



Statens vegvesen

Forsøk med befruktning med
magnesiumkloridløsning på Gjøvik/Toten.
Sesongen 2004/2005

RAPPORT

Teknologiavdelingen

nr: 2415



Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen
Desember 2005



Statens vegvesen

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: 22 07 35 00

www.vegvesen.no

TEKNOLOGI-RAPPORT nr. 2415

Tittel

Forsøk med befuktning med magnesiumkloridløsning på Gjøvik / Toten. Sesongen 2004/2005

Utarbeidet av

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

Dato:	Saksbehandler	Prosjektnr:
Desember 2005	Roar Støtterud	600657
	Kontrollert av	Antall sider og vedlegg:
	Øystein Larsen	66, 3

Sammendrag

Målsettingen med prosjektet på Gjøvik/Toten er å se hvilke muligheter $MgCl_2$ gir for å operere ved lavere temperaturer samt å se på varigheten av tiltak, opptørkingstid og saltforbruket sammenlignet med NaCl. Som prøvestrekning i prosjektet på Gjøvik/Toten er valgt ut Rv4 Einavoll – Mjøsbrua – E6 Vingrom. Dette er en strekning på 72 km med en ÅDT som varierer fra 4000 og opp til 10-12000. Strekningen har ca 13 % tungtrafikk. Som referansestrekning er det valgt å bruke E6 mellom Hamar og Mjøsbrua som har en samlet lengde på 42 km. På prøvestrekningen er det konsekvent benyttet en 20 % magnesiumkloridløsning som befuktingsvæske uavhengig av temperaturforholdene, men det er ikke anbefalt å salte ved lavere temperatur enn -15 grader. Referansestrekningen ble driftet i henhold til kontraktens intensjon. Dvs strøing med NaCl ned mot -10 °C, og ved lavere temperaturer drifting etter strategi vinterveg etter kravene for høgste ÅDT-klasse.

Det totale saltforbruket over hele sesongen var 2,50 kg per m² på prøvestrekningen og 2,68 kg per m² på referansestrekningen. Dvs. at saltforbruket var 7 prosent lavere på prøvestrekningen med $MgCl_2$ løsning enn på referansestrekningen. Samtidig tilsier de klimatiske forholdene (mer nedbør og noe lavere temperaturer på prøvestrekningen) et noe høgere saltforbruk på prøvestrekningen enn på referansestrekningen, så den reelle effekten er trolig større.

Det generelle inntrykket ut fra gjennomførte friksjonsmålinger er at det ble målt noe lavere friksjon på prøvestrekningen enn på referansestrekningen, og med størst forskjell mellom punktene Biri og Fangberget. Spørsmål viser samtidig at det er stor forskjell på dekketilstanden på de samme to stedene. Mellom målestedet med mest spor (Biri) og minst spor (Fangberget) skiller det 14 mm. Dette er så vidt mye at det kan påvirke hvor mye snø og slaps som blir liggende igjen på kjørebanelen etter brøyting, og kan vær en medvirkende forklaring til at Fangberget er det stedet som har raskest oppgang i friksjonen.

Summary

The goal with the Gjøvik/Toten project is to investigate the possibilities $MgCl_2$ give to operate at lower temperatures and to look into the duration of salting actions, dry up time and salt consumption compared to NaCl. Rv4 Einavoll – Mjøsbrua – E6 Vingrom has been chosen as a test road in the Gjøvik/Toten project. The total length of this road section is 72 km with AADT varying from 4,000 up to 10-12,000. The road has 13 percent heavy traffic. E6 between Hamar and Mjøsbrua with a total length of 42 km has been chosen as reference road. On the test road a 20 percent $MgCl_2$ brine has been used as a prewetting liquid to dry NaCl independent of the temperature conditions. It has however not been recommended to use salt at lower temperatures than -15 degrees Celsius. The reference road has been operated according to the intention of the contract. I.e. salting with NaCl (prewettted with brine) down to -10 degrees Celsius, and using sand at lower temperatures to maintain the friction standard.

The total salt consumption over the whole winter season was 2.50 kg/m² on the test road and 2.68 kg/m² on the reference road. I.e. the salt consumption was 7 percent lower on the test road compared to the reference road. From the climatic conditions (more precipitation and lower temperatures on the test road) it is however reason to expect a higher salt consumption on the test road than on the reference road, so the real effect is probably higher.

The general impression from the friction measurements is that there has been measured somewhat lower friction values on the test road than on the reference road, and with the biggest difference between the sites Biri (test road) and Fangberget (reference road). Wheel track measurements show at the same time that there is a big difference in the MPD value at the same two sites. The difference between the two sites with highest MPD value (Biri) and lowest MPD value (Fangberget) is 14 mm. This difference is high enough to have an impact on how much snow and slush being left on the roadway after plowing, and can be a contributing factor to explain why Fangberget is the site with fastest friction improvement.

Emneord:

Vinterdrift, salting, magnesiumklorid, 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

Forsøk med befruktning med magnesiumkloridløsning på Gjøvik / Toten. Sesongen 2004/2005

FORFATTER(E)

Torgeir Vaa

OPPDRAGSGIVER(E)

Veg- og trafikkfaglig senter i Trondheim, Vegdirektoratet

RAPPORTNR. STF50 A05181	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Roar Støtterud	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN 82-14-03729-8	PROSJEKTNR. 223301	ANTALL SIDER OG BILAG 66/3
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 223301	DATO Desember 2005	GODKJENT AV (NAVN, STÅLLING, SIGN.) Trond Foss, Forskningsjef <i>Trond Foss</i>	

SAMMENDRAG

Målsettingen med prosjektet på Gjøvik/Toten er å se hvilke muligheter $MgCl_2$ gir for å operere ved lavere temperaturer samt å se på varigheten av tiltak, opptørkingstid og saltforbruket sammenlignet med $NaCl$. Som prøvestrekning i prosjektet på Gjøvik/Toten er valgt ut Rv4 Einavoll – Mjøsbrua – E6 Vingrom. Dette er en strekning på 72 km med en ÅDT som varierer fra 4000 og opp til 10-12000. Strekningen har ca 13 % tungraffikk. Som referansestrekning er det valgt å bruke E6 mellom Hamar og Mjøsbrua som har en samlet lengde på 42 km. På prøvestrekningen er det konsekvent benyttet en 20 % magnesiumkloridløsning som befruktingsvæske uavhengig av temperaturforholdene, men det er ikke anbefalt å salte ved lavere temperatur enn -15 grader. Referansestrekningen ble driftet i henhold til kontraktens intensjon. Dvs strøing med $NaCl$ ned mot -10 °C, og ved lavere temperaturer drifting etter strategi vinterveg etter kravene for høyeste ÅDT-klasse.

Det totale saltforbruket over hele sesongen var 2,50 kg per m^2 på prøvestrekningen og 2,68 kg per m^2 på referansestrekningen. Dvs. at saltforbruket var 7 prosent lavere på prøvestrekningen med $MgCl_2$ løsning enn på referansestrekningen. Samtidig tilsier de klimatiske forholdene (mer nedbør og noe lavere temperaturer på prøvestrekningen) et noe høyere saltforbruk på prøvestrekningen enn på referansestrekningen.

Det generelle inntrykket ut fra gjennomførte friksjonsmålinger er at det ble målt noe lavere friksjon på prøvestrekningen enn på referansestrekningen, og med størst forskjell mellom punktene Biri og Fangberget. Spørsmål viser samtidig at det er stor forskjell på dekketilstanden på de samme to stedene. Mellom målestedet med mest spor (Biri) og minst spor (Fangberget) skiller det 14 mm. Dette er så vidt mye at det kan påvirke hvor mye snø og slaps som blir liggende igjen på kjørebanelen etter brøyting, og kan vær en medvirkende forklaring til at Fangberget er det stedet som har raskest oppgang i friksjonen.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Veg	Road
GRUPPE 2	Vinterdrift	Winter Maintenance
EGENVALGTE	Salting	Salting
	Magnesiumklorid	Magnesium Chloride
	Friksjon	Friction

Innhold

SAMMENDRAG	II
SUMMARY	IV
DEFINISJONER/FORKLARINGER	VI
1. INNLEDNING	1
1.1 BAKGRUNN	1
1.2 AKTUELLE PROBLEMSTILLINGER	1
1.3 MÅLSETTING	2
1.4 ORGANISERING AV PROSJEKTET	2
1.5 OPPBYGGING AV RAPPORTEN	2
2. EGENSKAPER TIL FORSKJELLIGE TYPER SALTER.....	3
2.1 ALTERNATIVE KJEMIKALIER	3
2.1.1 <i>Generelt</i>	3
2.1.2 <i>Natriumklorid (NaCl)</i>	3
2.1.3 <i>Magnesiumklorid (MgCl₂)</i>	4
2.2 BETYDNINGEN AV BEFUKTNING FOR Å ØKE VIRKNINGSGRADEN.....	4
2.3 MILJØKONSEKVENSER VED BRUK AV SALT I VINTERDRIFTEN	5
2.3.1 <i>Litteraturstudium</i>	5
2.3.2 <i>Egne undersøkelser</i>	7
2.4 SKADER PÅ BETONG.....	7
3. UNDERSØKELSESOPPLEGG	9
3.1 FORSØKSOMRÅDE.....	9
3.2 UTSTYR OG METODE	10
3.3 PRØVEPERIODE	11
3.4 DOKUMENTASJON.....	12
3.5 BRUK AV SOBO 20 OG FUKTOPPTAK MED WETTEX KLUTER.....	15
4. RESULTATER.....	18
4.1 KONTROLL AV LØSNINGSKONSENTRASJONEN.....	18
4.2 KLIMADATA	20
4.3 UTFØRTE TILTAK	33
4.3.1 <i>Saltforbruk i henhold til entreprenørens oppgaver</i>	33
4.3.2 <i>Registrert saltforbruk i henhold til systemet for automatisk dataoppsamling</i>	33
4.3.3 <i>Saltforbruk per km veg</i>	37
4.4 FRIKSJONSMÅLINGER.....	38
4.5 SAMMENHENGER MELLOM KLIMATISKE FORHOLD, TILTAK OG MÅLT FRIKSJON	46
4.6 RESTSALTMÅLINGER	53
4.7 SPORMÅLINGER	54
4.8 OPPSUMMERING	56
LITTERATURLISTE.....	58
VEDLEGG 1: DRIFTSOPPGAVER FRA ENTREPRENØREN	59

Sammendrag

Utgangspunktet for prosjektet på Gjøvik/Toten er at entreprenøren opplever et dilemma i de tilfeller hvor "bar veg strategi" skal driftes etter "vinterveg strategi" - høyeste ÅDT-klasse. Det rapporteres at det ikke er praktisk mulig å holde et forsvarlig friksjonsnivå på "høgtrafikkert veg" ved bruk av strøsand. Magnesiumklorid ($MgCl_2$) ble vinteren 2003/2004 i forståelse med Byggherren brukt som et preventivt virkemiddel ved lavere temperaturer enn forsvarlig med natriumklorid ($NaCl$). $MgCl_2$ -løsningen som ble brukt var forholdet 2000 l vann / 350 kg $MgCl_2$ (MG-Kombi). Dette tilsvarer ca 15 % løsning. I følge entreprenøren ble friksjonsresultatet overraskende bra.

I Oslo har det pågått et forsøk med $MgCl_2$ i 4 vintersesonger. Metoden som er benyttet i Oslo er befukning av $NaCl$ med en 20 % $MgCl_2$ i forholdet 70 prosent tørrstoff / 30 prosent væsketilsetning. Resultatene er svært lovende både i forhold til forbedret friksjon ved lave temperaturer og reduksjon i saltforbruket. Erfaringene i Oslo er så positive, at det er vurdert som ønskelig å utvide forsøkene til andre områder. Ut fra de problemstillingene som er reist i Vestoppland, ble det funnet interessant å knytte forsøk med $MgCl_2$ til vegnettet rundt Gjøvik og Toten som også vil være dekkende for innlandsklima.

Målsettingen med prosjektet på Gjøvik/Toten er å se hvilke muligheter $MgCl_2$ gir for å operere ved lavere temperaturer samt å se på varigheten av tiltak, opptørkingstid og saltforbruket sammenlignet med $NaCl$. I tillegg er det en målsetting å få belyst eventuelle miljømessige konsekvenser av å ta i bruk $MgCl_2$ i vinterdriften.

Eksisterende kildemateriale dokumenterer ikke noen forskjell på $NaCl$ og $MgCl_2$ i forhold til miljøpåvirkninger, men de kjemiske egenskapene tyder på at $MgCl_2$ totalt sett har noe mindre skadevirkninger enn $NaCl$.

Statens vegvesen Vegdirektoratet, Teknologivdelingen har initiert et prosjekt for å se på mulige skadevirkninger på betong, og har nylig gjennomført et litteraturstudium på temaet. De ulike kildene det er funnet fram til spriker i forhold til resultatene; i noen undersøkelser er det påvist en sammenheng mellom betongskader og bruk av $MgCl_2$, mens det i andre undersøkelser ikke er dokumentert slike effekter. Det er dessuten vanskelig å overføre utenlandske erfaringer direkte til norske forhold fordi det i de undersøkelsene som er gjennomført kan være studert betong med andre egenskaper enn den som brukes i Norge, og det kan også være lagt til grunn andre mengder $MgCl_2$ enn det som følger av metoden som benyttes i de norske forsøkene. Det ligger derfor an for at det vil bli gjennomført en egen studie på betongskader og $MgCl_2$ i regi av Teknologivdelingen.

Som prøvestrekning i prosjektet på Gjøvik/Toten er valgt ut Rv4 Einavoll – Mjøsbrua – E6 Vingrom. Dette er en strekning på 72 km med en ÅDT som varierer fra 4000 og opp til 10-12000. Strekningen har ca 13 % tungtrafikk. Som referansestrekning er det valgt å bruke E6 mellom Hamar og Mjøsbrua som har en samlet lengde på 42 km.

På prøvestrekningen er det konsekvent benyttet en 20 % $MgCl_2$ -løsning som befukningsvæske ved salting med befuktet salt uavhengig av temperaturforholdene, men det er ikke anbefalt å salte ved lavere temperatur enn -15 grader. Referansestrekningen ble driftet i henhold til kontraktens intensjon. Dvs strøing med $NaCl$ ned mot $-10^{\circ}C$, og ved lavere temperaturer drifting etter strategi vinterveg etter kravene for høyeste ÅDT-klasse.

Sentrale data i prosjektet er:

- Klimadata
- Trafikkdata
- Driftsdata
- Friksjonsmålinger
- Måling av restsalt og opptørkingstid
- Spormålinger

Det er flere kilder til klimadata fra ulike feltstasjoner, men det ser ut for å være et behov for å supplere med manuelle observasjoner for å ha kontroll på hvor store nedbørmengder som faller.

Trafikkdata er foreløpig ikke analysert. Dette er noe en vil se nærmere på neste sesong og da særlig hvordan hastigheten varierer under ulike friksjonsforhold.

Når saltforbruket relateres til vegarealet var det totale saltforbruket over hele sesongen 2,50 kg per m² på prøvestrekningen og 2,68 kg per m² på referansestrekningen. Dvs. at i forhold til vegarealet regnet ut fra dekkebredden var saltforbruket 7 prosent lavere på prøvestrekningen med MgCl₂-løsning enn på referansestrekningen. Hva forskjeller i nedbørs- og temperaturforhold betyr har en ikke gått detaljert inn på, men ut fra de klimatiske forholdene (mer nedbør og noe lavere temperaturer på prøvestrekningen) er det grunn til å forvente et noe høyere saltforbruk på prøvestrekningen enn på referansestrekningen.

Det generelle inntrykket ut fra friksjonsmålinger med Roar Mark I, er at det ble målt noe lavere friksjon på prøvestrekningen enn på referansestrekningen, og med størst forskjell mellom punktene Biri og Fangberget. Spormålinger viser samtidig at det er stor forskjell på dekketilstanden på de samme to stedene. Mellom målestedet med mest spor (Biri) og minst spor (Fangberget) skiller det 14 mm. Dette er så vidt mye at det kan påvirke hvor mye snø og slaps som blir liggende igjen på kjørebanelen etter brøyting, og kan være en medvirkende forklaring til at Fangberget er det stedet som har raskest oppgang i friksjonen. Sporsituasjonen er et moment som en må se nærmere på videre i prosjektet.

Summary

The basis for the Gjøvik/Toten project in the Vestoppland region is that the contractor experience a dilemma in cases where "bare road strategy" has to be operated after "strategy winter road" with the highest AADT classification. It has been reported that it is not possible from practical reasons to maintain a proper friction standard on high volume roads by use of sand in such cases. The winter season 2003/2004 magnesium chloride ($MgCl_2$) in agreement with the road owner was used as a preventive measure at low temperatures when sodium chloride ($NaCl$) is not justifiable. The $MgCl_2$ brine in use was the proportion 2000 l of water / 350 kg $MgCl_2$ (MG-Combi). Corresponding to approximately 15 % solution. According to the contractor the resulting friction improvement was surprisingly good.

In Oslo trials with $MgCl_2$ have been going on for 4 winter seasons. The method being used in Oslo is prewetting $NaCl$ with a 20 % $MgCl_2$ brine in the proportion of 70 percent dry material / 30 percent liquid. The results so far is very promising both with regards to improved friction at low temperatures and a reduction in the salt consumption. The experience with $MgCl_2$ in Oslo is so positive that it has been required to extend the trials to other sites. From the current problem raised in the Vestoppland region, it has been found of interest to attach further trials with $MgCl_2$ to the road network in the Gjøvik and Toten area which also will cover the inland climate in Norway.

The goal for the project in the Gjøvik/Toten area is to investigate which possibilities $MgCl_2$ gives to operate at low temperatures and to study the long lasting effect from salting measures, dry up time and salt consumption compared to $NaCl$. In addition there is a goal to throw light on possible environmental consequences by using $MgCl_2$ in the winter operations.

A literature review does not give any fact that there is any difference between $NaCl$ and $MgCl_2$ when it comes to environmental impact. The chemical characteristics however, indicate that $MgCl_2$ can have somewhat less harmful effects than $NaCl$.

Public Roads Administration, Road Directorate, Technology Department has initiated a project to investigate possible damage on concrete by using $MgCl_2$, and has recently carried through a literature review on the subject. There has been found different sources, but there is no clear results; in some studies there are proved a connection between damage on concrete and the use of $MgCl_2$, while in other studies there are not found any connection. It is difficult to transfer foreign experiences to Norwegian conditions since the studies referred can have been conducted on concrete with other properties than the concrete being used in Norway. It is also likely that the foreign trials have been carried through on other amounts of $MgCl_2$ than corresponding to the method used in Norway. It is therefore likely that there will be carried through a separate study on damage on concrete and $MgCl_2$ under the management of the Technology Department.

Rv4 Einavoll – Mjøsbrua – E6 Vingrom has been chosen as a test road in the Gjøvik/Toten project. The total length of this road section is 72 km with AADT varying from 4,000 up to 10-12,000. The road has 13 % heavy traffic. E6 between Hamar and Mjøsbrua with a total length of 42 km has been chosen as reference road.

On the test road a 20 % MgCl_2 brine has been used as a prewetting liquid independent of the temperature conditions. It has however not been recommended to use salt at lower temperatures than -15 degrees Celsius. The reference road has been operated according to the intention of the contract. I.e. salting with NaCl down to -10 degrees Celsius, and using sand at lower temperatures to maintain the friction standard.

Important data in project are:

- Climate data
- Traffic data
- Operational data
- Friction measurements
- Measurements of residual salt and dry up time
- Wheel track measurements, mean profile depth (MPD)

There are several sources to climate data from different types of field stations. It seems however necessary to supplement the field stations with manual observations to have control of the amount of precipitation.

Traffic data have so far not been analyzed. These type of data will be further investigated the coming winter season with a special focus on how the drivers adapt their speed to different friction conditions.

When the salt consumption is related to the treated surface the total amount of salt for the winter season as a whole was 2.50 kg per m^2 on the test road and 2.68 kg per m^2 on the reference road. I.e. related to the area of the treated surface the salt consumption was 7 percent lower on the test road than on the reference road. How differences in the precipitation and temperature conditions influence on the salt consumption has not been further investigated so far. From the climatic conditions (more precipitation and lower temperatures on the test road) it is however reason to expect a higher salt consumption on the test road than on the reference road.

The general impression from the friction measurements by use of Roar Mark I, is that there has been measured somewhat lower friction values on the test road than on the reference road, and with the biggest difference between the sites Biri (test road) and Fangberget (reference road). Wheel track measurements show at the same time that there is a big difference in the MPD value at the same two sites. The difference between the two sites with highest MPD value (Biri) and lowest MPD value (Fangberget) is 14 mm. This difference is high enough to have an impact on how much snow and slush being left on the roadway after plowing, and can be a contributing factor to explain why Fangberget is the site with the fastest friction improvement. The asphalt wear and depth of wheel tracks (due to studded tires) is a factor that has to be studied more thoroughly in the continuation of the project.

Definisjoner/forklaringer

Endotermisk	Ved en endotermisk reaksjon er det behov for 100 % tilførsel av ekstern varme for å løse opp saltet
Eksotermisk	At et salt er eksotermisk vil si at saltet avgir varme når det går i løsning. Dette skjer på den måten at når saltkornene absorberer fuktighet, utvikles det varme som øker smeltehastigheten
Eutektisk temperatur/	Den laveste temperaturen (teoretisk) blandingen forblir i løsning konsentrasjonen og tilhørende konsentrasjon
Fasediagram	Beskriver løseligheten av et ismeltemiddel og relaterer den kjemiske konsentrasjonen til frysetemperaturen
Friksjonskoeffisient	Friksjonskoeffisienten benevnes med den greske bokstaven μ , og er et mål for kreftene som virker mellom to flater. For is vil friksjonskoeffisienten vanligvis ligge i området 0,15-0,20 og for snøføre i området 0,25-0,30. En friksjonskoeffisient på 0,15 tilsvarer en bremselengde på 168 m ved en fart på 80 km/t. Med samme fart og friksjonskoeffisient på 0,30 er bremselengden 84 m
Hygroskopisk	Hygroskopiske kjemikalier kan absorbere fuktighet fra omgivelsene. Denne egenskapen gjør at smelteprosessen kan starte selv om det ikke er vann til stede
Statistisk signifikant	Dersom konfidensintervallene for gjennomsnittsverdien av to grupper av data ikke overlapper hverandre, er forskjellen statistisk signifikant

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Det ble holdt et møte på Gjøvik 13.8.2004 med representanter fra Kolo veidekke, Region øst, Vestoppland distriktskontor og Vegdirektoratet for å diskutere oppstarten på prosjektet ”Magnesiumklorid Gjøvik/Toten”.

Utgangspunktet er at entreprenøren opplever et dilemma i de tilfeller hvor ”bar veg strategi” skal driftes etter ”vinterveg strategi” - høyeste ÅDT-klasse. Det rapporteres at det ikke er praktisk mulig å holde et forsvarlig friksjonsnivå på ”høgtrafikkert veg” ved bruk av strøsand. Befukting med magnesiumkloridløsning ($MgCl_2$) ble vinteren 2003/2004 i forståelse med Byggherren brukt som et preventivt virkemiddel ved lavere temperaturer enn forsvarlig med NaCl. $MgCl_2$ -løsningen som ble brukt var forholdet 2000 l vann / 350 kg $MgCl_2$. Dette tilsvarer ca 15 % løsning. I følge entreprenøren ble friksjonsresultatet overraskende bra.

På møtet 13. august orienterte Vegdirektoratet om det pågående $MgCl_2$ prosjektet i Oslo som omfatter et vegnett av en total lengde på 42 km. Metoden som er benyttet i Oslo er befukting av NaCl med en 20 % $MgCl_2$ -løsning i forholdet 70 prosent tørrstoff / 30 prosent væsketilsetning. Resultatene så langt er svært lovende både i forhold til forbedret friksjon ved lave temperaturer og reduksjon i saltforbruket. Erfaringene i Oslo er så positive, at det er ønskelig å utvide forsøkene til andre områder. Ut fra de problemstillingene som er reist i Vestoppland, ble det funnet interessant å knytte forsøk med $MgCl_2$ til vegnettet rundt Gjøvik og Toten som også vil være dekkende for innlandsklima.

1.2 Aktuelle problemstillinger

I Norge har det tradisjonelt vært mest vanlig å bruke NaCl i vinterdriften både til preventive tiltak og som issmeltemiddel. I hovedsak benyttes NaCl i form av sjøsalt, men det brukes også noe steinsalt. Salting kan utføres med ulike metoder, og det er utarbeidet en veiledende tabell som støtte for valg av riktig metode og mengder ut fra de opptredende vær- og føreforhold.

