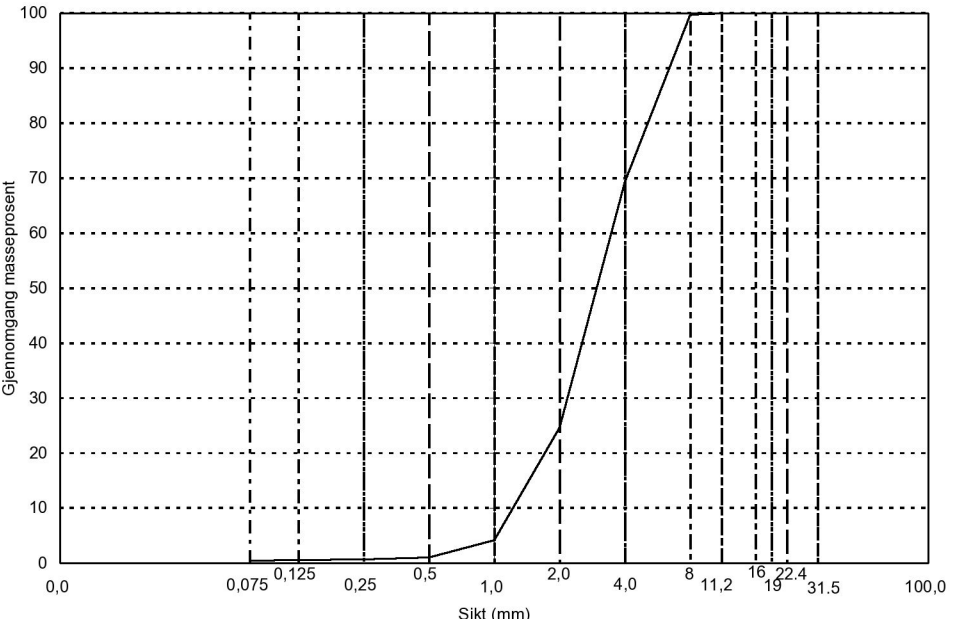
Med bakgrunn i de testene som er utført, anbefales befuktning med varmt vann tatt i bruk som saltmetode der Fastsandutstyr er tilgjengelig. Det er imidlertid fortsatt behov for å dokumentere erfaringer med metoden i et daglig driftsopplegg i forhold til bl a riktig væskemengde, hvor mye saltmengden kan reduseres og konsekvenser for trafikk- og temperaturgrenser for salting. Dette er noe det taes sikte på å se nærmere på sesongen 2006/2007 ved å dokumentere erfaringer med en spesialbygd enhet med varmesystem tilpasset det vannvolumet en trenger ved befuktning av salt.


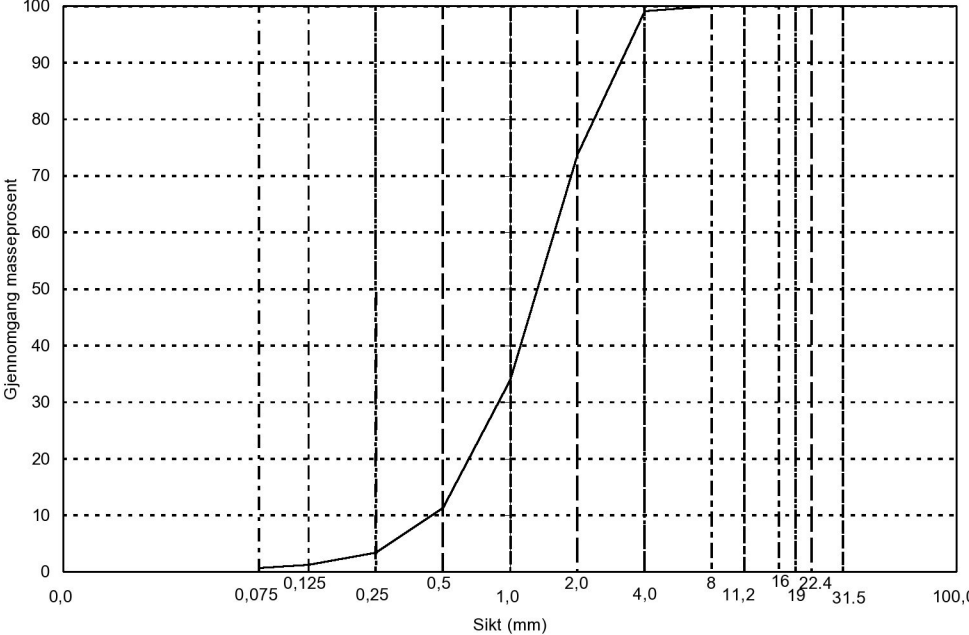
Litteraturliste

- Dreiem, Trond
Vaa, Torgeir Salt befuktet med varmt vann. Forstudie sesongen 2003/2005. Intern rapport nr 2370. Statens vegvesen Vegdirektoratet, Teknologiavdelingen, desember 2004
- Vaa, Torgeir Salt befuktet med varmt vann. Forsøk sesongen 2004/2005. Teknologi-rapport 2416. Statens vegvesen Vegdirektoratet, Teknologiavdelingen, desember 2005

Vedlegg 1:

Sikteanalyser av salt

 SINTEF SINTEF Bygg og miljø Veg og samferdsel		SIKTEANALYSE	
		Standard: Statens vegvesen - håndbok 014	
		Trondheim, _____	
		Utført av: _____	
Materiale:	SJØSALT		
Sted:	Lyngdal uke 9, 2005		
Analysert for:	223300.02		
SIKTEANALYSE			
	Prøve 1	Prøve 2	1+2
SIKT	(g)	(g)	(%)
31,50	0,0		0,0
22,40	0,0		0,0
19,00	0,0		0,0
16,00	0,0		0,0
11,20	0,0		0,0
8,00	1,2		0,2
4,00	165,3		30,7
2,00	405,9		75,3
1,00	516,4		95,8
0,50	532,9		98,9
0,25	535,3		99,4
0,125	536,0		99,5
0,075	536,7		99,6
BUNN	538,8		100,0
SIKTEKURVE			
 <p style="text-align: center;">Gjennomgang masseprosent</p> <p style="text-align: center;">Sikt (mm)</p>			

 SINTEF SINTEF Bygg og miljø Veg og samferdsel		SIKTEANALYSE																																																																				
		Standard: Statens vegvesen - håndbok 014																																																																				
		Trondheim, _____																																																																				
		Utført av: _____																																																																				
Materiale:	STEINSALT																																																																					
Sted:	Lyngdal 3.mars 2005																																																																					
Analysert for:	223300.02																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">SIKTEANALYSE</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">SIKT</th> <th>Prøve 1</th> <th>Prøve 2</th> <th>1+2</th> </tr> <tr> <th>(g)</th> <th>(g)</th> <th>(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>31,50</td><td>0,0</td><td></td><td>0,0</td></tr> <tr><td>22,40</td><td>0,0</td><td></td><td>0,0</td></tr> <tr><td>19,00</td><td>0,0</td><td></td><td>0,0</td></tr> <tr><td>16,00</td><td>0,0</td><td></td><td>0,0</td></tr> <tr><td>11,20</td><td>0,0</td><td></td><td>0,0</td></tr> <tr><td>8,00</td><td>0,0</td><td></td><td>0,0</td></tr> <tr><td>4,00</td><td>5,7</td><td></td><td>0,9</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>175,7</td><td></td><td>26,2</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>442,0</td><td></td><td>66,0</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>593,6</td><td></td><td>88,6</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>647,3</td><td></td><td>96,6</td></tr> <tr><td>0,125</td><td>661,1</td><td></td><td>98,7</td></tr> <tr><td>0,075</td><td>664,8</td><td></td><td>99,2</td></tr> <tr><td>BUNN</td><td>669,9</td><td></td><td>100,0</td></tr> </tbody> </table>				SIKTEANALYSE				SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2	(g)	(g)	(%)	31,50	0,0		0,0	22,40	0,0		0,0	19,00	0,0		0,0	16,00	0,0		0,0	11,20	0,0		0,0	8,00	0,0		0,0	4,00	5,7		0,9	2,00	175,7		26,2	1,00	442,0		66,0	0,50	593,6		88,6	0,25	647,3		96,6	0,125	661,1		98,7	0,075	664,8		99,2	BUNN	669,9		100,0
SIKTEANALYSE																																																																						
SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2																																																																			
	(g)	(g)	(%)																																																																			
31,50	0,0		0,0																																																																			
22,40	0,0		0,0																																																																			
19,00	0,0		0,0																																																																			
16,00	0,0		0,0																																																																			
11,20	0,0		0,0																																																																			
8,00	0,0		0,0																																																																			
4,00	5,7		0,9																																																																			
2,00	175,7		26,2																																																																			
1,00	442,0		66,0																																																																			
0,50	593,6		88,6																																																																			
0,25	647,3		96,6																																																																			
0,125	661,1		98,7																																																																			
0,075	664,8		99,2																																																																			
BUNN	669,9		100,0																																																																			
SIKTEKURVE																																																																						
 <p>The graph plots 'Gjennomgang masseprosent' (Cumulative mass percentage) on the y-axis (0 to 100) against 'Sikt (mm)' (Sieve size in mm) on the x-axis (0.0 to 100.0). The curve shows that 100% of the material passes through a 4.0 mm sieve. Key data points from the table are plotted: (0.075, 99.2), (0.125, 98.7), (0.25, 96.6), (0.5, 88.6), (1.0, 66.0), (2.0, 26.2), (4.0, 0.9).</p>																																																																						



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (47) 22 07 35 00
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504- 500 5