Selv om salting med NaCl har fått en bred anvendelse i Norge, er det også velkjent at denne salttypen har en del begrensninger. Begrensningene ligger først og fremst i at NaCl ikke kan brukes ved lavere temperatur enn $-10^{\circ}C$. Dette har sammenheng med saltets kjemiske egenskaper. Under trafikkpåvirkning skjer det en relativt hurtig opptørking av en vegoverflate som er saltet med NaCl, noe som kan betraktes både som en fordel og som en ulempe. I områder med støvproblemer kan det faktisk være ønskelig å beholde fuktigheten lenger for å binde støv.

Det er kjent at det fins alternativer til vanlig salt (NaCl) som bl a $MgCl_2$ med andre egenskaper både med tanke på virkningsområdet i forhold til temperatur og effekter med hensyn på støvbinding, uten at dette foreløpig er tilstrekkelig dokumentert for norske forhold. Bl a tyder erfaringer fra Oslo på at $MgCl_2$ har egenskaper som det er interessant å studere nærmere både i forhold til virkning ved lave temperaturer og anvendt for støvbinding.

1.3 Målsetting

Målsettingen med prosjektet på Gjøvik/Toten er både å se hvilke muligheter $MgCl_2$ gir for å operere ved lavere temperaturer samt å se på varigheten av tiltak, opptørkingstid og saltforbruket sammenlignet med $NaCl$. En av hensiktene med prosjektet er også å se om ulike metoder gir forskjellig virkning når det gjelder friksjon og friksjonsutvikling på forskjellige føretyper. Dette vil være en viktig indikator på om en kan forvente målbare trafikale effekter ved å bruke andre salter enn $NaCl$.

$MgCl_2$ ligger prismessig høyere enn vanlig sjøsalt (6-8 ganger dyrere for å oppnå samme løsningsprosent). Dvs. at kostnadene sammenlignet med bruk av $NaCl$ vil kunne endres avhengig av i hvilken grad tiltaksomfanget blir påvirket. Bl a kan kostnadene øke dersom bruk av $MgCl_2$ fører til flere tiltak ved temperaturer under grensen for bruk av $NaCl$. Samtidig kan det ligge en besparelse dersom det totale saltforbruket går ned. Kostnadene ved bruk av $MgCl_2$ må også veies opp mot kostnadene ved meget hyppig sandstrøing for å holde friksjonskravene ved lave temperaturer. På grunn av den høye prisen sammenlignet med $NaCl$, er det ikke aktuelt å bruke $MgCl_2$ som strømiddel i ren form verken i tørr tilstand eller som løsning. Den metoden som anses som mest aktuell er å befukte $NaCl$ med en $MgCl_2$ -løsning.

1.4 Organisering av prosjektet

Prosjektet gjennomføres som et samarbeid mellom Statens vegvesen, Vestoppland distriktskontor, Kolo Veidekke og Vegdirektoratet. Prosjektet er organisert med en prosjektgruppe med følgende representasjon:

- Jan Nørstegård, prosjektleder fra Vestoppland distriktskontor
- Frode Myrvang, Kolo Veidekke
- Egil Brustad, Kolo Veidekke
- Svenn M. Johnsen, Byggherreseksjonen Vestoppland distriktskontor
- Helge Magnar Olsen, Byggherreseksjonen Hedmarken-Østerdalen distrikt
- Magne Smeland, Region øst
- Geir Lundstein, Region øst
- Roar Støtterud, Veg- og trafikkfaglig senter, Vegdirektoratet i Trondheim
- Torgeir Vaa, SINTEF Transportsikkerhet- og informatikk

SINTEF Transportsikkerhet og -informatikk har hatt ansvaret for å utarbeide evalueringsopplegget samt systematisering og analyse av registrerte data og rapportering av resultatene fra den første forsøksvinteren. Prosjektet er planlagt som et 3-årig prosjekt, og erfaringene sesongen 2004/2005 viser klart at det er nødvendig å gjennomføre denne typen prosjekter over flere sesonger for å kunne trekke konklusjoner.

1.5 Oppbygging av rapporten

Kapittel 2 gir en kort beskrivelse av egenskapene til forskjellige typer salt. Egenskapene til ulike materialer er et viktig grunnlag for å kunne vurdere og tolke både valg av metode og resultater en kommer fram til, og det er derfor i denne rapporten i kapittel 2 tatt med en forklaring til egenskapene til de alternative salter som studeres i prosjektet. Det er også referert undersøkelser av miljøvirkninger av salting. I kapittel 3 er det gitt en nærmere beskrivelse av prøveprosjektet på Gjøvik / Toten, og i kapittel 4 er presentert resultatene fra sesongen 2004/2005.

2. Egenskaper til forskjellige typer salter

2.1 Alternative kjemikalier

2.1.1 Generelt

Kjemikalier i vinterdriften benyttes enten som preventive tiltak eller som ismeltemiddel. Bruken av kjemikalier bestemmes av Håndbok 111. I hovedsak benyttes Natriumklorid (NaCl) i Norge, men det finnes flere typer salter og kjemikalier som har evnen til å motvirke isdannelse og smelte is. De mest aktuelle kjemikaliene er:

- Natriumklorid
- Magnesiumklorid
- Kalsiumklorid
- Formeater og acetater
- CMA
- Urea

I det følgende er det bare gitt en nærmere beskrivelse av saltene natriumklorid og magnesiumklorid. For de øvrige kjemikaliene vises det til rapporten fra Oslo sesongen 2001/2002 (Vaa og Meland 2002).

2.1.2 Natriumklorid (NaCl)

NaCl leveres både som sjøsalt og steinsalt, og kan også produseres som vakuumsalt. Vakuumsalt er det reneste produktet og lages ved å tørke under vakuum en løsning som framstilles ved å injisere vann inn i dype underjordiske saltforekomster. En av fordelene med steinsalt framfor sjøsalt er at steinsaltet inneholder svært lite fuktighet, mens vanninnholdet i sjøsalt kan være relativt høyt.

En opererer i dag med 4 ulike måter å salte på:

- Tørt salt
- Befuktet salt
- Slurry
- Saltløsning

Valg av metode er avhengig av temperatur og føreforhold i henhold til en anbefalt salttabell. Både befuktet salt og slurry tilsettes væske i en viss mengde. Befuktningen kan skje ved bruk av vann, men det bør fortrinnsvis benyttes en kjemikalieløsning. Det mest vanlige i Norge er å benytte en løsning basert på NaCl.

Natriumklorid løst i vann har en eutektisk temperatur på $-21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ved en konsentrasjon på 21,6 vektprosent. Praksis i Norge er at det er satt en temperaturgrense for bruk av NaCl på $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. I litteraturen er det imidlertid angitt at NaCl er effektivt ned til $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, og kan under ideelle forhold benyttes helt ned til $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. I den veiledende salttabellen er det åpnet for bruk av NaCl ned til $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Løsningsprosessen for NaCl er en endotermisk reaksjon, dvs det behov for 100 prosent tilførsel av eksternt varme for å løse opp saltet, og det tar dermed lenger tid før smelteprosessen starter for NaCl enn for salt som frigjør varme. På grunn av dette samt den lave hygroskopiteten gjør at NaCl starter smelteprosessen saktere enn kalsiumklorid og magnesiumklorid.

2.1.3 Magnesiumklorid (MgCl₂)

MgCl₂ har høy løselighet i vann, og reaksjonen er eksotermisk, dvs at avgis varme når saltet går i løsning. MgCl₂ leveres både som granulat og i flak. Granulatet er 20 prosent dyrere enn flak. Det er ingen forskjell på løseligheten. Det er derfor naturlig å bruke flak for å produsere løsning. I tørr form er flak vanskelig å kontrollere, og i slike tilfeller bør MgCl₂ eventuelt benyttes i form av granulat. MgCl₂ kan benyttes både til befuktning og som ren løsning.

MgCl₂ løst i vann har en eutektisk temperatur på -33,3 °C ved en konsentrasjon på 21,6 vektprosent og er hygroskopisk. MgCl₂ har følgende kjemiske egenskaper:

- Tetthet: 1,569
- Løselighet i kaldt vann: 1670 g/l
- Løselighet i varmt vann: 3670 g/l

Dvs. at løseligheten er vesentlig større i varmt enn i kaldt vann. Høyere egenvekt og et annet fasediagram enn NaCl, gir andre karakteristika for MgCl₂ enn NaCl:

- Bedre vedheft, mindre tap
- Lavere saltforbruk
- Raskere tineeffekt
- Effektiv ved lavere temperaturer
- Homogent og kontrollert strøfbilde

2.2 Betydningen av befuktning for å øke virkningsgraden

For at et kjemisk stoff skal virke nedsettende på frysepunktet, må det dannes en løsning. Hastigheten på denne løsningsprosessen kan påvirkes på forskjellige måter. Som nevnt tidligere er tilsetning av væske til tørt salt en av de aktuelle saltmetodene og da fortrinnsvis ved bruk av en kjemikalieløsning. Tørrstoffdelen består vanligvis av NaCl. Effekten på vegen vil kunne variere avhengig av hvilke kjemikalier/salter som benyttes og saltingsmetode, men også kvaliteten på tørrsaltet vil være av betydning.

Bl a i Tyskland benyttes betegnelsen FS (Feuchtsaltz) om befuktet salt. I Tyskland er det mest vanlig å bruke FS 30, dvs. tilsetning av 30 % løsning regnet i vektprosent av den totale blandingen. Det er viktig å presisere at FS 30 er ikke knyttet til bruken av bestemte kjemikalier som f eks MgCl₂, men angir mengdeforholdet mellom tørt salt og væske.

Fra Rieber Salt AS har en fått oppgitt følgende fryseegenskaper for forskjellige blandingsforhold:

- Tørt salt, NaCl har et frysepunkt på $-9^{\circ} \pm 4^{\circ}$
- FS 5, med 5 % MgCl₂-løsning har et frysepunkt på $-12^{\circ} \pm 4^{\circ}$
- FS 30, med 30 % MgCl₂-løsning har et frysepunkt på $-16^{\circ} \pm 5^{\circ}$

Dvs. at en blanding av NaCl og MgCl₂-løsning vil senke frysepunktet i forhold til rent NaCl avhengig av blandingsforholdet og saltkonsentrasjonen i væsken. Konsentrasjonen av

løsningen vil variere i forhold til oppgaven. Et viktig spørsmål er hva typen kjemikalier betyr i forhold til andre innvirkende faktorer som dosering, temperatur og trafikkmengde. Det som imidlertid er klart er at væsker med ulike frysepunkter vil påvirke resultatet, og det er særlig interessant å finne fram til alternativer til NaCl ved lave temperaturer.

Hva de angitte temperaturverdiene betyr i praksis under ulike driftsforhold, er et av hovedspørsmålene når en skal sammenligne bruk av ulike kjemikalier til befuktning. Det er også andre uavklarte spørsmål i forhold til bruk av MgCl₂-løsning som befuktning, bl a hvorvidt dette vil være en anvendelig metode også i forbindelse med snøvær.

2.3 Miljøkonsekvenser ved bruk av salt i vinterdriften

2.3.1 Litteraturstudium

Flere studier, både nasjonale og internasjonale (f.eks. Åstebøl *et al* 1996; Mayer *et al.* 1999; Kayama *et al.* 2003; Bäckström *et al.* 2004), har beskrevet årsaker og effekter knyttet til bruk av salt i vintervedlikeholdet. Majoriteten av studiene dreier seg utelukkende om NaCl, mens fåtallet omhandler bruk av MgCl₂. Av totalt 44 internasjonale og nasjonale artikler er det bare funnet 8 som omhandler salting med MgCl₂ i en eller annen form.

Nedenfor er kort oppsummert potensielle negative miljøeffekter som følge av bruk av salt i vinterdriften. For mer detaljert informasjon og flere referanser til kildene vises det til sluttrapporten fra prosjektet i Oslo (Vaa og Meland, 2005).

Generelt om mulige skadevirkninger

Salting medfører ulike former for miljøpåvirkninger:

- Skader på vegetasjonen. Skader på vegetasjon er det man enklest kan observere som følge av vegsalting. Skadene kommer ofte til uttrykk ved at blader og nåler blir brunsvidde (kloridtoksisitet). Denne kloridtoksisiteten oppstår som følge av at saltet hefter seg på knopper og nåler / bladverk, eller ved at kloridioner tas opp gjennom rotsystemet. Saltingen kan også føre til en kjemisk ubalanse i rotsonen og dermed redusere plantens evne til å ta opp vann og andre næringsstoffer.
- Skader i innsjøer (overflatevann). Innsjøer kan enten fullsirkulere eller være meromiktiske. En meromiktisk innsjø vil si at bare øvre deler av vannmassene sirkulerer vår / høst og at de nedre vannmassene aldri sirkulerer. Årsaken er at det er en stor forskjell på saltinnholdet mellom øvre og nedre vannmasser. De nedre vannmassene preges av stor nedbrytning av tilført organiske materiale og høyt forbruk av oksygen. Den store forskjellen i saltinnhold mellom øvre og nedre vannmasser gjør at innsjøene er stabile. Dersom økt tilførsel av salt fører til at sirkulasjonsdypet endres kan stabiliteten svekkes og det kan oppstå fullsirkulering av hele vannmassen. Dette vil friggi masse algetilgjengelig fosfor fra de tidligere ”beskyttede” nedre vannmassene og algeoppblomstringer kan oppstå. I innsjøer som naturlig fullsirkulerer vil økte salttilførsler kunne føre til at den utvikler seg til å bli en meromiktisk innsjø med det som følge at vi får et reduserende miljø med oksygenvinn. Dette vil igjen være svært skadelig for særlig bunnlevende organismer som er avhengig av tilstrekkelig med oksygen, f.eks. muslinger og insektslarver.
- Skader i grunnvann. En rekke studier har vist at grunnvann ofte er utsatt for høye saltverdier grunnet vegsalting. Salt som ikke blir direkte vasket ut av snøsmeltevann, regnvann og overflatevann vil transporteres gjennom jordmassene og eventuelt blande seg med grunnvann. En av bekymringene rundt dette er at grunnvann ofte er

drikkevannskilder eller har potensial som drikkevannskilde hvor forhøyede saltkonsentrasjoner kan forringe vannkvaliteten betydelig. Forhøyede saltkonsentrasjoner i grunnvann er dokumentert i flere undersøkelser. De kjemiske prosessene i grunnvannet er stort sett de samme som for overflatevann f.eks. ionebytte.

- Skader i jord. Klorid er ansett som mindre skadelig for jorda sammenlignet med natriumet fordi kloridioner i stor grad vaskes ut til nærmeste vannkilde, være seg grunnvann eller overflatevann. Natriumionene vil i motsetning til kloridionene inngå i de kjemiske prosessene i jorda, og vil kunne føre til dårlig jordstruktur og nedbryting av jordaggregater. Dette vil redusere stabiliteten til jorda og faren for erosjon øker. En slik jord vil også ha dårlig permeabilitet for luft og vann. Gjennom ionebytte vil natrium kunne føre til utvasking av plantenæringsstoffer som kalsium, magnesium og kalium, noe som kan redusere planteveksten. I vegnære omgivelser vil det ofte være forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller, disse vil også kunne vaskes ut som følge av ionebytte. Dette vil øke sannsynligheten for negative miljøeffekter.
- Mobilisering av tungmetaller. Studier har vist at salting med NaCl medfører økt fare for utlekking av tungmetaller som ofte finnes i forhøyede konsentrasjoner i nærheten av veier. Forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller kan være en betydelig risiko for dyr og planter. Tungmetaller kan gi både akutte og mer kroniske effekter. I tillegg vil mange tungmetaller kunne bioakkumuleres i næringskjedene. Mye av de samme prosessene vil foregå mellom sediment og vannfase i innsjøer og på den måten utgjøre en risiko for bunnlevende organismer.

Natriumklorid versus magnesiumklorid

Sett i forhold til NaCl er det lite litteratur knyttet til miljøeffekter av $MgCl_2$, noe som trolig skyldes at NaCl brukes i langt større omfang. Den litteraturen som omhandler $MgCl_2$ er ikke direkte sammenlignbar med metoden som er benyttet i Oslo- og Gjøvik/Toten-prosjektet. Eksempelvis er en del av de $MgCl_2$ – baserte produktene en blanding bestående av $MgCl_2$ og organisk materiale som f.eks. mais eller andre landbruksbaserte biprodukter (melk, sukker etc.). Den organiske delen har funksjon som korrosjonsinhibitor.

Det vil i utgangspunktet ikke være noen forskjell med tanke på negative miljøeffekter av kloridionet som følge av at man enten bruker NaCl eller $MgCl_2$. Kloridionene løser seg i vann og kan lett transporteres i jord og til vannresipienter. Den eventuelle forskjellen vil være ved bruk av samme mengde av de to saltypene så vil $MgCl_2$ tilføre miljøet langt færre kloridioner (reduksjon på ca 50 %). Dette skyldes at naturlig $MgCl_2$ er hydratisert og inneholder 6 vannmolekyler ($MgCl_2 \times 6 H_2O$).

Magnesiumioner (og kalsiumioner) er toverdige ioner og har i utgangspunktet en positiv effekt på f.eks. jordstruktur. Disse ionene bidrar til at jorda får en struktur som innebærer god drenering og lufting. Imidlertid kan forhøyede konsentrasjoner, som for natrium, føre til ionebytte og utlekking av metaller. Magnesiumioner vil også kunne være positive i vannresipienter pga at disse ionene kan bidra til å øke vannets hardhet. Økt hardhet kan ofte gi mer produktive vann. Imidlertid er en slik påvirkning ikke nødvendigvis ønskelig ettersom det kan bidra til å endre den opprinnelige økologiske balansen.

I motsetning til natrium er magnesium et essensielt næringsstoff for planter. Magnesium inngår som en viktig komponent i klorofyllmolekylet (nødvendig for fotosyntesen) og er ikke ansett som toksisk selv ved høye konsentrasjoner.

Eksisterende kildemateriale dokumenterer ikke noen forskjell på NaCl og MgCl₂ i forhold til miljøpåvirkninger, men de kjemiske egenskapene tyder på at MgCl₂ totalt sett har noe mindre skadevirkninger enn NaCl.

2.3.2 Egne undersøkelser

For å eventuelt finne ut om det var forskjeller i potensiell negativ miljøeffekt mellom de to befuktningsmetodene ble det i forbindelse med prosjektet i Oslo gjennomført enkle toksisitetsundersøkelser ved bruk av alger. Algene ble eksponert for utlekkingsvannet fra jordprøver fra Rv 150 (Ring 3) og Rv 161 (Kirkeveien) i Oslo. Utlekkingsforsøk med rent vann (ionebyttet vann) og to forskjellige saltløsninger, henholdsvis befuktning med NaCl-løsning og MgCl₂-løsning, ble gjennomført for jordprøvene fra begge lokalitetene.

Forsøk med en marin alge (Mikrotox) antydte at utlekkingsvannet fra jordprøvene eksponert med NaCl-løsning var noe mer toksisk enn de andre to testløsningene. Dette gjaldt både for Kirkeveien og Ring 3-prøven. Testene utført med en ferskvannsalge hadde en langt sterkere respons sammenlignet med Mikrotox. Årsaken til dette er trolig at Mikrotox benytter en marin alge som dermed er mer tolerant ovenfor høye saltkonsentrasjoner. De to befuktningsmetodene gav relativt sterk toksisk respons og EC₅₀ (angir hvilken konsentrasjon av utlekkingsvannet som gir målbar negativ effekt hos 50 % av algene i testpopulasjonen) lå mellom 12 og 13 prosent, dvs. konsentrasjonen i prosent av opprinnelig utlekkingsvann som skal til for å gi negativ effekt hos 50 prosent av algene (jo lavere konsentrasjon jo større giftighet). Den samme toksisiteten ble ikke funnet for utlekkingsprøven med "rent vann", selv om prøven fra Ring 3 viste EC₅₀ = 55 prosent.

Resultatene tyder på at den største forklaringsfaktoren for den observerte toksisiteten er saltkonsentrasjonen, imidlertid skal man ikke neglisjere betydningen av andre komponenter som f.eks. tungmetaller. Man skal også være forsiktig ved tolkningen av resultatene da det kun er benyttet to arter og toleransenivåer mellom ulike arter kan variere. Resultatene gir likevel en pekepinn, og det tyder på at det er liten forskjell mellom de to befuktningsmetodene når det gjelder potensiell negativ miljøeffekt. En eventuell miljøgevinst vil derfor ligge i muligheten for å redusere den totale saltmengden.

2.4 Skader på betong

De ulike egenskapene til NaCl og MgCl₂, henholdsvis endotermisk (absorberer varme) og eksotermisk (avgir varme), gjør at de to saltene kan ha ulike påvirkninger på strukturer som er eksponert for saltpåvirkning. Bl a vil de ulike kjemiske egenskapene kunne ha betydning for vegkonstruksjoner i betong og øvrige betongkonstruksjoner som ligger innenfor vegens influensområde for saltsprut.

Statens vegvesen Vegdirektoratet, Teknologivdelingen har initiert et prosjekt for å se nærmere på mulige skadevirkninger på betong, og har nylig gjennomført et litteraturstudium på temaet. De ulike kildene det er funnet fram til spriker i forhold til resultatene; i noen undersøkelser er det påvist en sammenheng mellom betongskader og bruk av MgCl₂, mens det i andre undersøkelser ikke er dokumentert slike effekter. Det er dessuten vanskelig å overføre utenlandske erfaringer direkte til norske forhold fordi det i de undersøkelsene som er gjennomført kan være studert betong med andre egenskaper enn den som brukes i Norge, og det kan også være lagt til grunn andre mengder MgCl₂ enn det som følger av metoden

som benyttes i de norske forsøkene. Det ligger derfor an for at det vil bli gjennomført en egen studie på betongskader og MgCl_2 i regi av Teknologivdelingen.

3. Undersøkelsesopplegg

3.1 Forsøksområde

Figur 3.1 viser kartutsnitt over det aktuelle området i Gjøvik/Toten prosjektet.



Figur 3.1: Forsøksområdet hvor det er benyttet en metode med $MgCl_2$ -løsning som befuktning til tørt $NaCl$ i Gjøvik / Toten området. På referansestrekningen (E6 Hamar - Mjøsbrua) er det benyttet befuktning med $NaCl$ -løsning

Strekningen som er valgt ut som prøvestrekning er Rv4 Einavoll – Mjøsbrua – E6 Vingrom. Dette er en strekning på 72 km med en ÅDT som varierer fra 4000 og opp til 10-12000. Strekningen har ca 13 % tungtrafikk. Det går et rodedele på Gjøvik og ved Vingrom som naturlig avgrenser forsøksstrekningen.

Referansestrekningen E6 Hamar - Mjøsbrua har en samlet lengde på 42 km.

Trafikkmengdene i sentrale vegsnitt framgår av *Tabell 3.1*.

Tabell 3.1: Trafikkmengder i sentrale vegsnitt

Fylke		Veg	Vegident		Telleår	ÅDT
			Hp	Km		
Hedmark	Pellervika	Ev 6	5	2.500	2004	14 279
	Rudshøgda N	Ev 6	5	7.270	2004	12 689
	Mjøsbrua øst	Ev 6	5	14.200	2005	12 943
Oppland	Biri sør	Ev 6	2	1.020	2005	12 360
	Reinsvoll sør	Rv 4	6	13.400	2003	4 742
	Raufoss sør	Rv 4	7	1.800	2004	8 113
	Breiskallen nord	Rv 4	7	7.920	2005	11 604
	Engelandsodden	Rv 4	9	1.350	2005	9 936
	Bråstadberget	Rv 4	9	5.470	2003	9 453

Som en ser av *Tabell 3.1* er trafikkmengden på E6 sør for Biri på omtrent samme nivå som på Mjøsbrua. E6 mellom Hamar og Mjøsbrua ble derfor valgt som referansestrekning. Det at største delen av Rv 4 har under halvparten av trafikken på E6, gjør forsøksstrekningen særlig interessant fordi en da også kan se nærmere på i hvilken grad trafikkmengden virker inn på effekten av tiltakene.

Trafikkdata er foreløpig ikke analysert. I tillegg til å se på betydningen av trafikkmengden både for saltforbruk og friksjonsforhold, vil en neste sesong se nærmere på hvordan hastigheten varierer under ulike friksjonsforhold.

3.2 Utstyr og metode


Tabell 3.2 viser en oversikt over strøenhetene som er benyttet i prosjektet.

Tabell 3.2: Strøenheter som er benyttet i prosjektet


Strøenhet	Kontraktør	Stasjonering	Betegnelse
Kolo Veidekke Hamar	Per Furuseth	Hamar	STB21524
Kolo Veidekke MgCl	Vekkom grustak	Hunndalen	STB21526
Kolo Veidekke NaCl	Vekkom grustak	Hunndalen	STB21527

På prøvestrekningen ble det konsekvent benyttet en 20 % MgCl₂-løsning som befuktingsvæske uavhengig av temperaturforholdene, men det ble ikke anbefalt å salte ved lavere temperatur enn -15 grader.

Når det gjelder valg av mengder skal salting i utgangspunktet skje i henhold til Veiledende salttabell, se *Figur 3.2*. Erfaringer fra Gjøvik / Totenkontrakten tyder imidlertid på at det i følge entreprenøren kan være riktig å redusere mengdene i forhold til salttabellen med ca 20 % ved befuktning med MgCl₂-løsning.

	VEILEDENDE SALTTABELL I GRAM PR. M ²							
	SALTLØSNING		SLURRY		BEFUKTET		TØRT SALT	
	Gram	Gram	Gram TØRT + LØSN.		Gram TØRT + LØSN.		Gram	Gram
	0 - ÷5	÷5 - ÷10	0 - ÷5	÷5 - ÷10	0 - ÷5	÷5 - ÷10	0 - ÷5	÷5 - ÷10
Tørr veg	10	15	3+2	4+3	4+2	8+3	IKKE AKTUELT	
Fuktig	15	20	4+3	5+3	8+3	9+4	IKKE AKTUELT	
Våt	IKKE AKTUELT		7+4	9+6	14+6	18+4	10	15
Rimfrost	15	20	4+3	6+3	8+3	11+5	IKKE AKTUELT	
Tynn is	30	40	7+4	9+6	14+6	18+8	IKKE AKTUELT	
Tykk is	IKKE AKTUELT		IKKE AKTUELT		18+8	21+9	IKKE AKTUELT	
Før nedbør	IKKE AKTUELT		7+4	9+6	14+6	18+8	IKKE AKTUELT	
Underkjølt regn	IKKE AKTUELT		IKKE AKTUELT		21+9	28+14	IKKE AKTUELT	
Snøvær	IKKE AKTUELT		IKKE AKTUELT		20+0	25+0	20	25

Tabellen er veiledende og angir hvor mye tørrsalt + løsning det skal innstilles på i gram / m²
Dersom det benyttes vanlig BEFUKTNINGSSPREDER INNSTILLES DENNE PÅ SUMMEN AV
ANGITT SALTMENGDE.



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Teknologiavdelingen
Veg- og trafikkfaglig senter

Figur 3.2: Veiledende salttabell

Ved befukting skal det benyttes vanlig forholdstall 70:30 mellom vekten av tørrstoff og vekten av væske. Det ble også lagt opp til at det kunne saltes med bare MgCl₂ løsning når entreprenøren vurderte forholdene til å være egnet. Dette vil i hovedsak være aktuelt på rim og tynne ishinner.

Referansestrekningen ble driftet i henhold til kontraktens intensjon. Dvs strøing med NaCl ned mot -10 °C, og ved lavere temperaturer drifting etter strategi vinterveg etter kravene for høyeste ÅDT-klasse. Ved temperaturer lavere enn -10 grader var det avtalt at det skulle benyttes mengdene som er oppgitt for intervallet -5 - -10 grader i Veiledende salttabell.

Kommentar: Driftsansvarlig hos Kolo Veidekke har erfaring for at en skal være forsiktig med å bruke magnesiumklorid rett før snøfall og befukting brukes heller ikke under selve snøfallet. Entreprenøren har lagt opp til en rutine hvor magnesiumklorid benyttes når det har sluttet å snø. Rutinen er at det saltes preventivt med natriumklorid før snøfallet, vegen ryddes mekanisk etter at snøværet er over og så salte med magnesiumklorid som befukningsvæske.

Kommentar: Erfaringene som tilsier at magnesiumklorid ikke bør benyttes i forbindelse med preventive tiltak like før snøfall bør søkes dokumentert.

3.3 Prøveperiode

Prøveperioden bør i utgangspunktet strekke seg over 3 vintersesonger for å ha muligheter for å justere teknikken og bruksområdet for metoden samt fange opp variasjoner i klimatiske forhold fra vinter til vinter.

3.4 Dokumentasjon

Sentrale data for å evaluere effekten av tiltak og sammenligne ulike metoder/strategier vil være:

- Driftsdata for strøing og brøyting
- Friksjonsmålinger
- Klimadata (temperatur, nedbør)
- Trafikktall
- Måling av restsalt og opptørkingstid
- Spormålinger

De 2 strøbilene på Gjøvikkontrakten og den ene strøbilene på Ringsakerkontrakten er utstyrt med system for automatisk dataoppsamling. Alle 3 bilene er koblet til oppsamlingssystemet Winter Logic/Winter Management fra Nido med en logge-PC stasjonert hos entreprenøren.

Friksjonsmålinger er en sentral del av dokumentasjonen og en viktig parameter for å måle effekten av strøtiltak. Erfaringene fra bl a forsøkene med $MgCl_2$ i Oslo er at denne typen prosjekt er helt avhengig av at en får tilstrekkelig med observasjoner. Friksjonsmålingene bør utføres med avansert måleutstyr av typen Roar eller tilsvarende. Regional ressurs i Region øst hadde 2 måleenheter av denne typen sesongen 2004/2005, og det ble lagt opp til at Roar Mark I skulle benyttes i så stor utstrekning som mulig i Gjøvik/Toten prosjektet.

Det ble definert følgende strekninger for måling av friksjon:

Prøvestrekningen:




1. E6 – Hp 02 – km 0.5 til 2.5, benevnes Biri
2. R4 – Hp 09 – km 7.3 til 9.3, benevnes Kolberg
3. R4 – Hp 07 – km 6.2 til 8.2, (sør for Gjøvik), benevnes Breiskallen
4. R4 – Hp 06 – km 12.1 til 14.1 (sør for Gjøvik), benevnes Eina

Referansestrekningen på E6 i Ringsaker:

5. E6 – Hp 05 – km 1,0 til 3,0 (start 1 kilometer nord for Pellervikakrysset), benevnes Fangberget
6. E6 – Hp 05 – km 7,5 til 9,5 (start 300 meter nord for nordgående rasteplass på Rudshøgda), benevnes Rudshøgda

Det ble lagt opp til at Roar Mark I skulle kjøres med varierende frekvens på de 6 målestrekningene. De 2 strekningene sør for Gjøvik fikk 2. prioritet. Målsettingen var å få gjort friksjonsmålinger i forbindelse med tiltak under ulike forhold og temperaturer, og i størst mulig grad å få gjort gjentatte målinger under samme tiltaksperiode for å følge friksjonsutviklingen til en har oppnådd friksjon over 0,4.

For å fange opp aktuelle måleperioder hadde målebilsjåføren på Roar Mark I tilgang til meteogram samt kontakt med Kolo Veidekkes veivoktere. Kolo Veidekke har i tillegg en rutine med at en veimester kjører over og kontrollerer forholdene som ledd i beredskapsopplegget og egenkontrollen. Det ble etablert en prosedyre slik at ved flest mulig av disse overfartene skulle det foretas friksjonsmålinger ved utføring av bremseprøver. Det ble utarbeidet et eget skjema for føring av disse måleresultatene, se *Figur 3.3*.

		Fylke: _____		Skjema for friksjonsmålinger, sesongen 2004/2005					 SINTEF			
		Reg.nr: _____										
Dato (dd mm)	Tids- punkt	Ned- bør	Føre	Dekke- temp.	Luft- temp.	Strekning			Friksjon	Merknader (forhold av betydning for evaluering av metoden som sprut, ujevne forhold oa.)		
						Vegnr	Hp	Km				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Nedbør: 1: Oppholds 2: Yr 3: Regn 4: Sludd 5: Snø 6: Tåke </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Føreforhold: 1 = Tørr bar 2 = Våt bar 3 = Slaps 4 = Løs snø 5 = Hard snø 6 = Is 7 = Rim 8 = Bart i spor 9 = Tynn is </td> </tr> </table>											Nedbør: 1: Oppholds 2: Yr 3: Regn 4: Sludd 5: Snø 6: Tåke	Føreforhold: 1 = Tørr bar 2 = Våt bar 3 = Slaps 4 = Løs snø 5 = Hard snø 6 = Is 7 = Rim 8 = Bart i spor 9 = Tynn is
Nedbør: 1: Oppholds 2: Yr 3: Regn 4: Sludd 5: Snø 6: Tåke	Føreforhold: 1 = Tørr bar 2 = Våt bar 3 = Slaps 4 = Løs snø 5 = Hard snø 6 = Is 7 = Rim 8 = Bart i spor 9 = Tynn is											
Rev 1.11.2004												

Figur 3.3: Skjema for friksjonsmålinger utført av entreprenøren

Klimadata er hentet fra eksisterende klimastasjoner. Aktuelle stasjoner er: Eina, Engelsandsodden, Åkersvika, Rudshøgda og Mjøsbrua. Stasjonen på Engelsandsodden er levert av Datainstrument, mens stasjonen på Eina og de 3 stasjonene på Hedmarkssida er levert av ScanMatic. Bare stasjonene ved Åkersvika og Rudshøgda har hatt nedbørsmåler hele sesongen som skiller på type og har mengdeangivelse i mm (Optic Eye). 14. februar ble det også montert Optic Eye nedbørsmåler på Eina, mens Engelsandsodden foreløpig ikke har den typen nedbørsmåler. I tillegg til de opplistede stasjonene i Tabell 3.3, vil også Vignes (SM4494) og Lygna (DR410) i Oppland kunne benyttes.

Tabell 3.3: Benyttede klimastasjoner

Fylke	Stasjonsnavn	Veg	Vegident		Type
			Hp	Km	
Hedmark	Åkersvika	Ev 6	4	0.500	SM4494
	Rudshøgda	Ev 6	5	6.800	SM4494
	Mjøsbrua	Ev 6	5	15.000	SM4494
Oppland	Eina	Rv 4	6	6.250	SM4494
	Engelsandsodden	Rv 4	9	1.350	DR410

Kommentar: På Eina ligger lufttemperatursensoren veldig lavt. Den er anbefalt å ligge 2 meter over vegbanen, men ligger faktisk i flukt med vegbanen på stasjonen ved Eina. Når det gjelder Engelsandsodden, så ligger denne stasjonen ikke langs Rv 4, men bak støyskjermen på stedet langt høyere enn vegbanen på Rv 4. Engelsandsodden ligger langs en veg på baksiden av støyskjermen ca 4-5 over Rv 4, og bør flyttes og legges langs Rv 4.

I tillegg til klimastasjonene er det benyttet data fra Meteorologisk institutt sine målestasjoner. Aktuelle stasjoner er Biri, Einavatn og Østre Toten i Oppland og Nes og Kise i Ringsaker kommune i Hedmark. Av de nevnte stasjonene er det Østre Toten og Kise som det er mest aktuelt å benytte siden dette er værstasjoner med registrering både av nedbør og temperatur. De øvrige observasjonsstedene er rene nedbørstasjoner uten temperaturmålinger.

Det ble også satt opp en manuell nedbørsmåler på tomta til entreprenøren, se *Figur 3.4*.



Figur 3.4: Manuell nedbørsmåler

I tillegg til en oppsamler for nedbøren (mm), ble det rigget til en plate for registrering av falt snø (cm) samt at lufttemperaturen ble notert ved hver avlesning en gang per døgn.

Ut over de nevnte kildene til klimadata, er det også hentet ut data fra Planteforsk sin klimastasjon Apelsvoll på Kapp i Østre Toten kommune.

Trafikktall er hentet fra eksisterende nivå 1 og nivå 2 tellepunkter, se *Tabell 3.4*. Det er foreløpig bare benyttet et utvalg av disse stasjonene.

Tabell 3.4: Trafikktellepunkter

Fylke		Veg	Vegident		Nivå
			Hp	Km	
Hedmark	Pellervika	Ev 6	5	2.500	2
	Rudshøgda N	Ev 6	5	7.270	2
	Mjøsbrua øst	Ev 6	5	14.200	1
Oppland	Biri sør	Ev 6	2	1.020	1
	Reinsvoll sør	Rv 4	6	13.400	2
	Raufoss sør	Rv 4	7	1.800	2
	Breiskallen nord	Rv 4	7	7.920	2
	Engelandsodden	Rv 4	9	1.350	1
	Bråstadberget	Rv 4	9	5.470	2

3.5 Bruk av SOBO 20 og fuktopptak med Wettex kluter

I forbindelse med MgCl₂-prosjektet på Gjøvik/Toten er det kjøpt inn et SOBO 20 instrument for måling av restsalt. Det er også besluttet at det skal foretas måling av opptørkingstider ved bruk av Wettex kluter.

Sobo 20 er et instrument som er basert på måling av den elektroniske ledningsevnen i en løsning. Væskekammeret i instrumentet inneholder en løsning bestående av destillert vann og aceton. Denne løsningen blir tilført vegoverflaten ved å trykke munnstykket som er fjærbelastet ned mot vegoverflaten. To elektroder i apparatet måler da den elektroniske motstand som oppstår i løsningen fra apparatet og fuktigheten på vegen. Denne motstanden vil variere alt etter hvor mye saltløsning det er på vegen, og en kan lese av på apparatets display hvor stor saltmengde (g/m²) som er tilstede på målestedet.

Wettex består av cellulose og bomullsfiber som gir et svampaktig preg med en svært høy sugesevne. Hensikten med å samle opp fuktigheten med Wettex kluter er primært for å få et objektivt mål på opptørkingstiden i forbindelse med salttiltak med ulike metoder. Fuktigheten måles ved å ta utgangspunkt i klutens vekt etter bruk trukket fra den tørre egenvekten, samt hensyn til klutens areal for å beregne fuktigheten i g/m². Ut fra vannmengden og restsaltmengden vil en også kunne beregne frysepunktet i væsken på vegen.

For denne prøvetakingen, både restsaltmålinger og fuktopptak, ble det valgt ut følgende strekninger på E6:

Prøvestrekningen med MgCl₂:

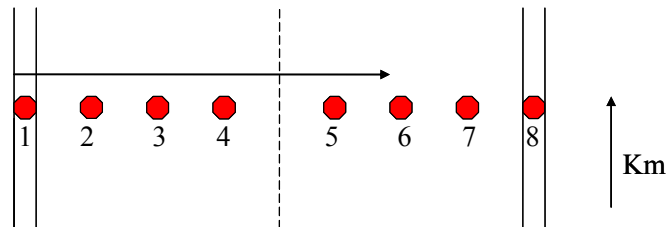
5. E6, Hp 02 – km 0.5 til 2.5, benevnes Biri

Referansestrekningen:

6. E6, Hp 05 – km 7.5 til 9.5 (start 300 meter nord for nordgående rasteplass på Rudshøgda), benevnes Rudshøgda

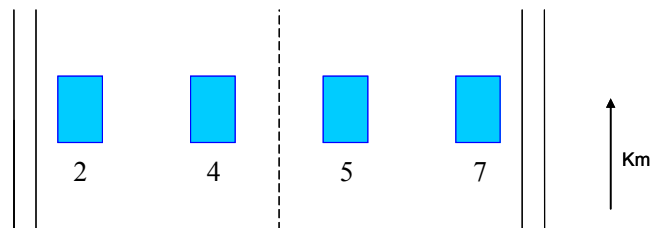
I samråd med entreprenøren ble det valgt ut et hensiktsmessig måleområde på hver strekning med SOBO målinger i 2 snitt og fuktopptak med Wettex i ett snitt ved hvert prøvetidspunkt.

Figur 3.5 viser en oversikt over aktuelle målepunkt for registrering av restsalt. Restsaltmålingene i dette prosjektet er begrenset til ytre hjulspor og på skulder, dvs i punktene 1, 2, 7 og 8. Denne avgrensingen ble gjort av trafikksikkerhetshensyn.



Figur 3.5: Oversikt over målepunkt for restsaltmålinger

For registrering av fuktighet på vegbanen plasseres vanligvis Wettex kluter etter et prinsipp som vist i *Figur 3.6*, dvs. i hvert hjulspor på vegbanen. Av samme årsaker som ved valg av målepunkter for restsalt ble det besluttet å begrense fuktopptak til ytre kjørespor i hvert felt, dvs. punkt 2 og 7.



Figur 3.6: Oversikt over målepunkt for restfuktighet

I *Figur 3.7* er gjengitt måleskjemaet som er utarbeidet for restsaltmålinger og fuktopptak.

Prosjekt: MgCL₂ – Gjøvik/Toten

Tidspunkt for passering av saltbil, felt 1 _____

Dato _____

Tidspunkt for passering av saltbil, felt 2 _____

Strekning	Kl	Luft-temp	Dugg-punkt	Vegbanetemperatur/restsalt								Wettex	
				1		2		7		8		2	7
				Vegb. temp	Rest-salt	Vegb. temp	Rest-salt	Vegb. temp	Rest-salt	Vegb. temp	Rest-salt	Vekt i gram	Vekt i gram

Figur 3.7: Skjema for føring av resultater fra restsaltmålinger og fuktopptak

4. Resultater

4.1 Kontroll av løsningskonsentrasjonen

MgCl₂ løsningen tilvirkes ved å løse opp en gitt mengde MG-Kombi i vann. Leverandøren av MG-Kombi har utarbeidet en tabell for blanding av MgCl₂-løsning. I *Tabell 4.1* er gjengitt deler av denne tabellen.

Tabell 4.1: Tabell for blanding av MgCl₂-løsning

Tetthet, g/cm ³	For 100 liter løsning		% MgCl ₂	Ca frysepunkt
	Kg MG-Kombi	Liter vann		
1,09	23,0	86,0	9,92	-7,8
1,10	25,7	84,3	10,98	-9,0
1,11	28,4	86,2	12,03	-10,5
1,12	31,2	80,8	13,09	-12,1
1,13	33,9	79,1	14,10	-13,7
1,14	36,7	77,3	15,13	-15,9
1,15	39,4	75,6	16,10	-17,6
1,16	42,2	73,8	17,10	-19,7
1,17	45,0	72,0	18,08	-22,1
1,18	47,9	70,1	19,08	-25,6
1,19	50,7	68,3	20,02	-27,4
1,20	53,6	66,4	20,99	-30,5
1,21	56,4	64,6	21,91	-32,8

For å oppnå en løsningskonsentrasjon på 20 prosent skal det ifølge *Tabell 4.1* tilsettes 507 kg MG-Kombi til 683 liter vann for å få 1000 liter løsning med 20 % MgCl₂. Grunnen til den store tørrstoffmengden er at MG-Kombi inneholder ca 50 % vann. I *Tabell 4.2* er gjengitt opplysninger om den kjemiske sammensetningen hentet fra leverandørens HMS datablad.

Tabell 4.2: Opplysninger om kjemisk sammensetning. Kilde: leverandørens datablad

INGREDIENSNAVN	CAS-NR	EC-NR	% INNH	FH	FB	FM	R-SETNINGER	ANMERKNING
Salt	7786303		> 97(MgCl ₂ 47 %)					
CaCl ₂			1,5					
MgSO ₄			0,1					
NaCl			0,8					

Opplysningene i *Tabell 4.2* er ikke helt entydige siden det står at mer enn 97 % består av ingrediensen "salt". I parentes står det "MgCl₂ 47 %". Dette betyr at halvparten av vektinnholdet er bundet vann, noe som burde ha framkommet av varedeklarasjonen.

MgCl₂-løsningen ble tilvirket av entreprenøren i et eget blandekar ved tilsetning av MG-Kombi i storsekk, se *Figur 4.1* og *Figur 4.2*. Blandingen skjer i et kar på 2000 liter.



Figur 4.1: MG-Kombi levert i storsekk



Figur 4.2: Blandekar hos Kolo Veidekke for tilvirking av saltløsning

I starten av sesongen ble det laget en blanding med bare halvparten av nødvendig mengde MG-Kombi for å få en 20 % løsning. På det tidspunktet ble MG-Kombi levert i 25 kg sekker, noe som entreprenøren fant uhensiktsmessig og derfor gikk over til å bruke storekker på 1000 kg.

For å kontrollere løsningskonsentrasjonen ble det foretatt kjemiske analyser hos SINTEF Materialer og kjemi. Det ble tatt prøver både av løsning blandet hos Kolo Veidekke og løsning blandet hos SINTEF med grunnlag i 3 ulike saltprøver. Resultatene fra de kjemiske analysene er gjengitt i *Tabell 4.3*.

Tabell 4.3: Prøver av salt og saltløsning blandet av Kolo Veidekke

		Tillaget 20% (w/v) saltløsning
SINTEF ID	Prøve merket	% saltinnhold målt med hydrometer ved 20°C
2004-2719	Salt i stor sekk (25 kg)	10,5
2004-2720	saltløsning i flaske	9,75*
2004-2721	Saltprøve 1	10,5
2004-2722	Saltprøve 2	10,5

*målt direkte

Resultatene i *Tabell 4.3* bekrefter at en blanding med halvparten av riktig mengde MG-Kombi gir en løsningskonsentrasjon på ca 10 %. I følge blandingstabellen er frysepunktet for en slik løsning på ca -10 °C.

Det ble også foretatt en kontroll på hvor mye MG-Kombi som skulle til for å få en 20 % MgCl₂-løsning basert på de leverte saltprøvene. Resultatene framgår av *Tabell 4.4*.

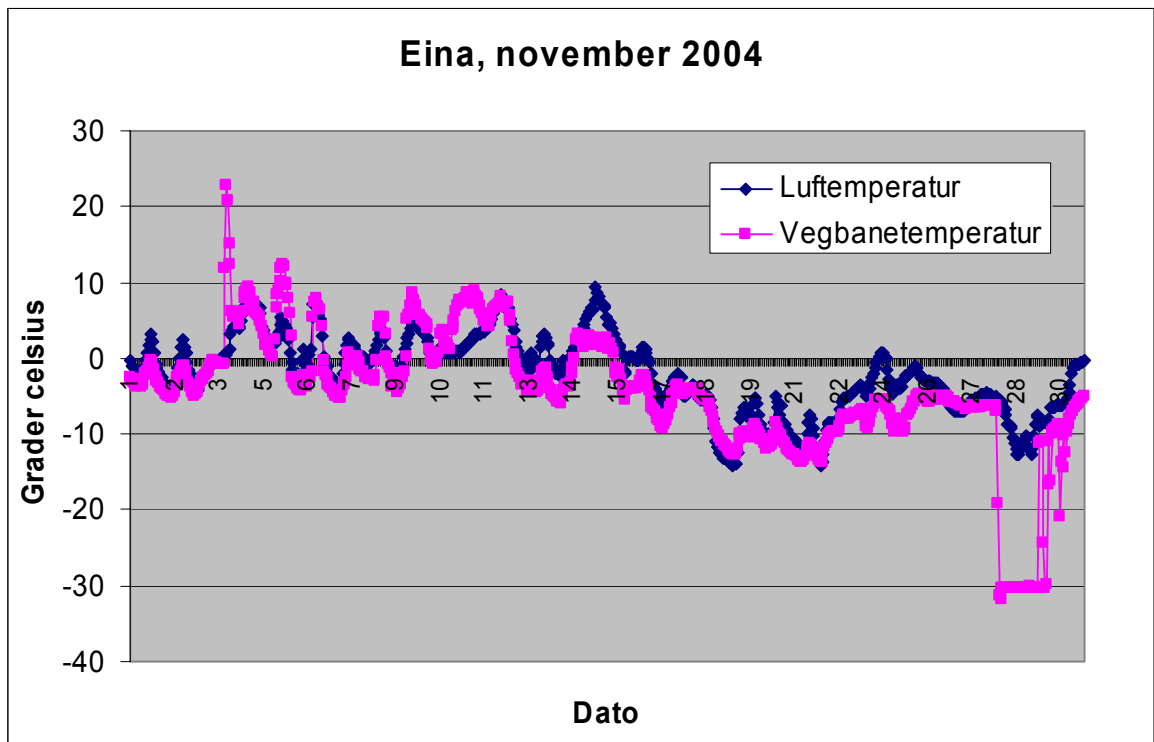
Tabell 4.4: Innvekt MG-Kombi i kg per 1000 liter for å få 20 % MgCl₂-løsning

SINTEF ID	Prøve merket	MgCl ₂	% MgCl ₂	Innvekt salt i kg pr. 1000L for å få 20%(w/v) MgCl ₂
2004-2719	Salt i stor sekk	541,6 g/kg	54,2	369
2004-2720	saltløsning i flaske	96,4 g/L	9,6	
2004-2721	Saltprøve 1	559,2 g/kg	55,9	357
2004-2722	Saltprøve 2	542,6 g/kg	54,3	368

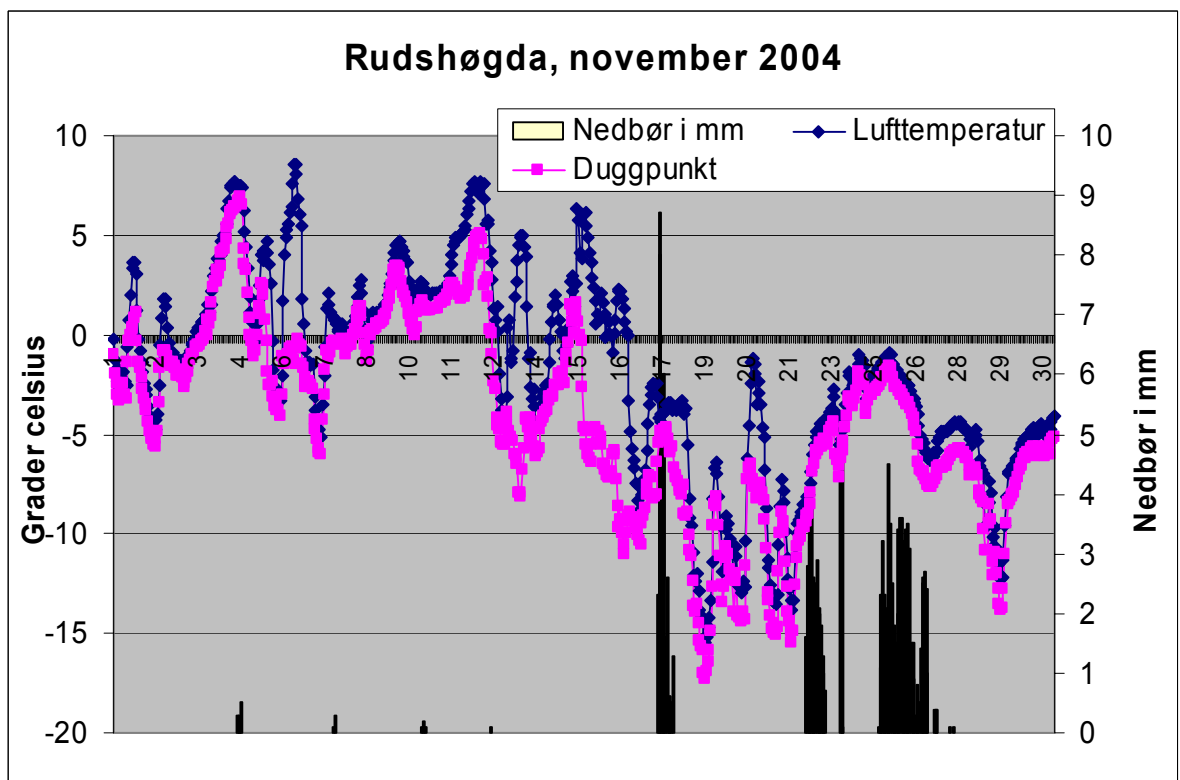
Av *Tabell 4.4* framgår det at prøvene som ble analysert inneholder 54,3 – 55,9 % MgCl₂. Dette betyr at vanninnholdet er mindre enn det som er oppgitt fra leverandøren, og at tørrstoffmengden som skal til for å få en 20 % løsning er på 357 – 369 kg per 1000 liter vann. Det viste seg for øvrig at det også var nødvendig å kontrollere vekten på småsekkene.

4.2 Klimadata

I *Figur 4.3 – Figur 4.12* er gjengitt klimadata fra stasjonen på Eina og på Rudshøgda i perioden november 2004 – mars 2005. For Eina er det gjengitt lufttemperatur og vegbanetemperatur, og fra og med mars er det også registrert nedbør på den stasjonen. For Rudshøgda er det framstilt lufttemperatur og duggpunkt samt nedbør i mm.

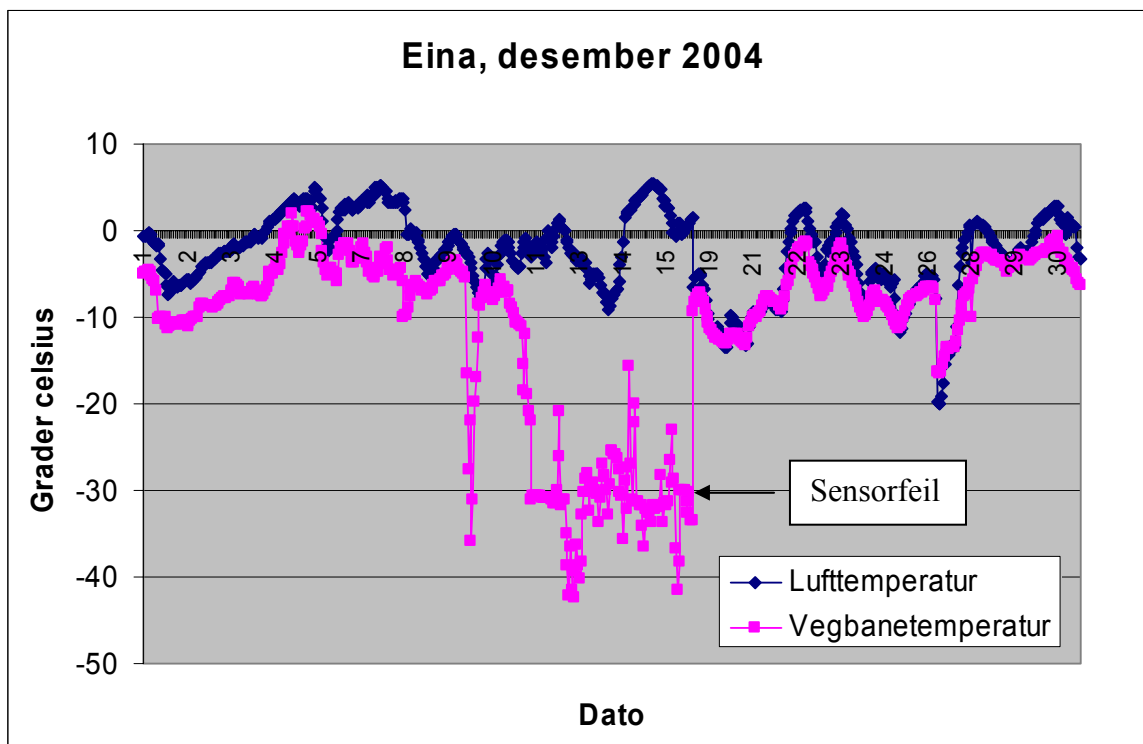


Figur 4.3: Klimadata fra klimastasjonen ved Eina, november 2004

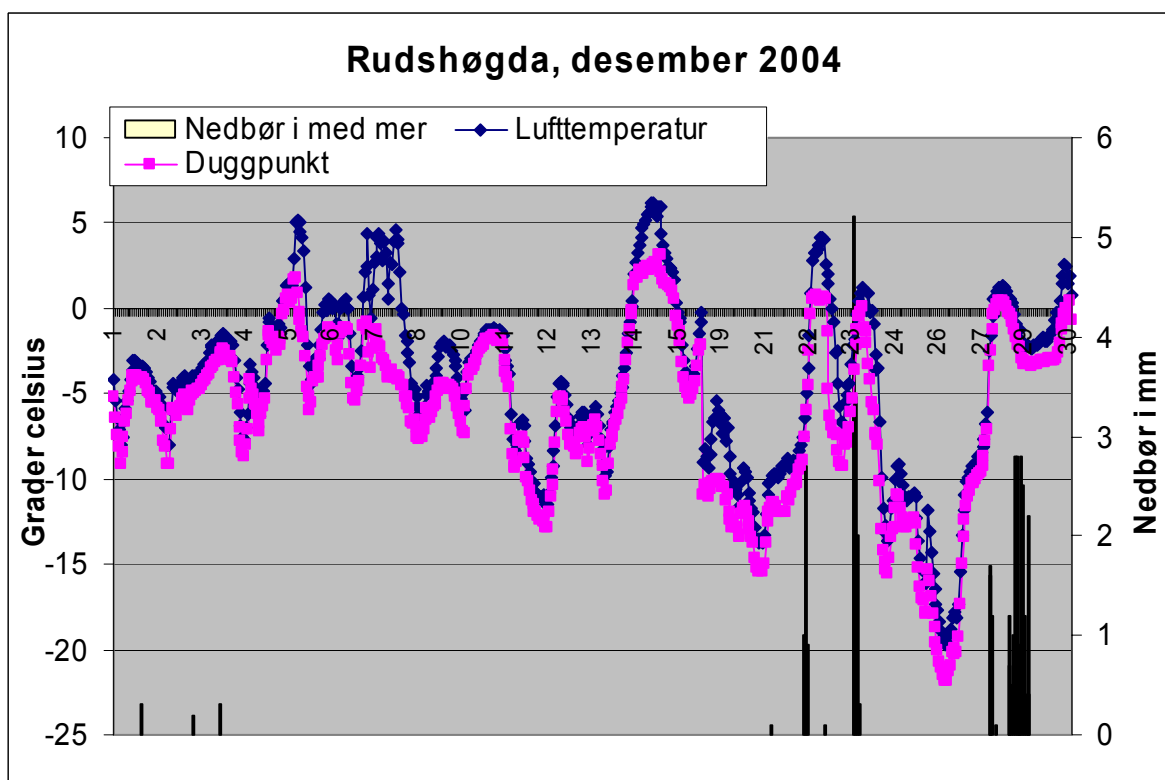


Figur 4.4: Klimadata fra stasjonen på Rudshøgda, november 2004

- Det var store temperaturforskjeller mellom Eina og Rudshøgda i november med de laveste temperaturene på Rudshøgda. 3 større snøfall

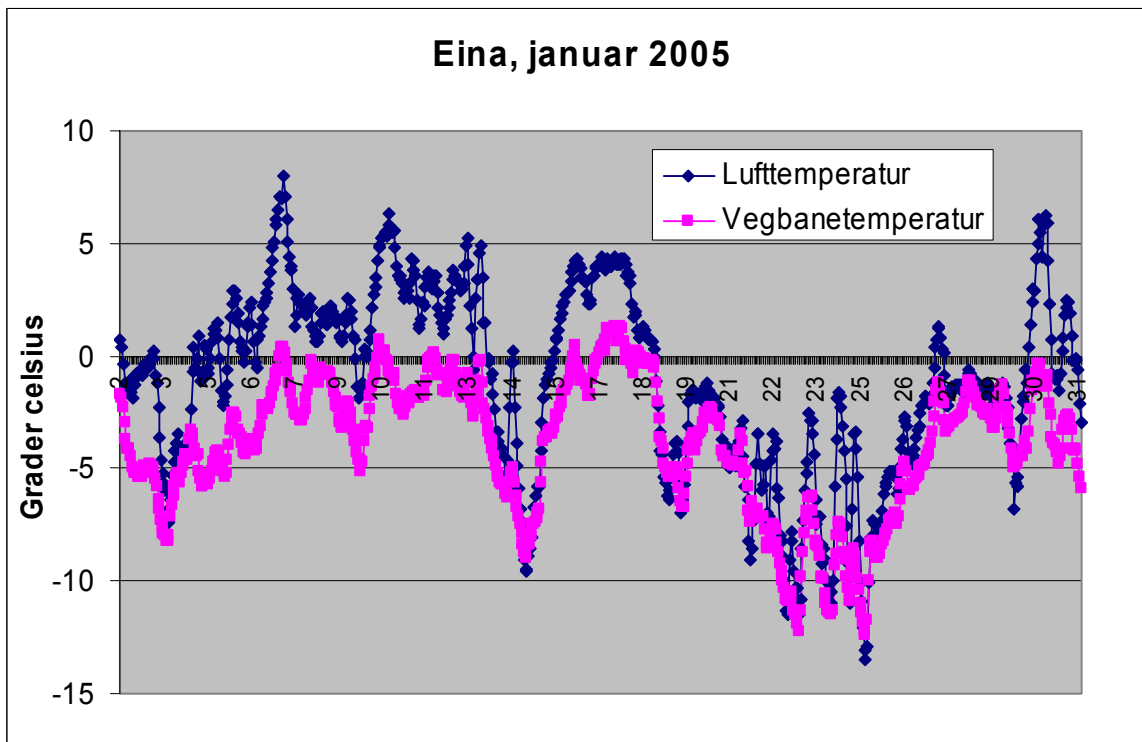


Figur 4.5: Klimadata fra klimastasjonen ved Eina, desember 2004

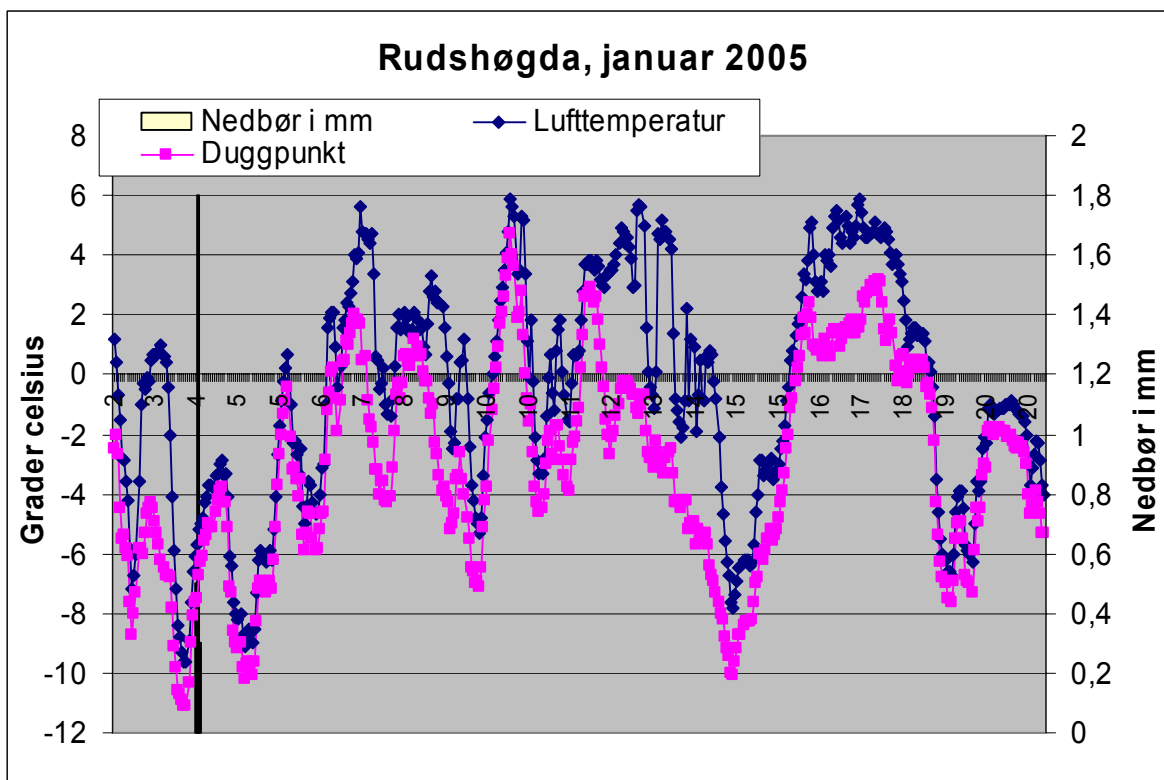


Figur 4.6: Klimadata fra stasjonen på Rudshøgda, desember 2004

- Store temperaturforskjeller mellom Eina og Rudshøgda i desember med de laveste temperaturene på Rudshøgda. Få nedbørstilfeller, men 3 større snøfall

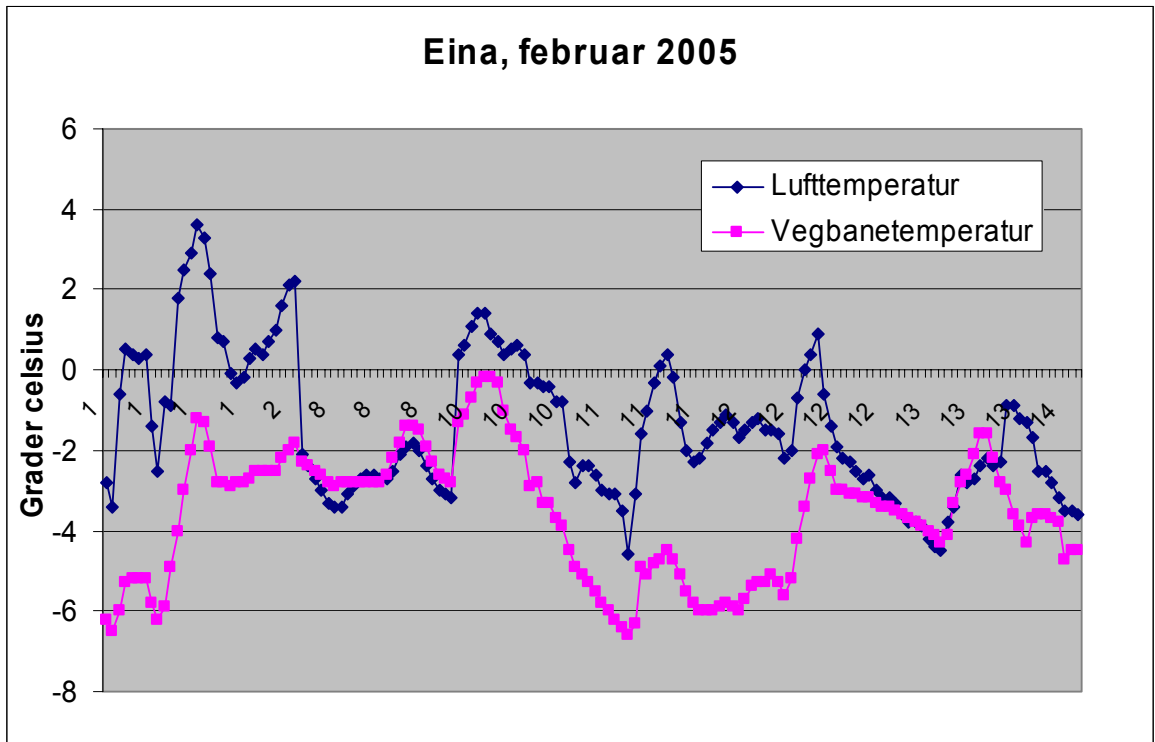


Figur 4.7: Klimadata fra klimastasjonen ved Eina, januar 2005

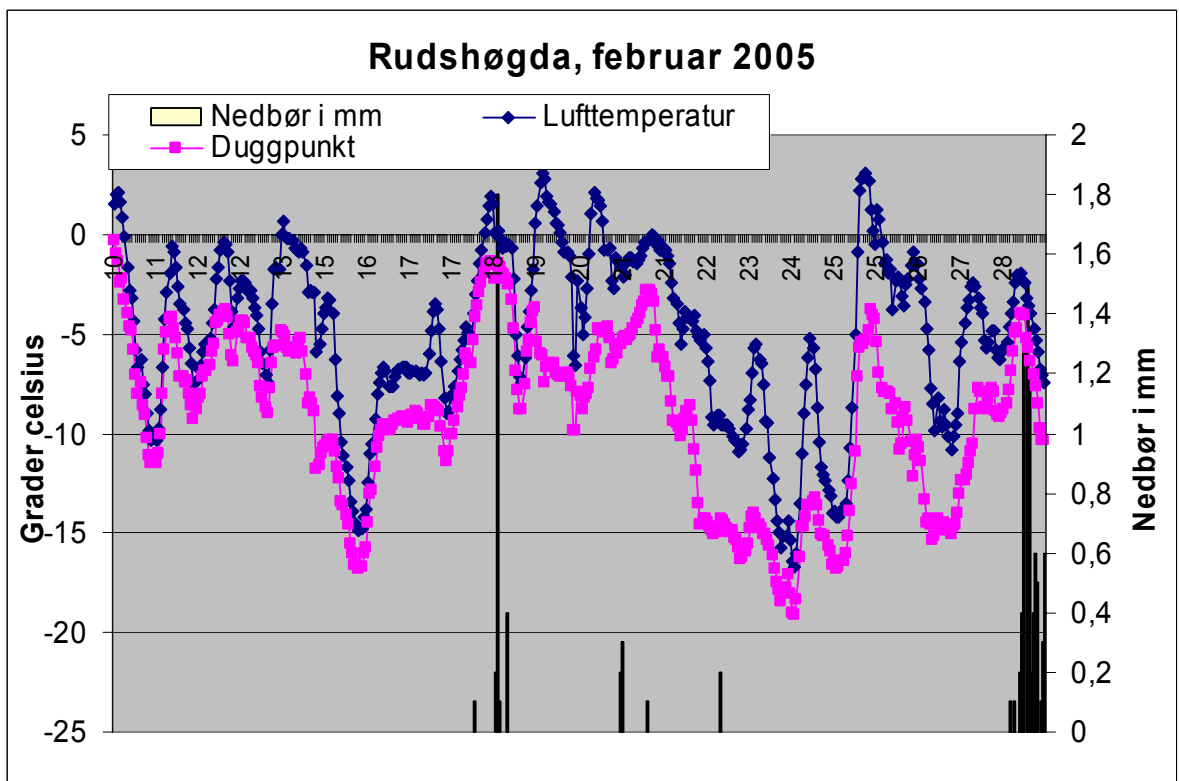


Figur 4.8: Klimadata fra stasjonen på Rudshøgda, januar 2005

- Mye bortfall av data på Rudshøgda i januar vanskeliggjør direkte sammenligning. Svært lite nedbør registrert på Rudshøgda

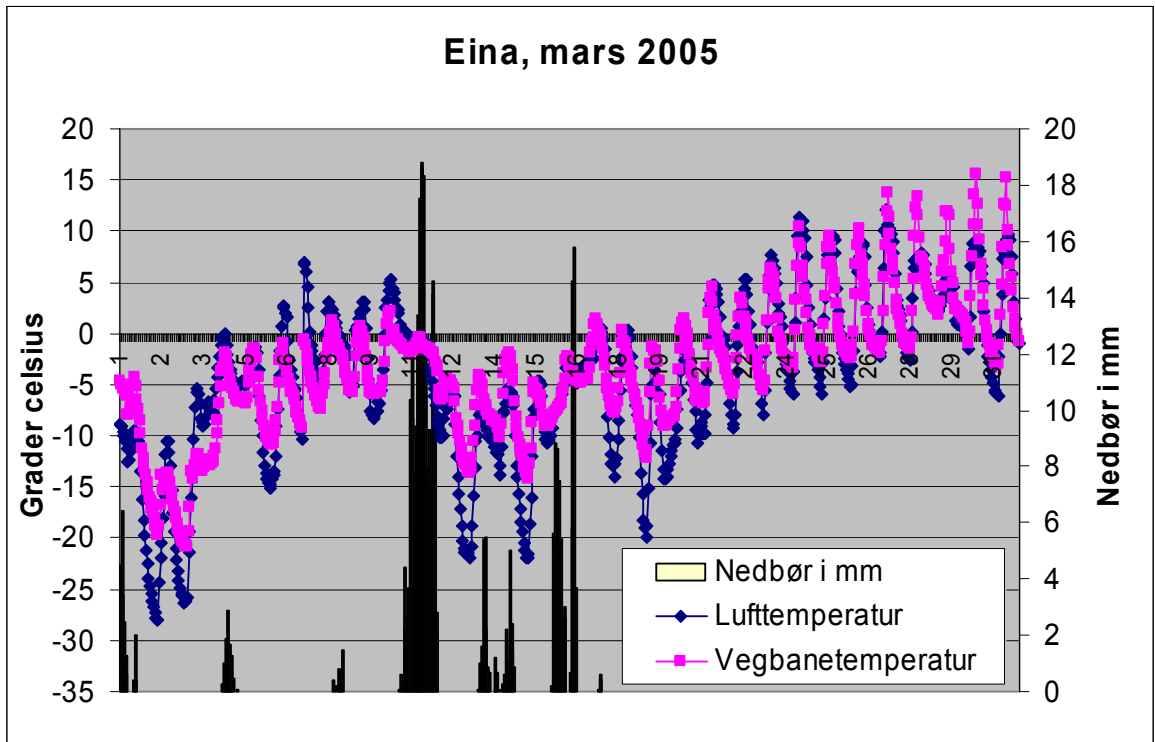


Figur 4.9: Klimadata fra klimastasjonen ved Eina, februar 2005

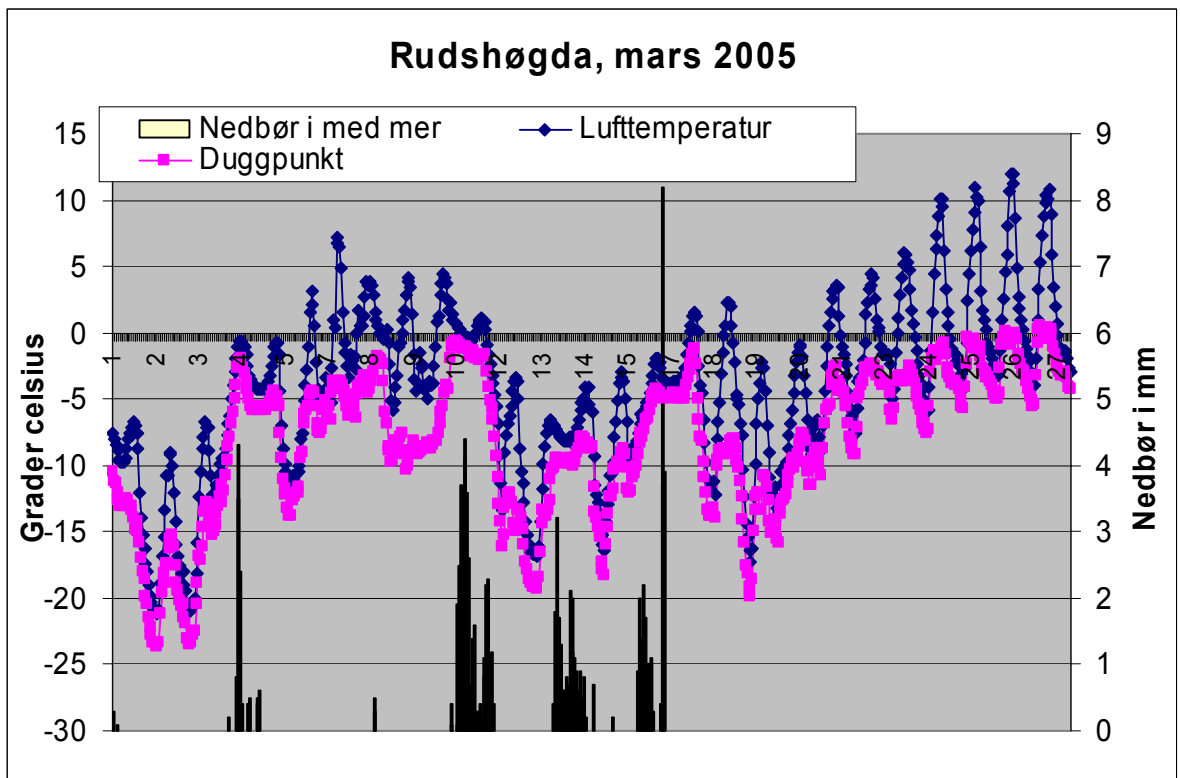


Figur 4.10: Klimadata fra stasjonen på Rudshøgda, februar 2005

- Stort bortfall av data på Eina vanskeliggjør direkte sammenligning mellom stasjonene i februar. Få registrerte nedbørstilfeller på Rudshøgda, men 2 litt større snøfall



Figur 4.11: Klimadata fra klimastasjonen ved Eina, mars 2005



Figur 4.12: Klimadata fra stasjonen på Rudshøgda, mars 2005

- Nokså like vær-situasjoner på Eina og Rudshøgda i mars både med hensyn på temperatur og nedbør. 3 markerte snøfall begge steder

Tabell 4.5 viser en månedsvis oversikt over gjennomsnittlig lufttemperatur i de 5 klimastasjonene det er hentet data fra. Det er også angitt andel av tida med registreringer.

Tabell 4.5: Gjennomsnittlig lufttemperatur og andel av tida med registreringer

		November	Desember	Januar	Februar	Mars
Åkersvika	Gj.sn. lufttemperatur	-0,2	-3,0	1,0	-2,6	-2,2
	Andel av tida med registreringer	0,95	0,84	0,96	0,71	0,99
Rudshøgda	Gj.sn. lufttemperatur	-1,9	-4,4	-0,6	-5,0	-4,3
	Andel av tida med registreringer	0,96	0,80	0,60	0,62	0,87
Mjøsbrua	Gj.sn. lufttemperatur	-0,2	-2,7	-0,2	-3,3	-4,9
	Andel av tida med registreringer	0,92	0,87	0,96	0,75	0,33
Eina	Gj.sn. lufttemperatur	-2,2	-2,6	-1,1	-1,4	-4,2
	Andel av tida med registreringer	0,96	0,84	0,95	0,22	0,99
Engelandsodden	Gj.sn. lufttemperatur	-0,3	-1,8	0,1	-1,9	-2,9
	Andel av tida med registreringer	1	1	1	1	1

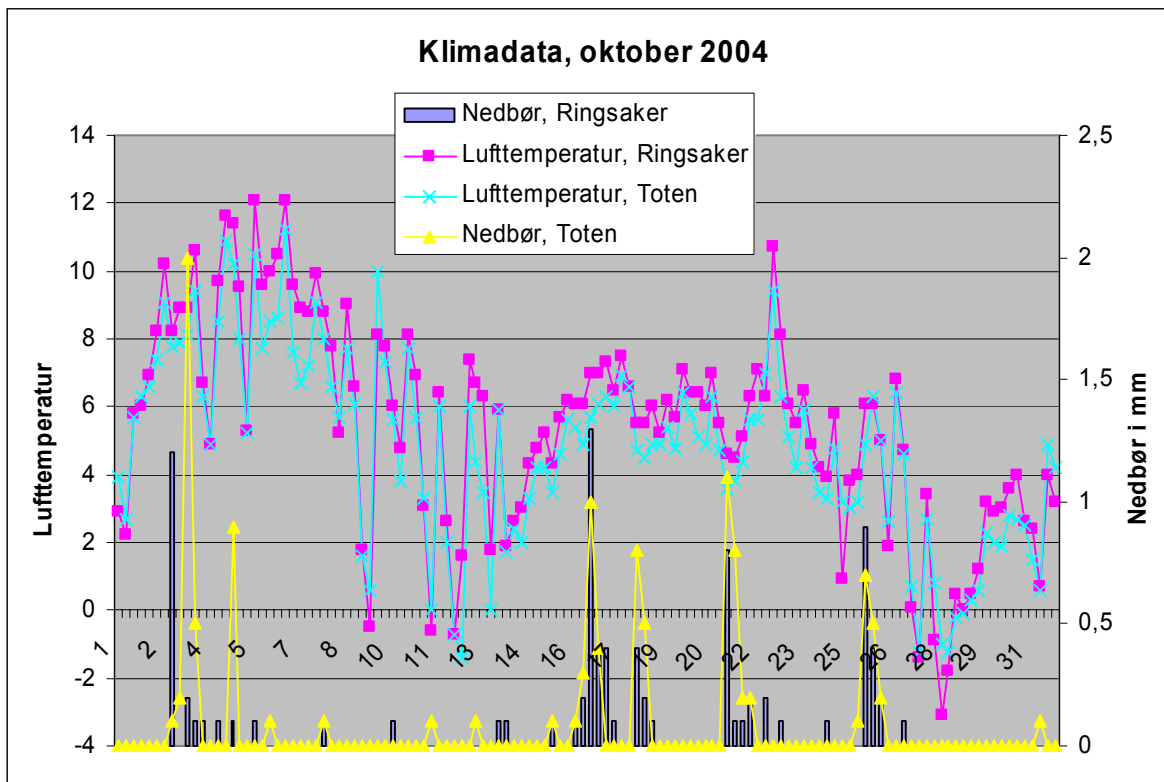
I ScanMatic stasjonene har det vært en del bortfall av data, jfr Tabell 4.5, noe som gjør at flere av de beregnede gjennomsnittsverdiene for lufttemperatur er usikre. Årsaken til manglende data kan ligge både i kommunikasjonssvikt mellom logge-PC og feltstasjon eller strømbrudd.

Figur 4.13 - Figur 4.18 viser data fra met.no sine værstasjoner på Kise i Ringsaker og Østre Toten i perioden oktober 2004 – mars 2005, og i Figur 4.19 er gjengitt månedsgjennomsnitt fra de samme stasjonene.

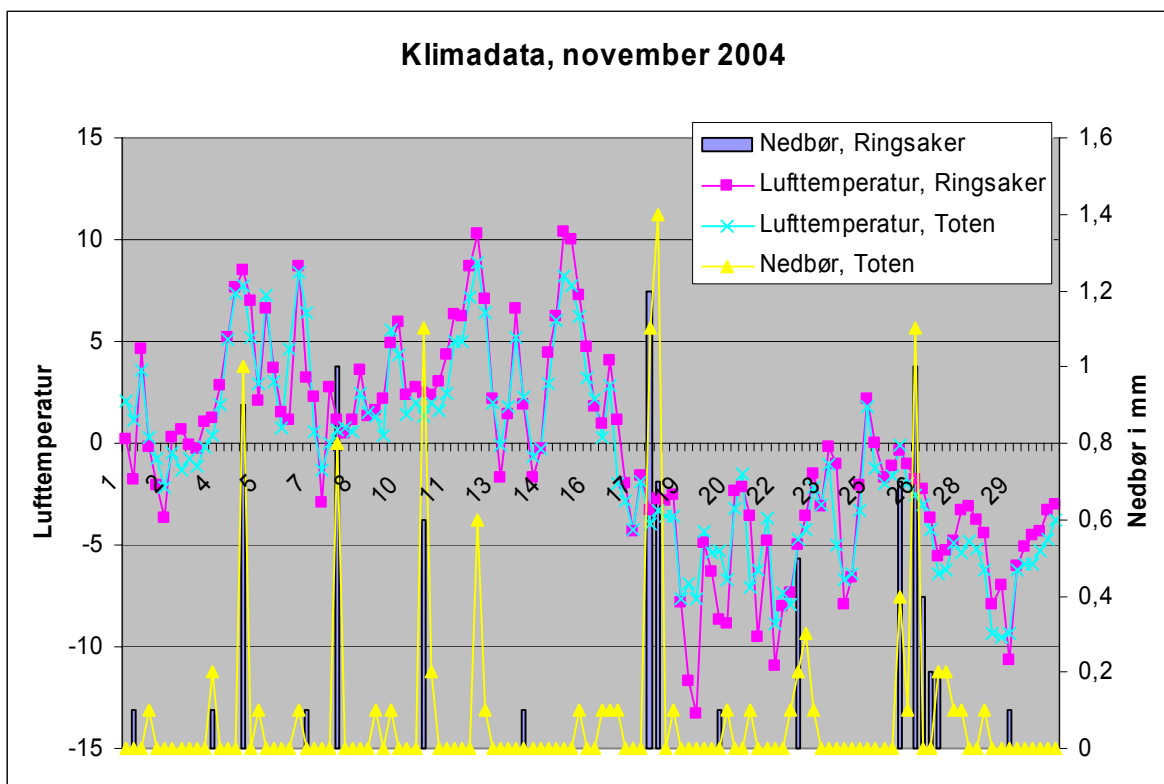
Hovedtrekkene er:

- November: Liten forskjell mellom de to met.no stasjonene. Temperaturvariasjonene samsvarer bra med registreringene på Rudshøgda
- Desember: Liten forskjell mellom de to met.no stasjonene. Temperaturvariasjonene samsvarer bra med registreringene på Rudshøgda, med gjennomgående noe lavere temperatur på Rudshøgda
- Januar: Gjennomgående noe lavere temperaturer på Toten enn på Ringsaker. Mye bortfall av data på Rudshøgda i januar vanskeliggjør direkte sammenligning med klimastasjonen der
- Februar: Perioder med lavere temperaturer på Toten enn på Ringsaker. Relativt store forskjeller mellom met.no stasjonene og observasjonene på Rudshøgda
- Mars: Liten forskjell mellom de to met.no stasjonene i første del av måneden, men større forskjeller siste uka i mars. Temperaturvariasjonene samsvarer bra med registreringene på Rudshøgda

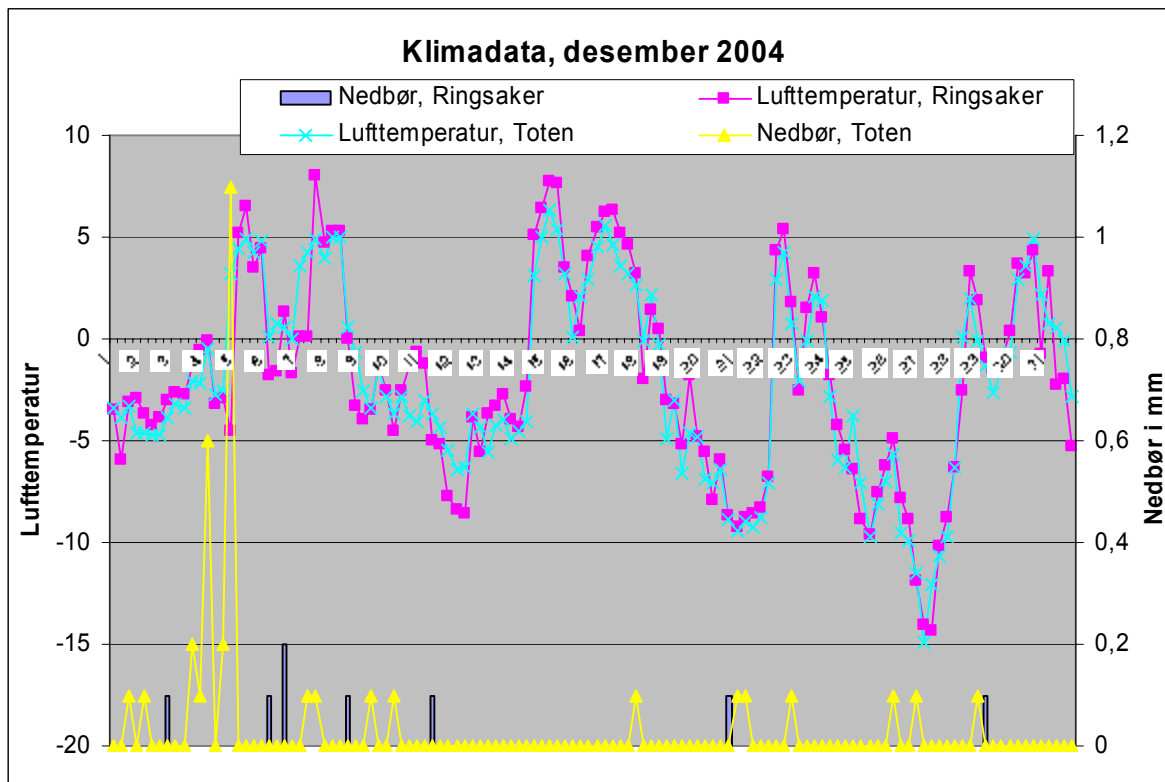
Konklusjonen er at met.no stasjonene kan brukes som et supplement, men at det er viktig med mest mulig data direkte i tilknytning til det studerte vegnettet.



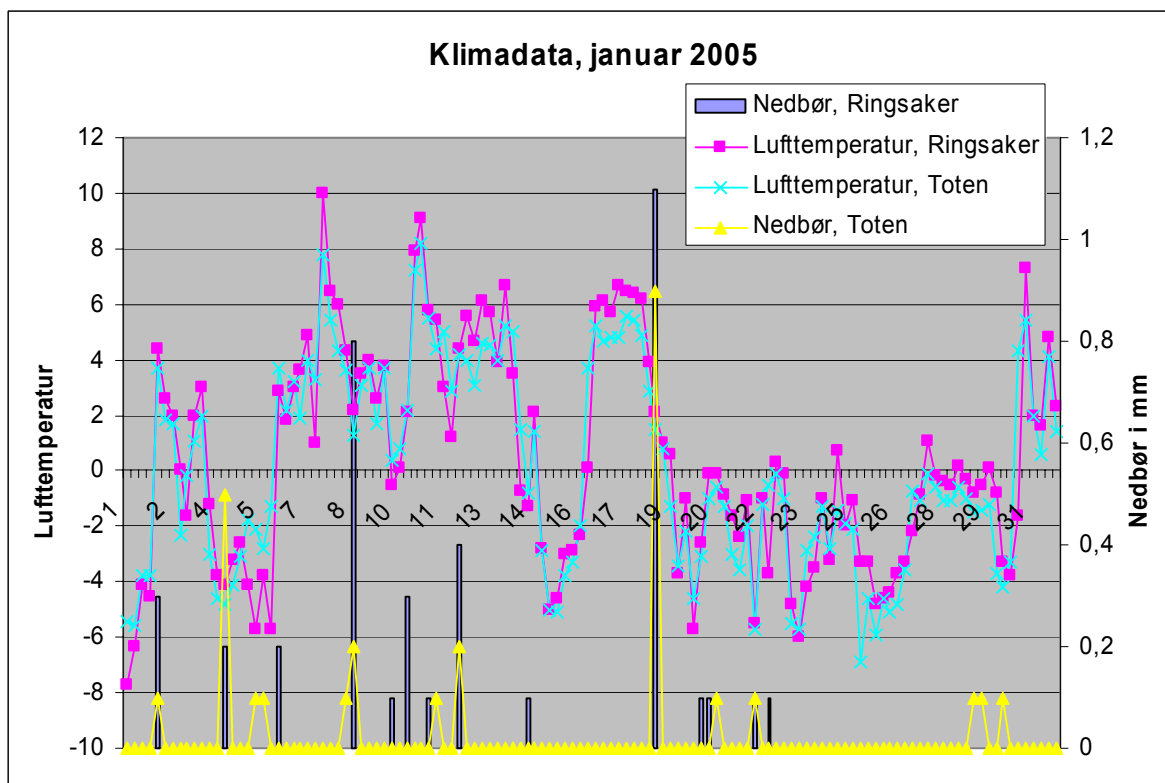
Figur 4.13: Klimadata fra met.no stasjoner i oktober 2004



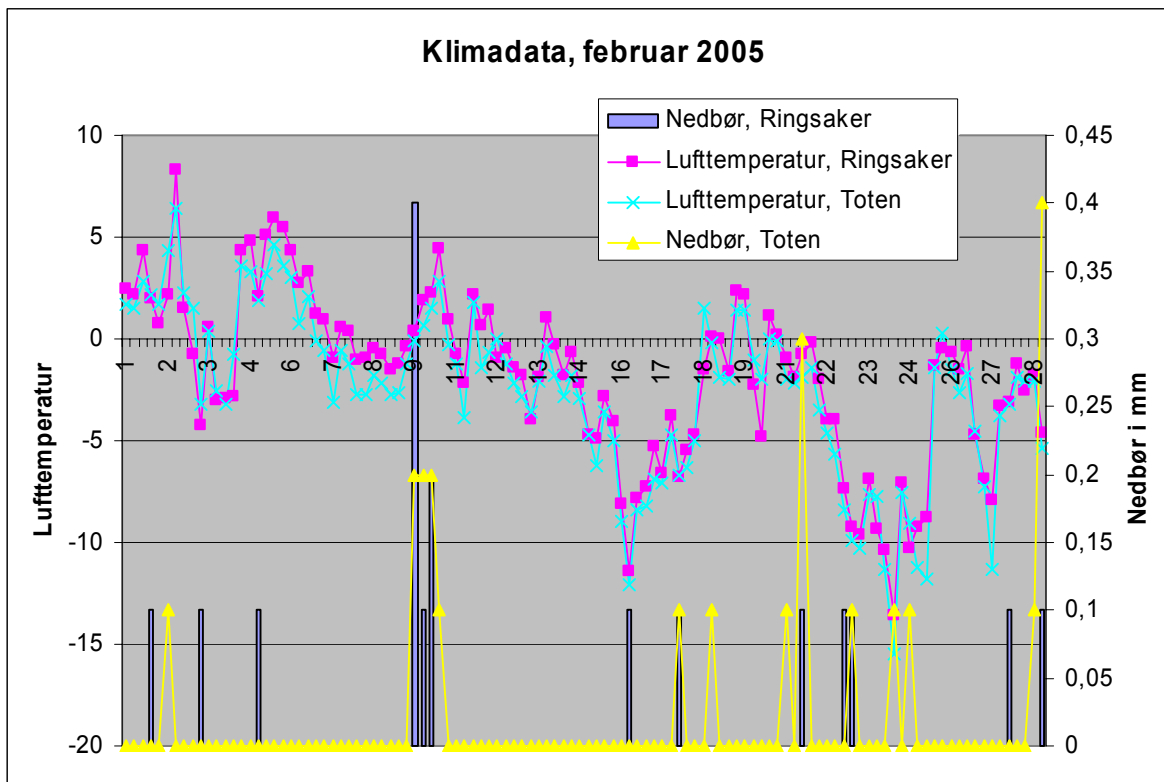
Figur 4.14: Klimadata fra met.no stasjoner i november 2004



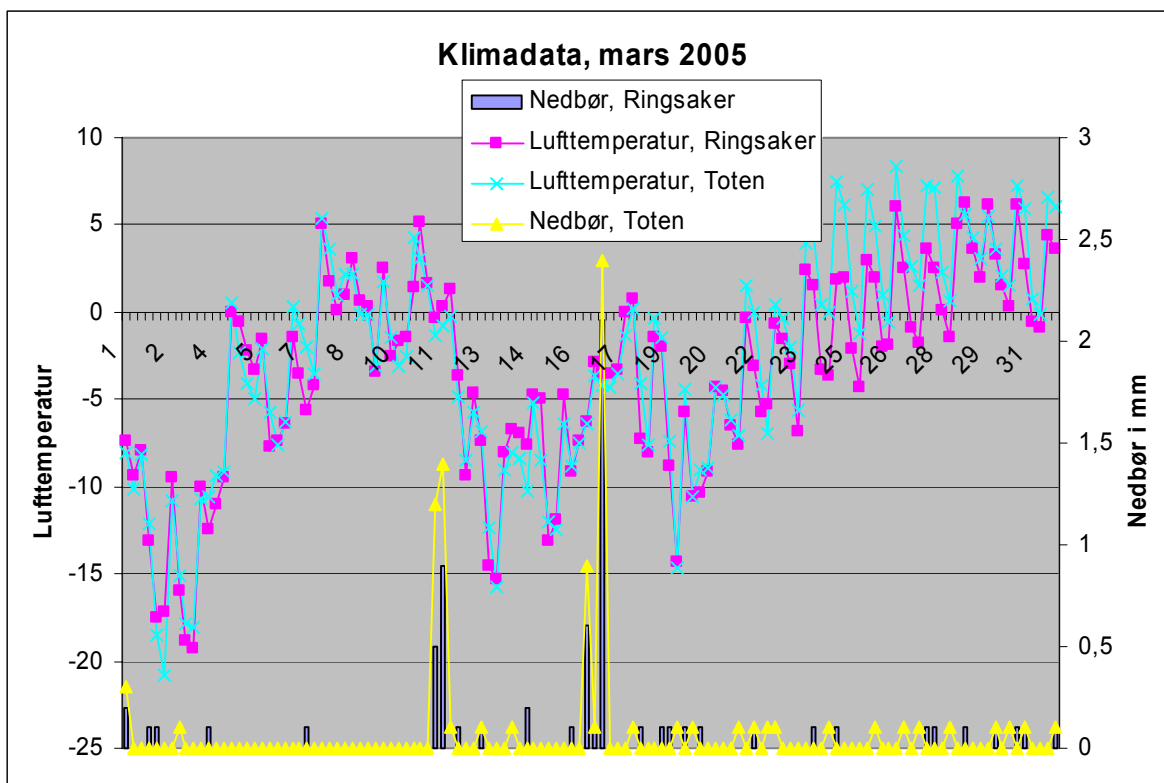
Figur 4.15: Klimadata fra met.no stasjoner i desember 2004



Figur 4.16: Klimadata fra met.no stasjoner i januar 2005

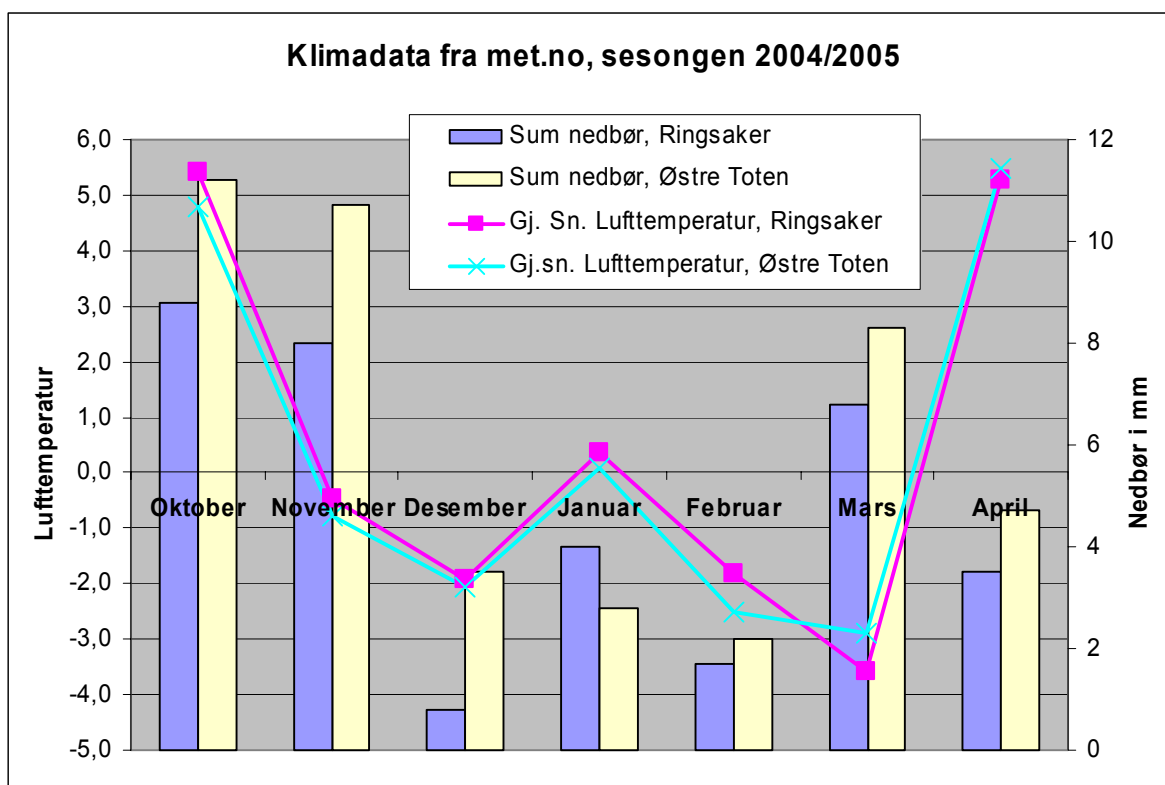


Figur 4.17: Klimadata fra met.no stasjoner i februar 2005



Figur 4.18: Klimadata fra met.no stasjoner i mars 2005

Generelt var det lite nedbør sesongen 2004/2005 innenfor forsøksområdet, og da særlig i desember, januar og februar. Det var også lite nedbør i mars som ofte er en nedbørrik måned. Sesongen karakteriseres også av at det var en mild vinter.



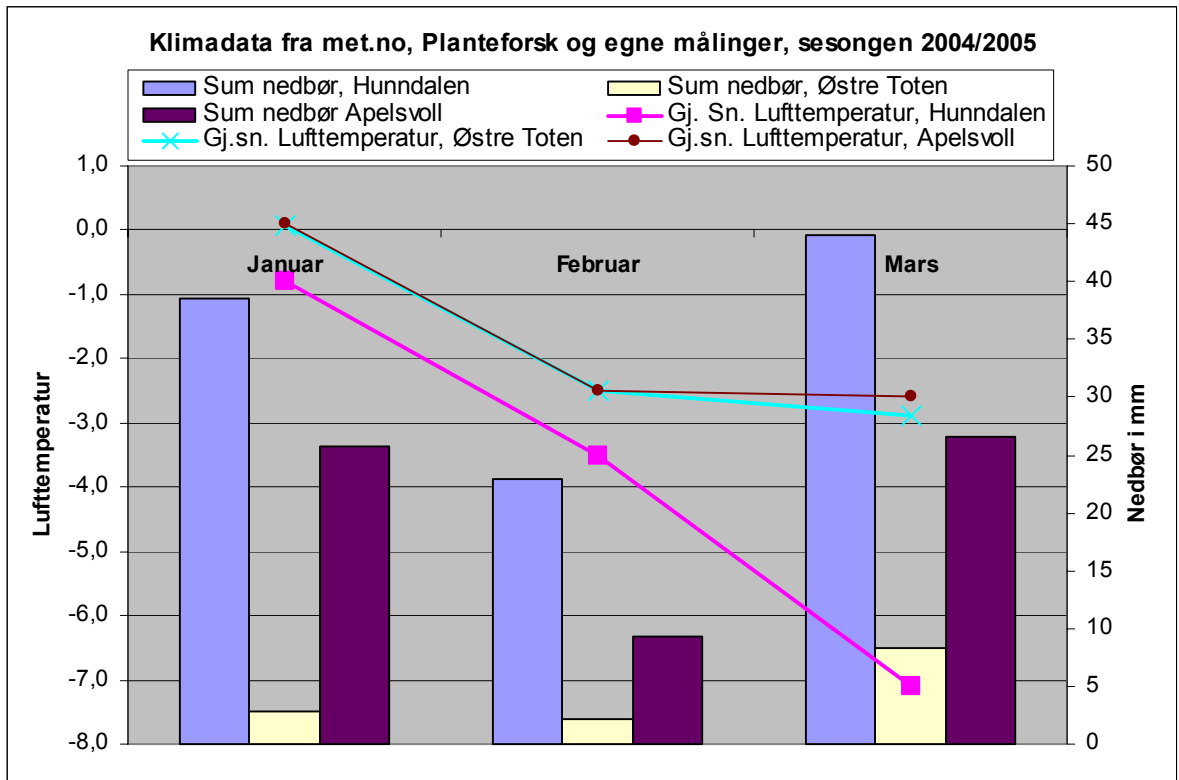
Figur 4.19: Klimadata fra met.no stasjoner sesongen 2004/2005

Sammenligner en de 2 met.no stasjonene, ser en av *Figur 4.19* at det med unntak av januar var mest nedbør vest for Mjøsa. Bare i mars var gjennomsnittstemperaturen høyere på Østre Toten enn på Ringsaker. Ellers var månedsgjennomsnittet noe lavere vest for Mjøsa enn øst for Mjøsa. Gitt at andre forhold var like skulle en ut fra dette forvente et noe høyere saltforbruk på forsøksvegnettet i Gjøvikkontrakten sammenlignet med referansestrekningen.

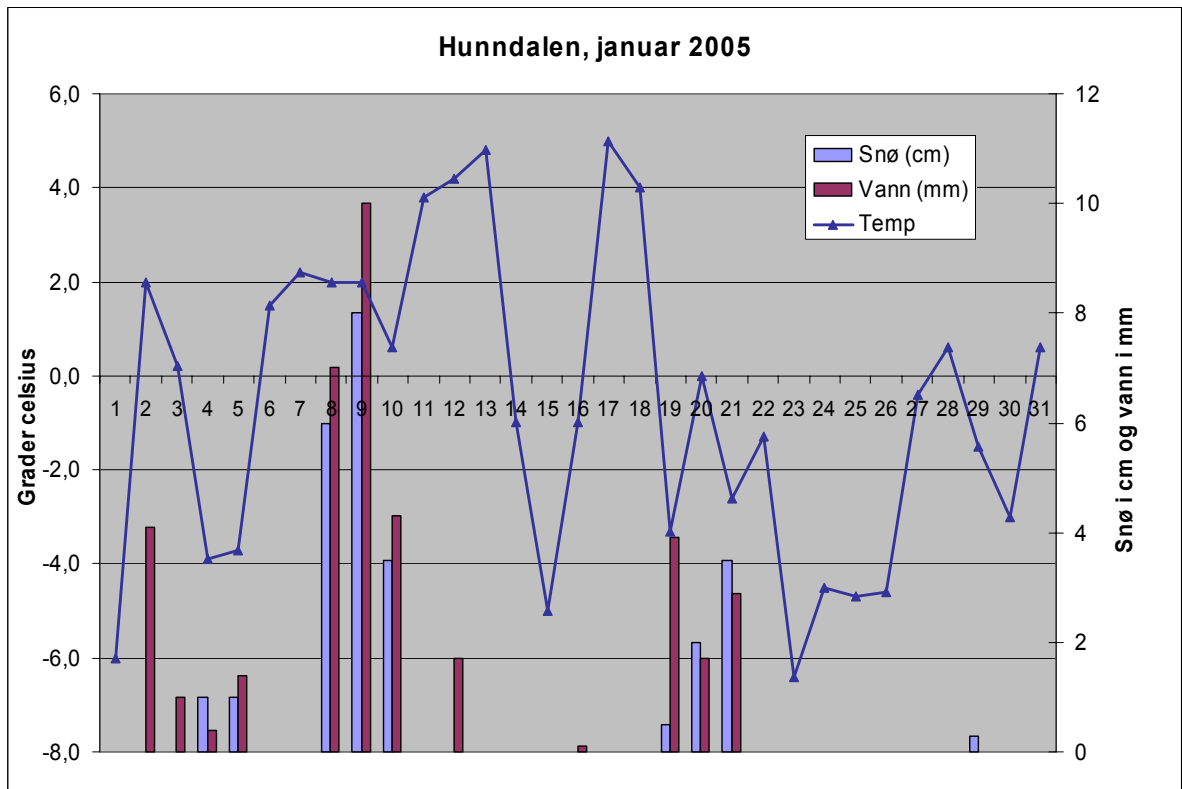
De gjengitte dataene fra met.no er basert på observasjoner 4 ganger i løpet av døgnet, kl 01:00, kl 07:00, kl 13:00 og kl 19:00. Til sammenligning er det i *Figur 4.20* satt opp en oversikt over data fra egne nedbørsmålinger som ble utført av Kolo Veidekke i Hunndalen sammenstilt med data fra met.no sin stasjon på Østre Toten samt stasjonen Apelsvoll tilhørende Planteforsk på Kapp.

Som en av *Figur 4.20* var det et betydelig avvik mellom egne observasjoner og de nedbørsverdiene met.no opererer med, mens det er bedre samsvar med stasjonen til Planteforsk. Årsaken til de store avvikene i forhold til met.no registreringer når det gjelder nedbør har en foreløpig ikke fått noen forklaring på. Sesongen 2005/2006 tar en sikte på å foreta manuell registrering av nedbør også på Hedmarkssida med et tilsvarende oppsett som i Hunndalen.

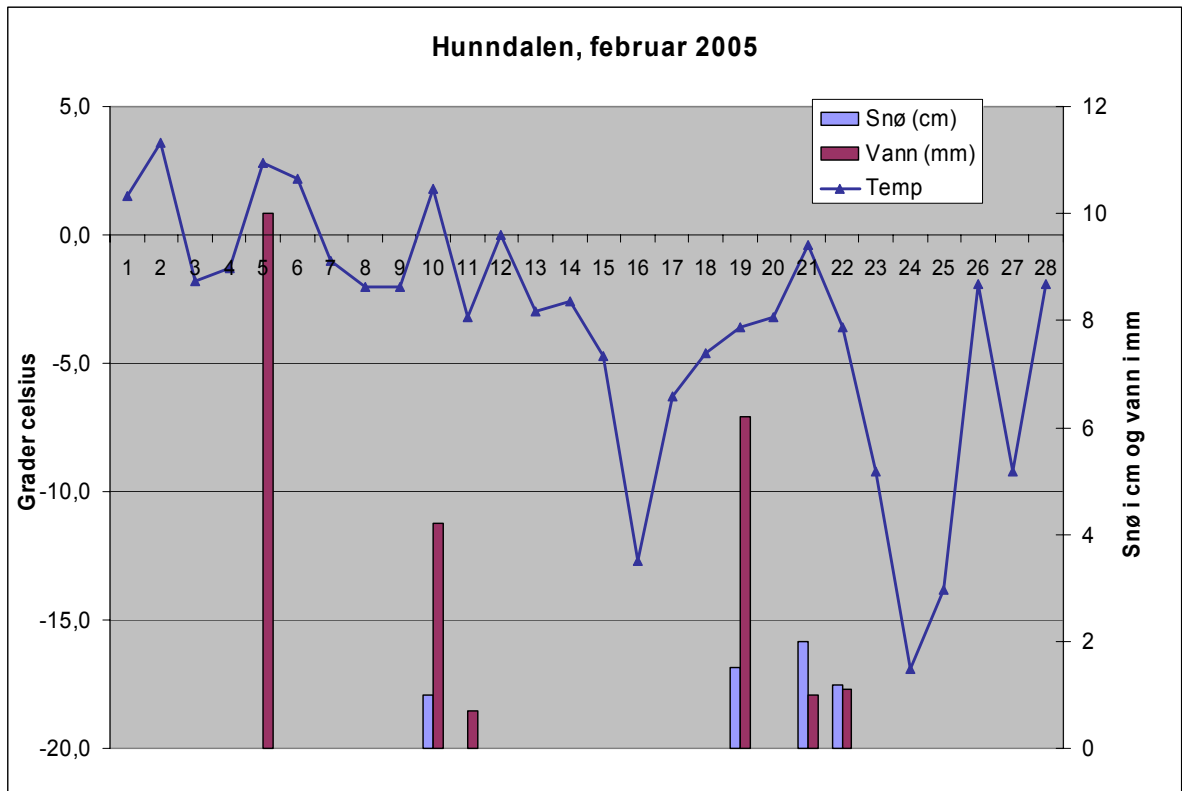
Figur 4.21 - Figur 4.23 viser resultatene fra de daglige observasjonene i Hunndalen i perioden januar – mars 2005.



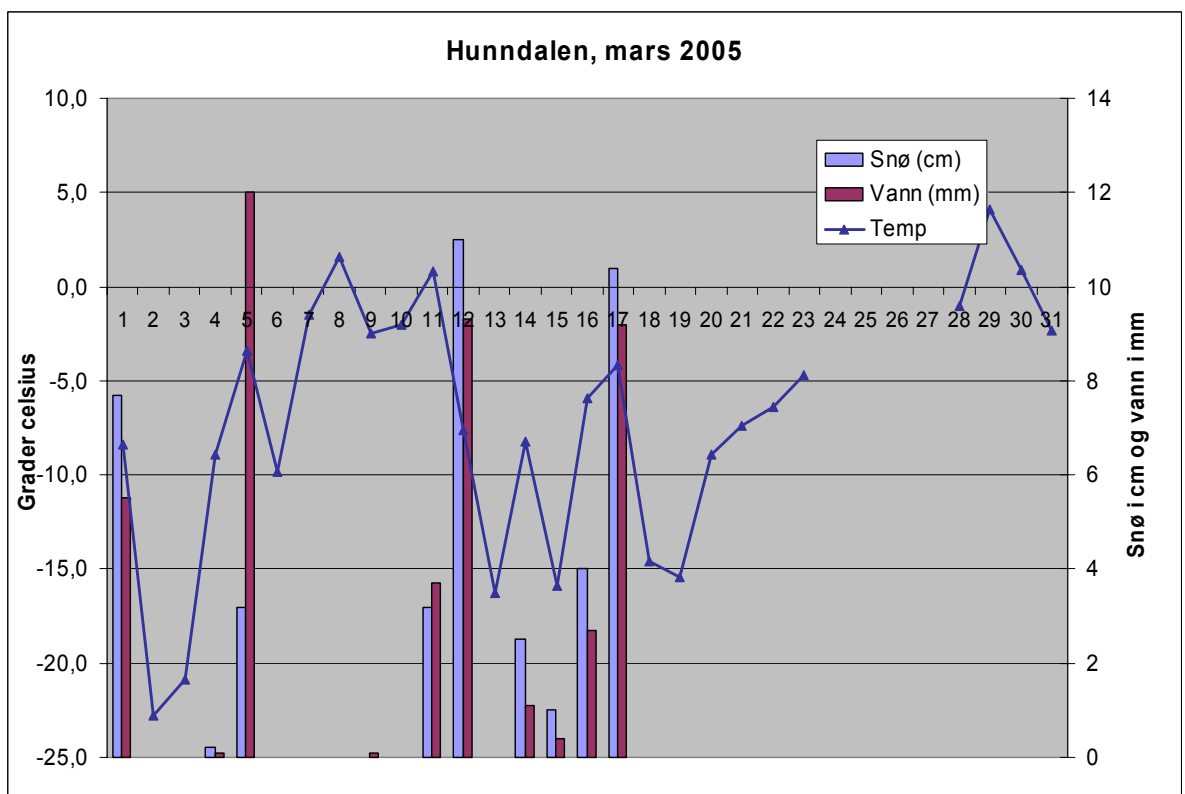
Figur 4.20: Sammenligning mellom manuelle nedbørsmålinger i Hunndalen og met.no data fra Østre Toten



Figur 4.21: Registrering av nedbør og temperatur, Hunndalen januar 2005



Figur 4.22: Registrering av nedbør og temperatur, Hunndalen februar 2005



Figur 4.23: Registrering av nedbør og temperatur, Hunndalen mars 2005

4.3 Utførte tiltak

4.3.1 Saltforbruk i henhold til entreprenørens oppgaver

I *Tabell 4.6* og *Tabell 4.7* er gjengitt månedsvise oversikter fra entreprenøren over saltforbruk innenfor henholdsvis Gjøvikkontrakten og Ringsakerkontrakten. Øvrig driftsstatistikk er gjengitt i vedlegg 1. Forbruket på prøvestrekningen og referansestrekningen er å lese av tallene som er oppgitt for stamveger.

Tabell 4.6: Driftsstatistikk fra entreprenøren, kontrakten på Gjøvik

Oppfølging av drift og vedlikehold 2004/ 2005									
Forbruk strømmidler Kontrakt: 0501 Gjøvik									
Tørt og befuktet salt Type:									
(tonn salt)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	4	432	245	298	145	214			1338
Øvrig Rv	4	56	24	96	57	43			280
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	8	488	269	394	202	257	0	0	1618
Fylkesveg	2	8	0	0	12	5			27

Saltløsning (25% saltinnblanding pr m3) Type:									
(tonn salt)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	1	70	25	12	6	6			120
Øvrig Rv	1	0	2	4	2	1			10
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	2	70	27	16	8	7	0	0	130
Fylkesveg	1	0	0	0	0	0			1

Tabell 4.7: Driftsstatistikk fra entreprenøren, kontrakten på Ringsaker

Oppfølging av drift og vedlikehold 2004 / 2005

Forbruk strømmidler Kontrakt: 0401 Ringsaker

Tørt og befuktet salt Type:

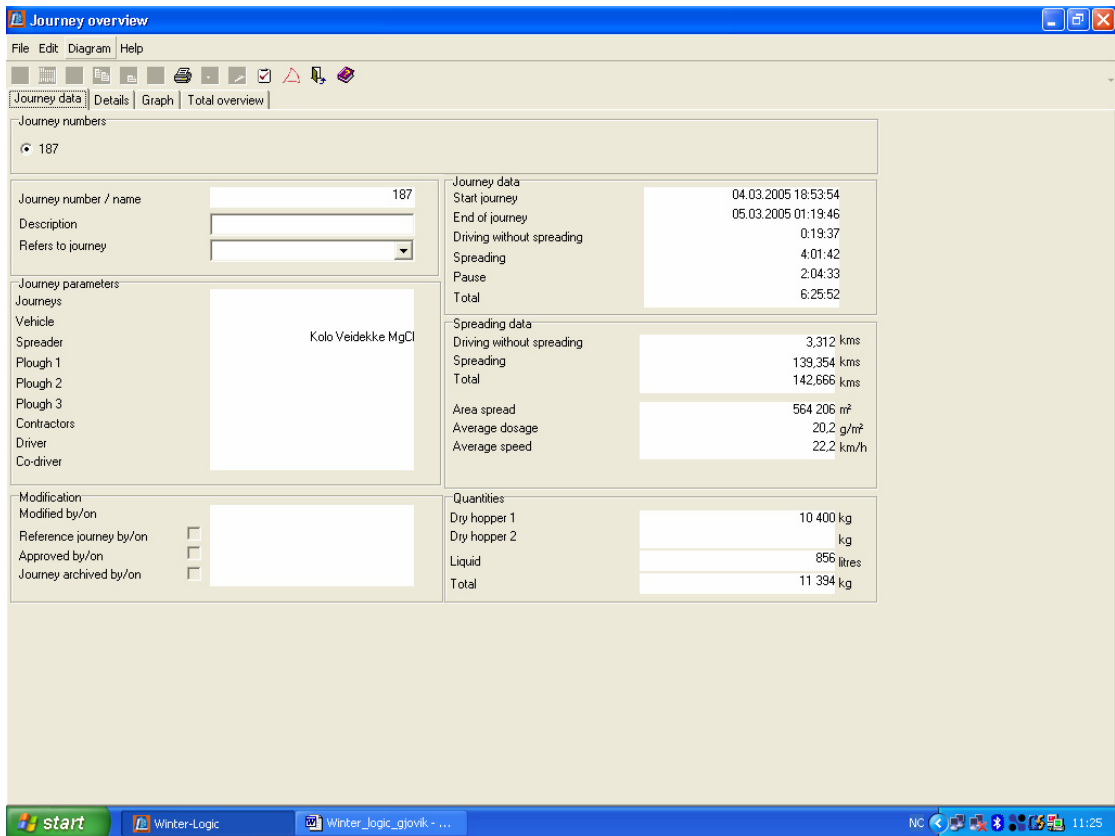
(tonn salt)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	2	321	137	298	58	148			964
Øvrig Rv	0	8	6	8	0	4	0		26
G/S-veg	0	0	0	0	0	0	0		0
Totalt:	2	329	143	306	58	152	0	0	990
Fylkesveg	0	0	4	5	4	8	0		21

Saltløsning (25% saltinnblanding pr m3) Type:

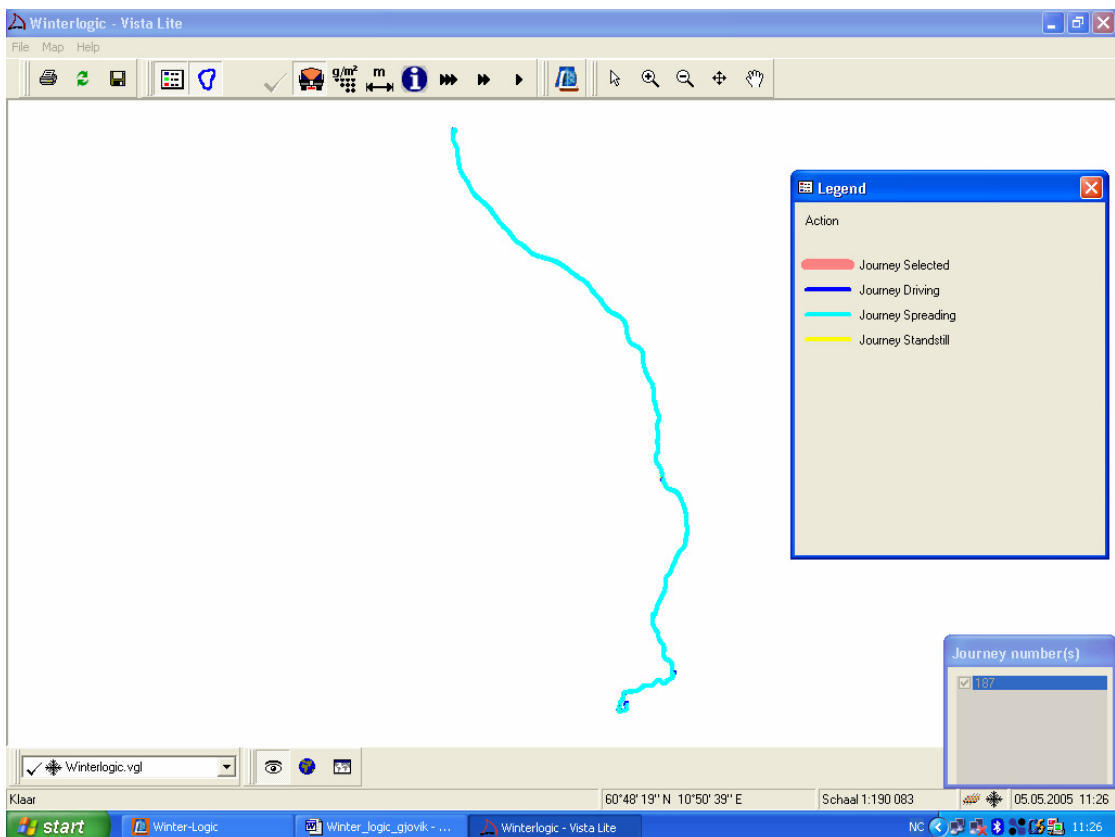
(tonn salt)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	1	12	5	7	1	1			27
Øvrig Rv	0	0	0	0	0	0			0
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	1	12	5	7	1	1	0	0	27
Fylkesveg	0	0	0	0	0	0			0

4.3.2 Registrert saltforbruk i henhold til systemet for automatisk dataoppsamling

WinterLogic er basert på overføring av data via GSM. Data som overføres til PC'en organiseres som turer. *Figur 4.24 - Figur 4.27* viser eksempler på skjermbilder fra oppslag av en enkelt tur.



Figur 4.24: Eksempel på summerte data for en tur registrert i WinterLogic



Figur 4.25: Eksempel på uttegning av kjørerute i WinterLogic

Journey overview

File Edit Diagram Help

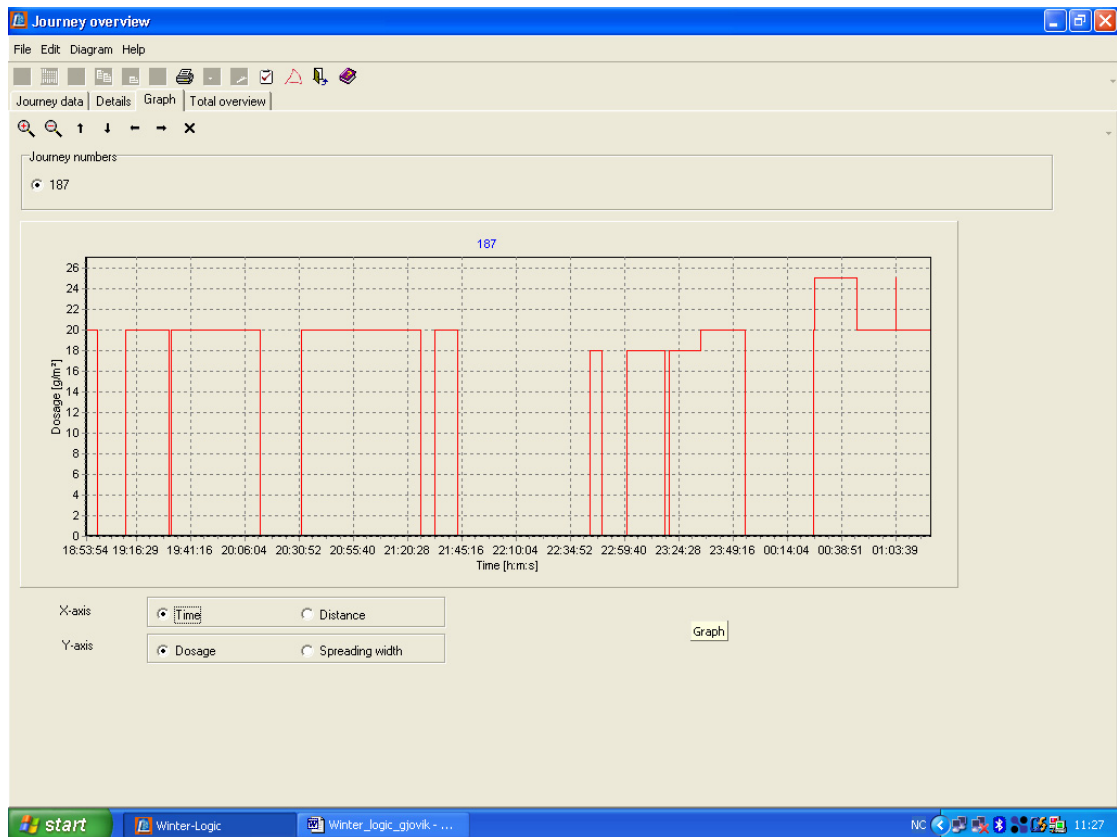
Journey data | Details | Graph | Total overview

Journey numbers

187

	Work code	GPS longitude	GPS latitude	Date/time [d.m.y h:m:s]	Duration [h:m:s]	Distance [km]	Partial distance [km]
	Begin action			4. mars 2005 18:53:54	0:00:00		
	Driving			4. mars 2005 18:53:54	0:00:11		0,06
	Spreading			4. mars 2005 18:54:05	0:00:00	0,064	0,09
	Spreading	10°39'27,5"	60°47'04,1"	4. mars 2005 18:54:05	0:00:14	0,161	0,08
	Spreading	10°39'28,1"	60°47'04,1"	4. mars 2005 18:54:19	0:00:11	0,243	0,73
	Spreading	10°39'31,2"	60°47'04,6"	4. mars 2005 18:54:30	0:01:13	0,979	0,02
	Spreading	10°40'18,7"	60°47'16,9"	4. mars 2005 18:55:43	0:00:03	1,007	0,10
	Spreading	10°40'20,9"	60°47'17,1"	4. mars 2005 18:55:46	0:00:20	1,112	0,20
	Spreading	10°40'29,1"	60°47'17,4"	4. mars 2005 18:55:57	0:00:46	1,319	0,45
	Spreading	10°40'42,7"	60°47'20,6"	4. mars 2005 18:56:17	0:01:55	1,776	0,93
	Spreading	10°41'09,5"	60°47'27,0"	4. mars 2005 18:57:03	0:00:46	2,708	0,08
	Driving	10°41'48,4"	60°47'43,9"	4. mars 2005 18:58:58	0:00:46	2,795	
	Standstill	10°41'51,6"	60°47'42,5"	4. mars 2005 18:59:44	0:10:41	2,795	0,07
	Driving	10°41'51,6"	60°47'42,5"	4. mars 2005 19:10:25	0:01:08	2,870	0,18
	Spreading	10°41'52,7"	60°47'44,7"	4. mars 2005 19:11:33	0:00:03	3,053	0,01
	Spreading	10°41'46,9"	60°47'48,6"	4. mars 2005 19:12:40	0:00:24	3,071	0,14
	Spreading	10°41'46,9"	60°47'49,2"	4. mars 2005 19:12:43	0:00:05	3,213	0,02
	Spreading	10°41'46,9"	60°47'54,4"	4. mars 2005 19:13:07	0:02:14	3,239	1,43
	Spreading	10°41'46,4"	60°47'55,3"	4. mars 2005 19:13:12	0:00:02	4,670	0,04
	Spreading	10°40'55,3"	60°48'36,8"	4. mars 2005 19:15:26	0:01:44	4,711	1,09
	Spreading	10°40'54,3"	60°48'37,4"	4. mars 2005 19:15:28	0:00:27	5,810	0,30
	Spreading	10°40'21,8"	60°49'14,4"	4. mars 2005 19:17:12	0:06:00	6,111	2,51
	Spreading	10°40'28,2"	60°49'24,6"	4. mars 2005 19:17:39	0:00:11	8,628	0,08
	Spreading	10°41'20,5"	60°50'52,6"	4. mars 2005 19:23:39	0:00:52	8,714	0,53
	Spreading	10°41'22,7"	60°50'55,7"	4. mars 2005 19:23:50	0:00:04	9,248	0,03
	Spreading	10°41'36,6"	60°51'14,3"	4. mars 2005 19:24:42	0:03:51	9,284	2,45
	Spreading	10°41'38,2"	60°51'15,4"	4. mars 2005 19:24:46	0:01:43	11,738	1,13
	Spreading	10°41'32,1"	60°52'40,7"	4. mars 2005 19:28:37	0:01:01	12,870	0,39
	Spreading	10°40'29,4"	60°53'05,9"	4. mars 2005 19:30:20	0:00:26	13,263	0,03
	Driving	10°40'11,9"	60°53'16,7"	4. mars 2005 19:31:21	0:00:11	13,294	
	Standstill	10°40'09,3"	60°53'17,3"	4. mars 2005 19:31:47	0:00:31	13,294	0,03
	Driving	10°40'09,3"	60°53'17,3"	4. mars 2005 19:31:58	0:07:35	13,324	4,36
	Spreading	10°39'19,7"	60°55'45,1"	4. mars 2005 19:40:04	0:00:37	17,692	0,09
	Spreading	10°39'19,5"	60°55'45,0"	4. mars 2005 19:40:41	0:04:33	17,789	2,80
	Spreading	10°37'41,7"	60°57'09,6"	4. mars 2005 19:45:14	0:00:04	20,589	0,04
	Spreading	10°37'39,2"	60°57'10,8"	4. mars 2005 19:45:18	0:00:09	20,631	0,10

Figur 4.26: Eksempel på detaljinformasjon i WinterLogic



Figur 4.27: Eksempel på graf i WinterLogic som viser dosering

Det lagres en kode som karakteriserer forløpet (tilstander) av en tur på følgende måte:

- Start tiltak
- Stillstand
- Kjøring
- Strøing
- Slutt tiltak

En tur i WinterLogic registeret vil ikke være synonym med et tiltak dersom sjåføren ikke aktivt slår av apparatet etter endt tiltak.

Alle data på det formatet som framgår av *Figur 4.26* lagres i en database. Sentrale data er:

- Dato og tidspunkt
- Varighet av ulike tilstander
- Strødd areal
- Strøbredde
- Dosering
- Mengde tørrstoff
- Mengde løsning (befuktingsvæske)

Tabell 4.8 viser summert saltforbruk i de 2 kontraktssområdene hentet fra henholdsvis WinterLogic og entreprenørens egne tall. For Gjøvik/Toten gjelder tallene summert for begge bilene.

Tabell 4.8: *Summert saltforbruk i tonn i de 2 kontraktssområdene basert på WinterLogic og oppgaver fra entreprenøren*

Kontraktssområde	WinterLogic		Entreprenørens tall	
	Tørt salt	Løsning	Tørt salt	Løsning
Gjøvik/Toten	1013	133	1338	120
Hamar	830	56	964	27

WinterLogic ble satt i drift 3. november. Sammenholdt med oppgavene fra entreprenøren, ser det ut til å være en underrapportering i WinterLogic. Dette har sammenheng med at det ikke ble rapportert riktige mengder tidlig i sesongen, og det ble foretatt en justering i januar. Selv om mengdene ikke stemmer, er øvrige opplysninger som tidspunktene for tiltak riktige.

Tidspunktene for tiltak kan bli brukt for å sette opp en oversikt over hvilke dager det ble foretatt salting, se *Tabell 4.9*. I *Tabell 4.9* angir røde tall tiltak bare på prøvestrekningen, blå tall angir tiltak bare på referansestrekningen og svarte tall at det er utført tiltak på begge vegstrekningene.

Totalt ble det registrert salttiltak i 131 dager i de to kontraktssområdene på vegnettet som inngår i undersøkelsen. I 103 av dagene ble det utført tiltak både på prøvestrekningen og referansestrekningen, i 13 av dagene ble det registrert tiltak bare på prøvestrekningen og i 15 av dagene bare på referansestrekningen. Hvor mye av ulikhetene i tiltakstidspunkt som gjenspeiler klimatiske forskjeller, og hva som skyldes eventuelle ulikheter i driftspraksis har en ikke gått nærmere inn på.

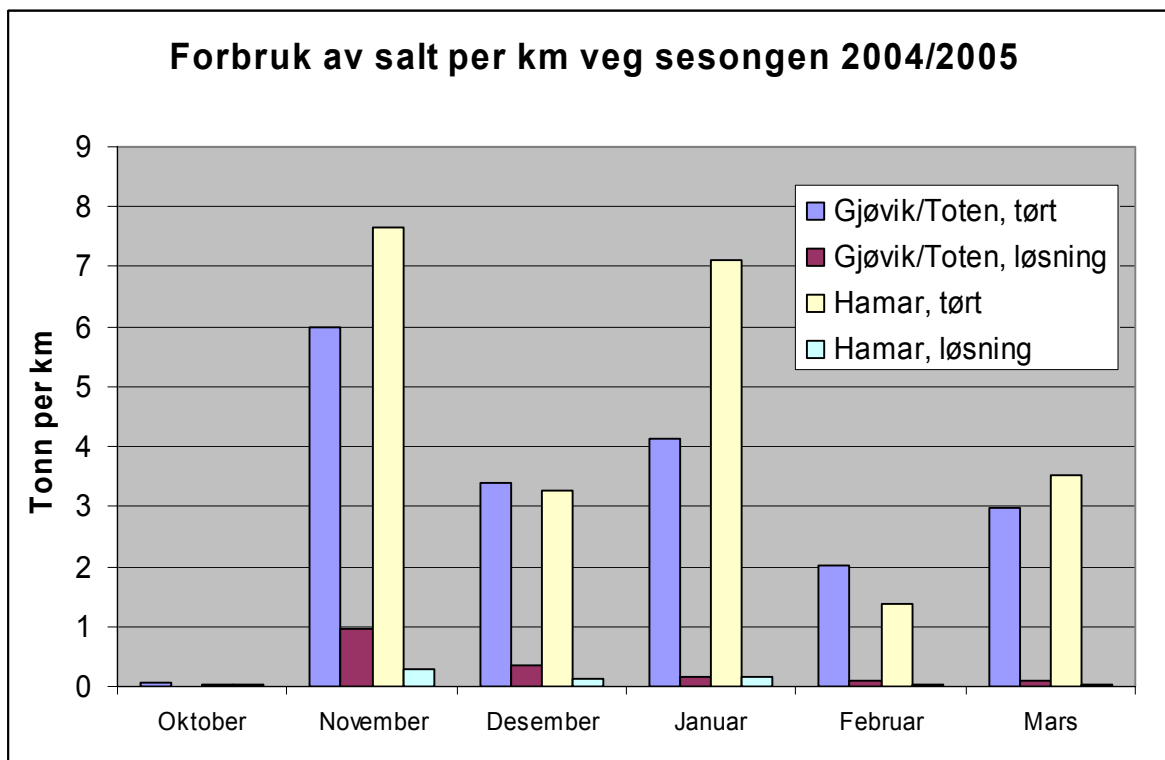
Tabell 4.9: Dager med utførte salttiltak sesongen 2004/2005. Røde tall angir tiltak bare på prøvestrekningen, blå tall angir tiltak bare på referansestrekningen og svarte tall at det er utført tiltak på begge vegstrekningene

Dag	Nov			Desember			Januar			Februar			Mars		
	Gjøvik, bil 1	Gjøvik, bil 2	Hamar	Gjøvik, bil 1	Gjøvik, bil 2	Hamar	Gjøvik, bil 1	Gjøvik, bil 2	Hamar	Gjøvik, bil 1	Gjøvik, bil 2	Hamar	Gjøvik, bil 1	Gjøvik, bil 2	Hamar
1				1			1	1	1				1	1	1
2				2			2	2	2						
3		3	3	3	3	3	3	3	3	3		3			
4		4					4	4	4	4	4	4	4	4	4
5		5		5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6				6		6	6	6	6						
7		7	7	7		7		7			7		7	7	
8		8	8				8	8	8						8
9							9	9	9	9	9	9			9
10	10	10		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		10
11				11				11	11	11	11	11	11	11	11
12				12		12		12	12		12		12	12	12
13				13	13	13						13	13	13	13
14				14	14			14					14	14	14
15		15	15	15	15	15	15	15	15						15
16				16	17	16	16	16	16				16	16	16
17	17	17	17	17		17		17					17	17	17
18	18	18	18				18	18	18	18	18	18			
19			19				19	19	19	19	19	19			
20			20			20	20	20	20	20	20	20			
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21		21	21			
22	22		22	22	22	22			22			22			22
23	23	22	23	23	23	23					23	23			
24	24	24	24	24	24			24	24						
25	25	25	25	25		25									
26	26	26	26	26	26				26						
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27			27			
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28		28	28			
29			29	29	29	29	29		29						
30				30	30	30									
31				31	31										

4.3.3 Saltforbruk per km veg

Siden de summerte mengdene fra WinterLogic ikke er korrekte, er mengdeangivelsene fra entreprenøren lagt til grunn for beregningene av saltforbruket sett i forhold til behandlet vegnett.

Figur 4.28 viser registrert saltforbruk sesongen 2004/2005 per km veg per måned. Totalt ble det brukt 18,9 tonn salt per km veg på prøvestrekningen og 23,0 tonn salt per km veg på referansestrekningen. Referansestrekningen på E6 består av Hp 3, 4 og 5. Prøvestrekningen med MgCl₂-løsning består av Hp 6, 7, 8, 9 og 10 på Rv 4 og Hp 1, 2 og 3 på E6 i Oppland. Hvis en legger en meter til kjørebanebredden og multipliserer med veglengdene for breddehomogene strekninger, blir strødd areal på prøvestrekningen 543.723 m² og på prøvestrekningen 360.570 m².



Figur 4.28: Registrert saltforbruk sesongen 2004/2005 per km veg fordelt per måned. Oppgaver fra entreprenøren

I Tabell 4.10 er saltforbruket relatert både til veglengde og vegareal. Pga innslag av parseller med 3 kjørefelt blir forskjellen regnet ut fra vegareal vesentlig mindre enn når en regner i forhold til veglengder.

Tabell 4.10: Saltforbruk i forhold til veglengde og vegareal sesongen 2004/2005

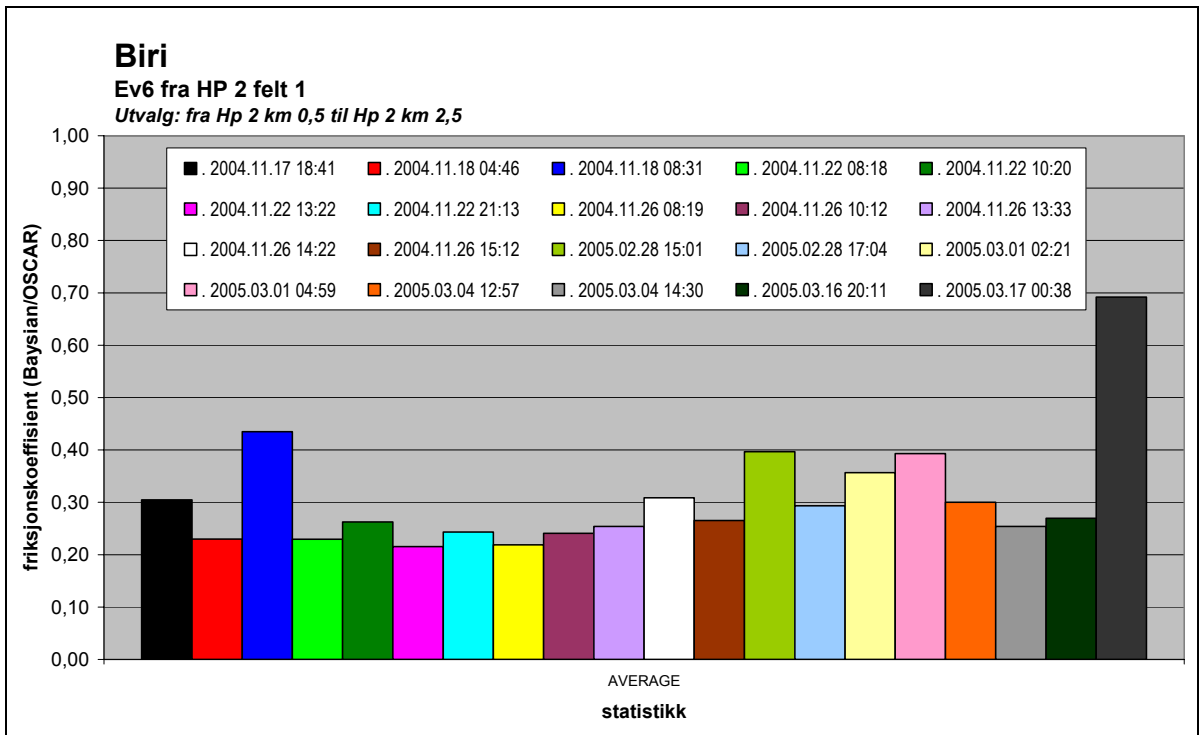
	Lengde	Vegareal	Total saltmengde	Tonn salt per km veg	Kg salt per m ²
Rv 4 /E6 Oppland	72 km	543 723 m ²	1361,37 tonn	18,9	2,50
E6 Hedmark	42 km	360 570 m ²	967,98 tonn	23,0	2,68

Når saltforbruket relateres til vegarealet var det totale saltforbruket 2,50 kg per m² på prøvestrekningen og 2,68 kg per m² på referansestrekningen. Dvs at i forhold til vegarealet regnet ut fra dekkebredden var saltforbruket 7 prosent lavere på prøvestrekningen med MgCl₂-løsning enn på referansestrekningen. Hva forskjeller i nedbørs- og temperaturforhold betyr har en ikke gått detaljert inn på, men som nevnt i avsnitt 4.2 er det ut fra de klimatiske forhold grunn til å forvente et noe høyere saltforbruk på prøvestrekningen enn på referansestrekningen.

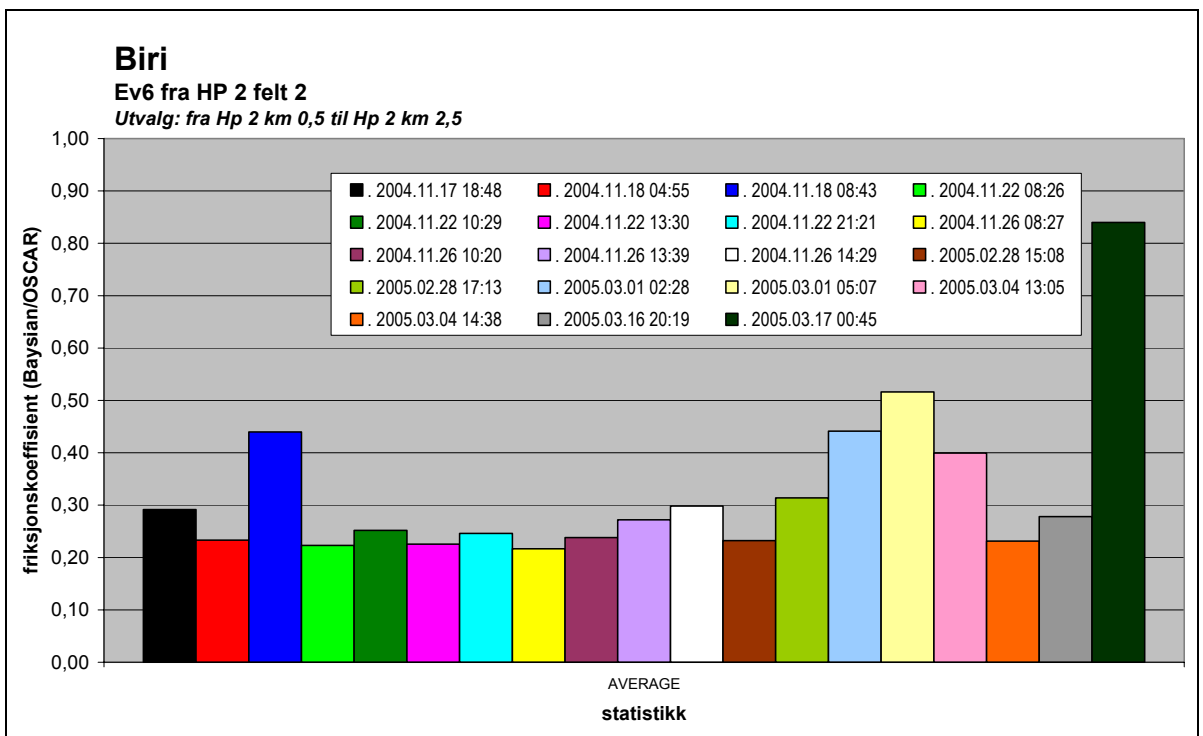
4.4 Friksjonsmålinger

I Figur 4.29 - Figur 4.36 er gjengitt resultater fra friksjonsmålinger som ble foretatt sesongen 2004/2005 i form av gjennomsnittsverdier fra de dagene/periodene det ble gjort målinger. Det er gjengitt måleresultater for punktene Biri, Kolberg, Fangberget og

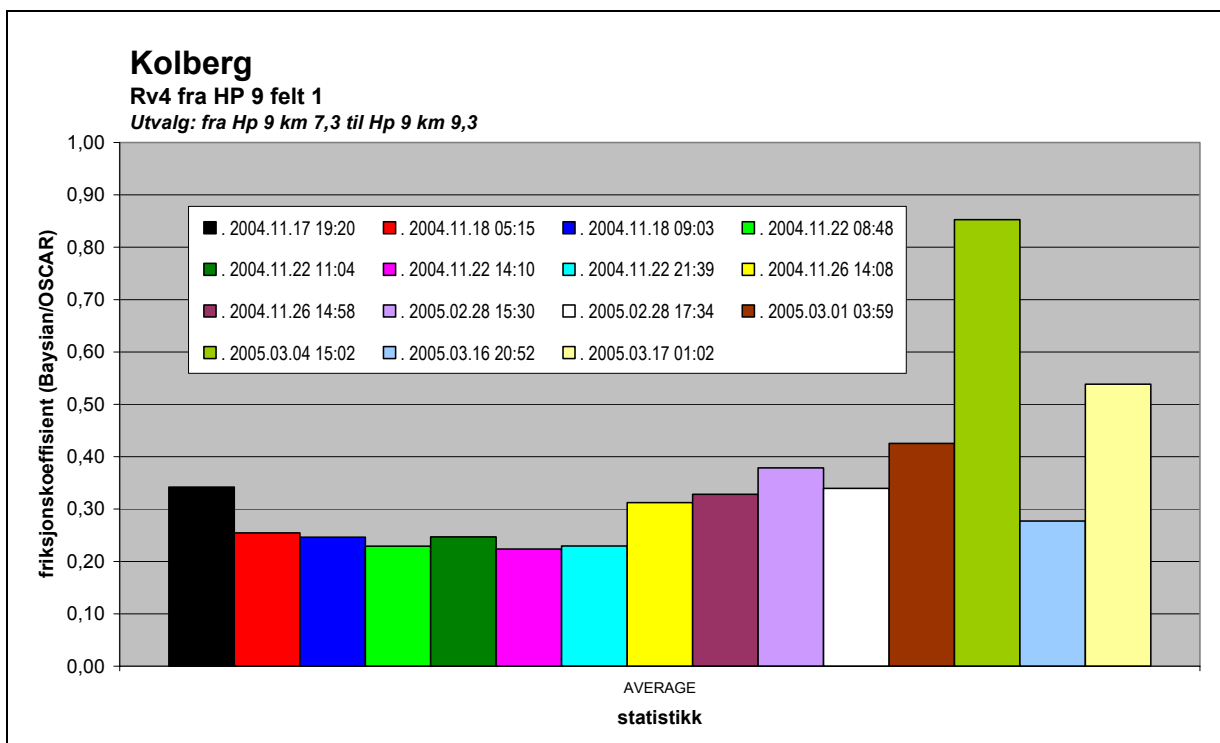
Rudshøgda for hver kjøreretning. På alle dager med friksjonsmålinger er det registrert tiltak både på prøvestrekningen og referansestrekningen.



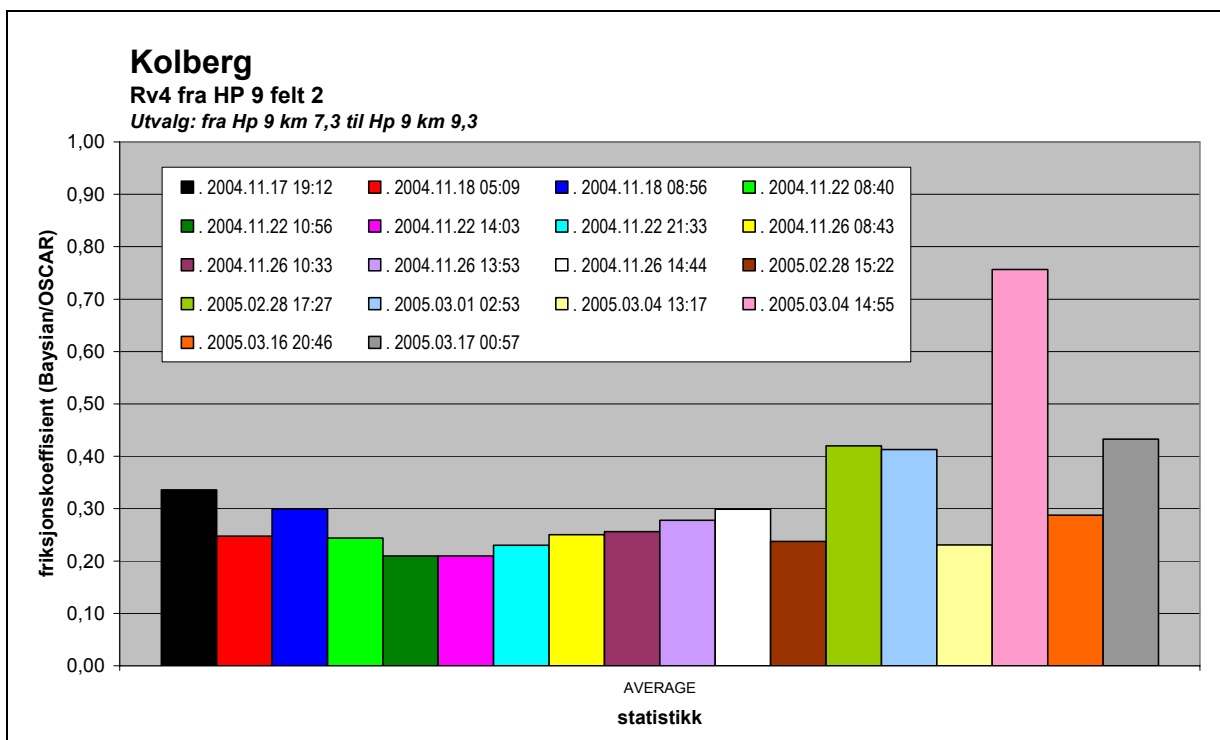
Figur 4.29: Friksjonsmålinger sesongen 2004/2005, Biri, felt 1. Prøvestrekning med MgCl₂-løsning



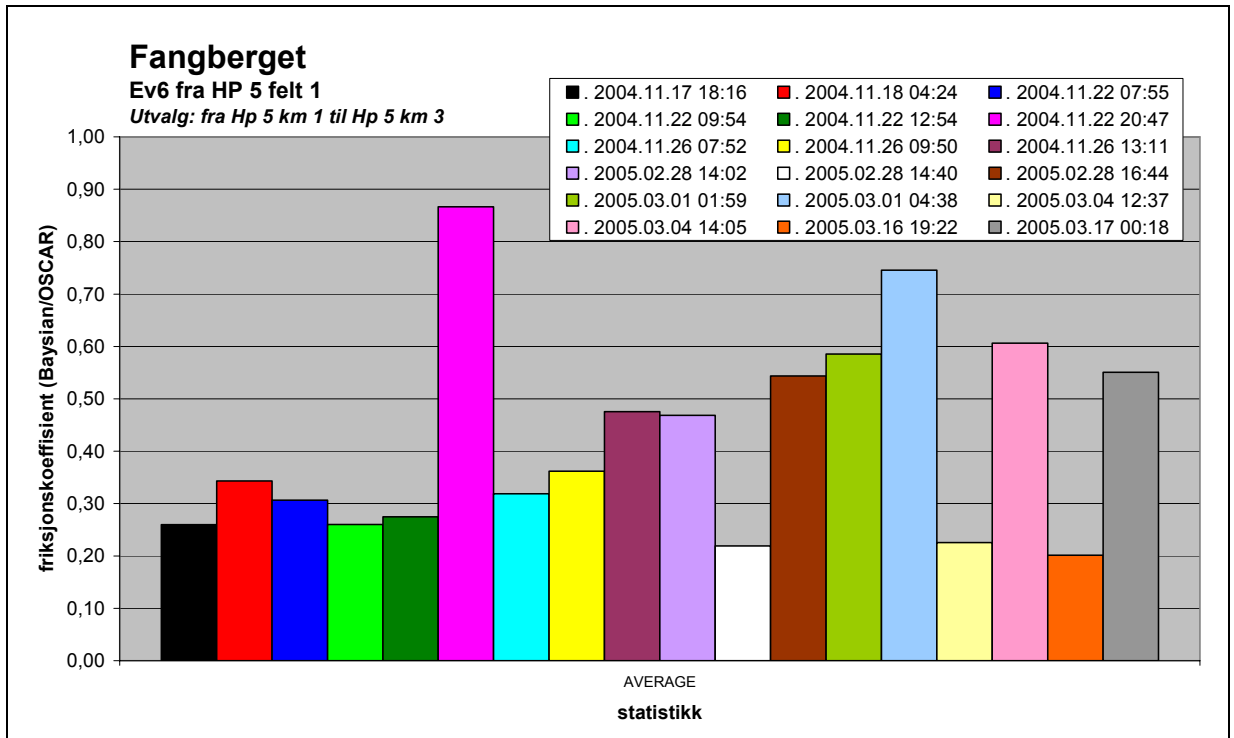
Figur 4.30: Friksjonsmålinger sesongen 2004/2005, Biri, felt 2. Prøvestrekning med MgCl₂-løsning



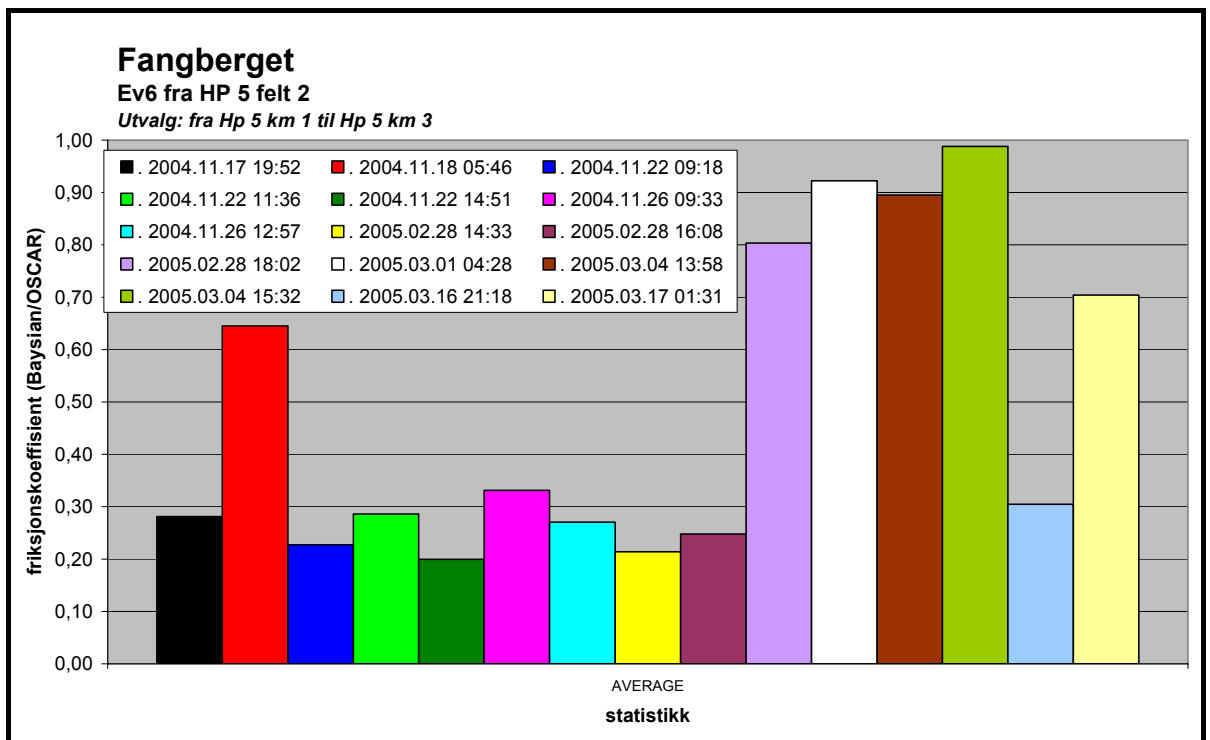
Figur 4.31: Friksjonsmålinger sesongen 2004/2005, Kolberg, felt 1. Prøvestrekning med MgCl₂-løsning



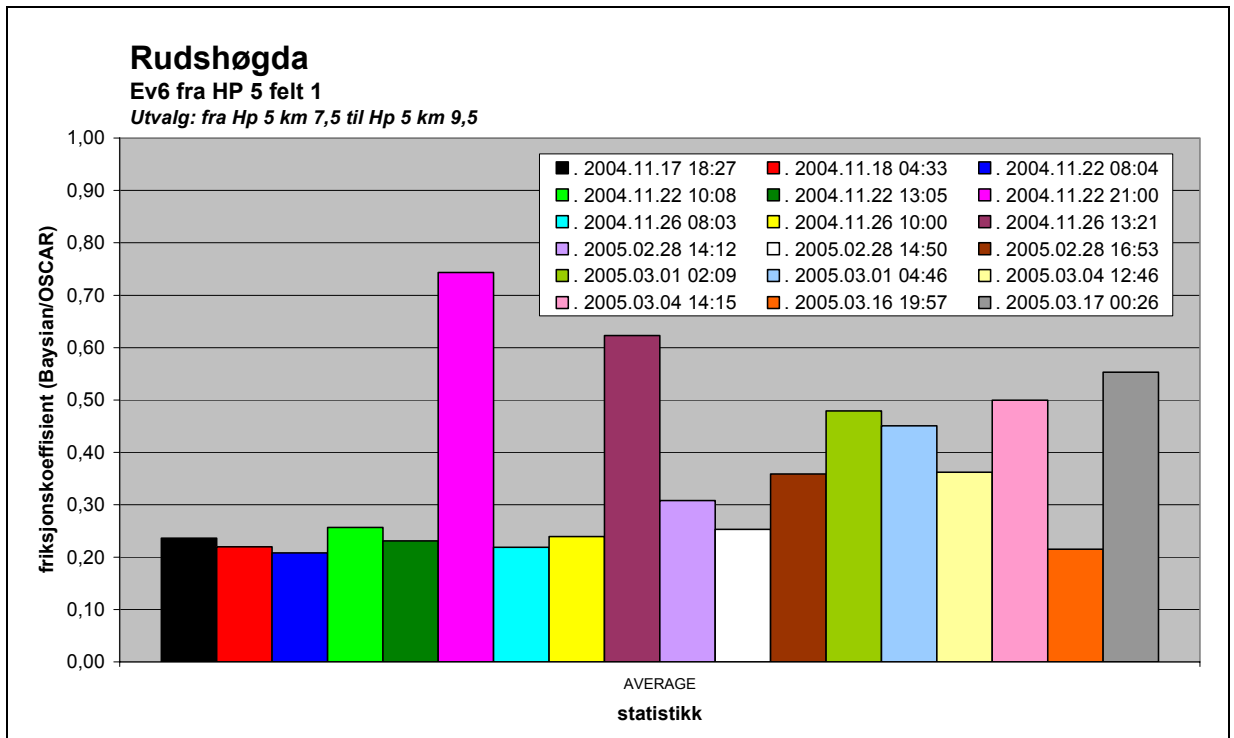
Figur 4.32: Friksjonsmålinger sesongen 2004/2005, Kolberg, felt 2. Prøvestrekning med MgCl₂-løsning



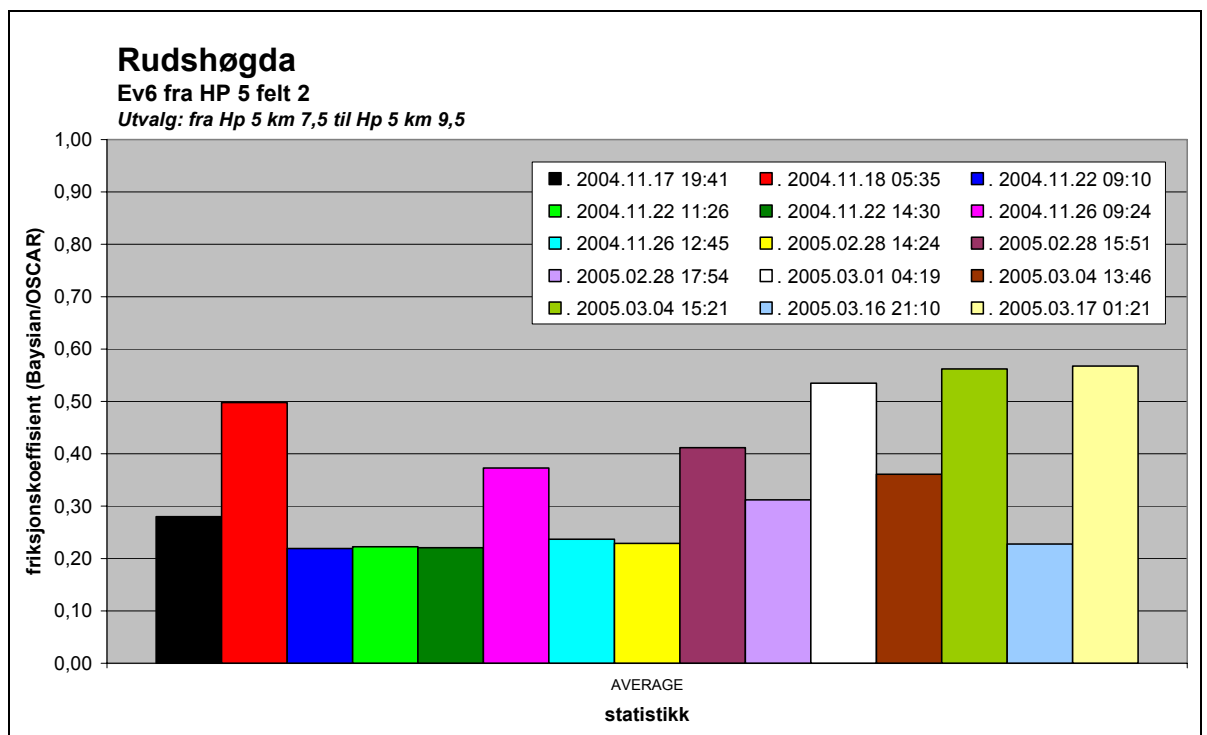
Figur 4.33: Friksjonsmålinger sesongen 2004/2005, Fangberget, felt 1. Referansestrekning



Figur 4.34: Friksjonsmålinger sesongen 2004/2005, Fangberget, felt 2. Referansestrekning



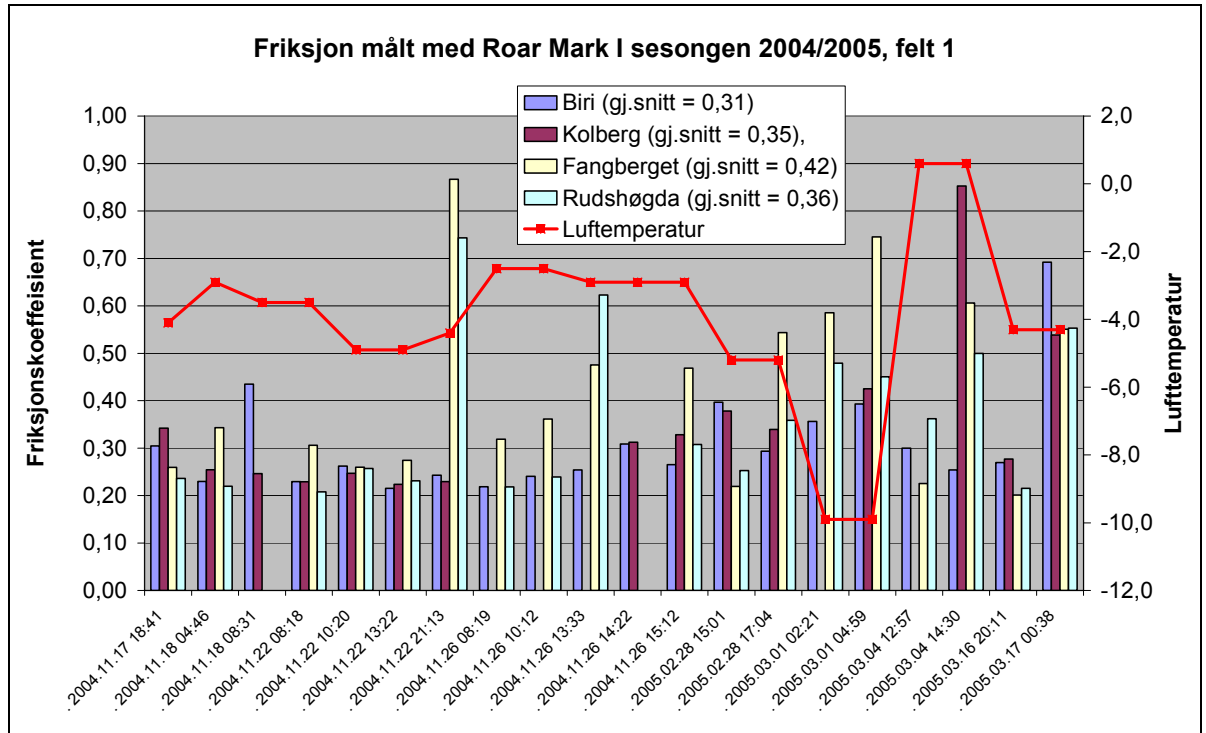
Figur 4.35: Friksjonsmålinger sesongen 2003/2004, Rudshøgda, felt 1. Referansestrekning



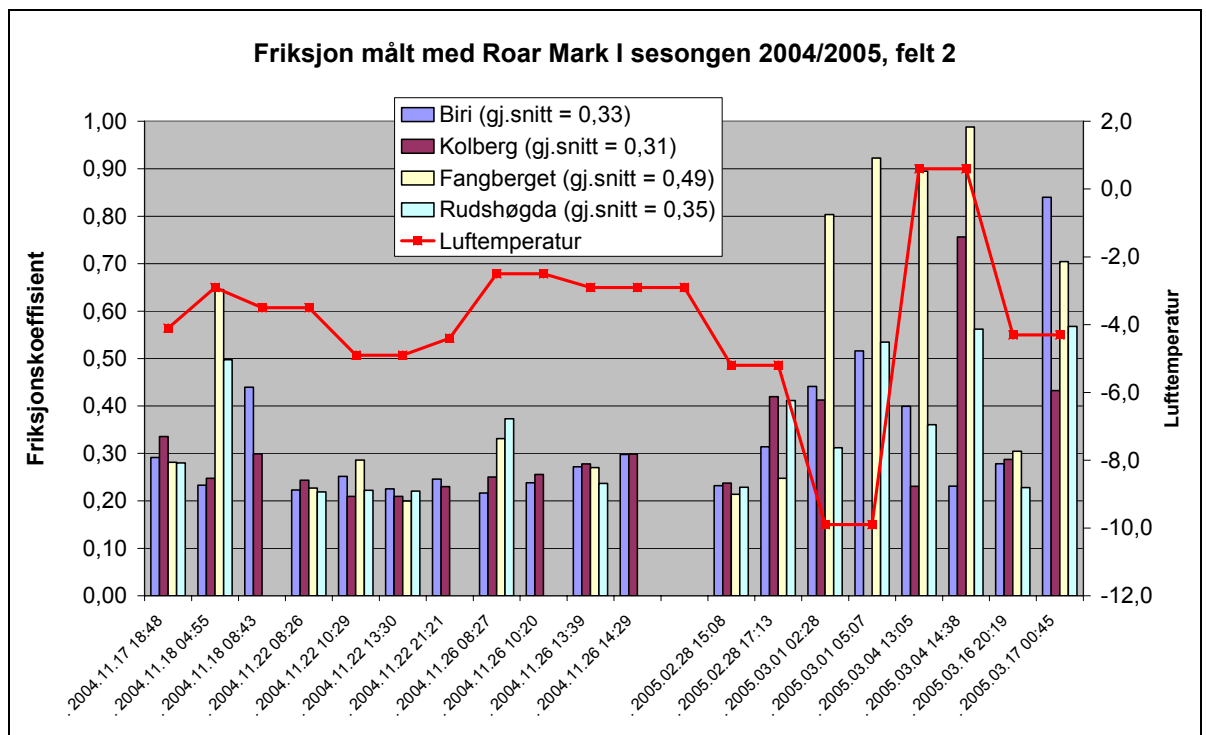
Figur 4.36: Friksjonsmålinger sesongen 2003/2004, Rudshøgda, felt 2. Referansestrekning

Det generelle inntrykket ut fra de presenterte gjennomsnittsverdiene for friksjon er at det ble målt noe lavere friksjon på prøvestrekningen enn på referansestrekningen, og med størst forskjell mellom punktene Biri og Fangberget. I Figur 4.37 og Figur 4.38 er de ulike måleseriene innenfor samme tidspunkt sammenstilt, og det er også beregnet en

gjennomsnittsverdi for alle målingene på hvert sted. Det er viktig å presisere at friksjonsmålingene som er foretatt må betraktes som en form for stikkprøver, og målingene gir dermed ikke et representativt bilde av hvordan forholdene har vært gjennom hele sesongen.



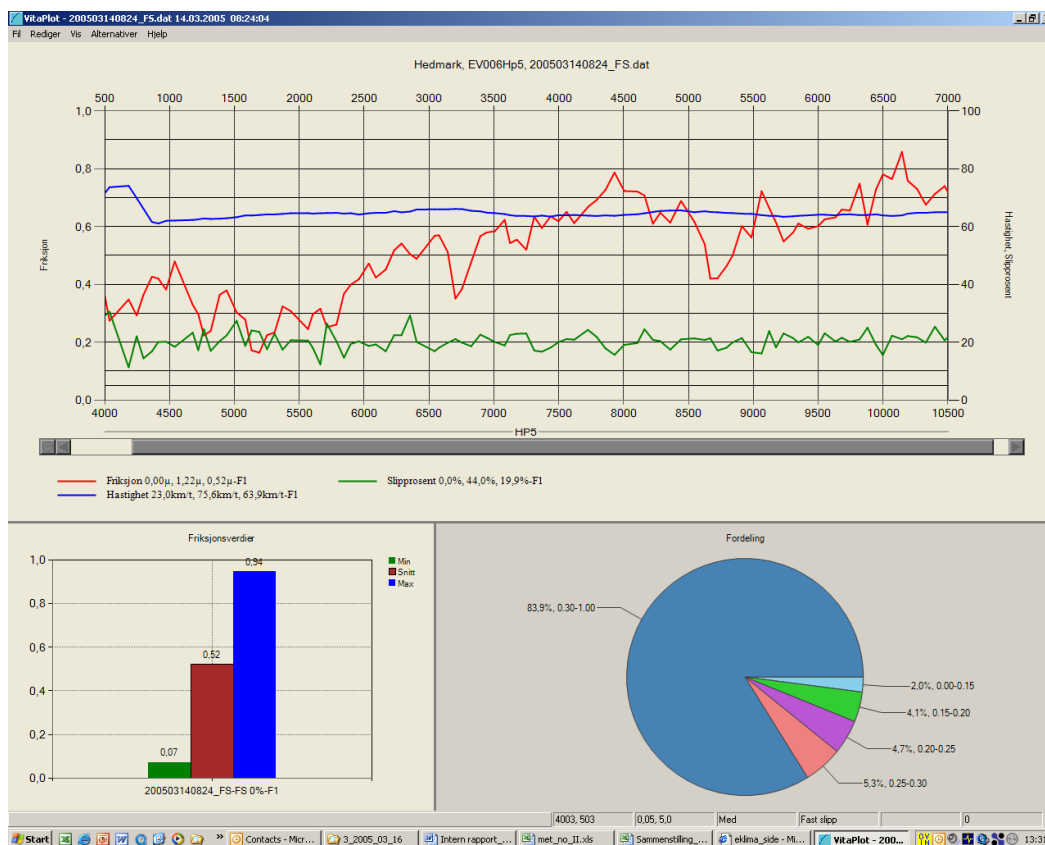
Figur 4.37: Friksjon målt med Roar Mark I sesongen 2004/2005, felt 1



Figur 4.38: Friksjon målt med Roar Mark I sesongen 2004/2005, felt 2

Den beregnede gjennomsnittsverdien bekrefter at det var en forskjell mellom stedene det ble målt friksjon på sesongen 2004/2005. Det er Fangberget som skiller seg ut med den høyeste gjennomsnittlige friksjonen, men det er foreløpig for lite grunnlag til å konkludere når det gjelder effektene befuktning med $MgCl_2$ løsning har på friksjonsutviklingen.

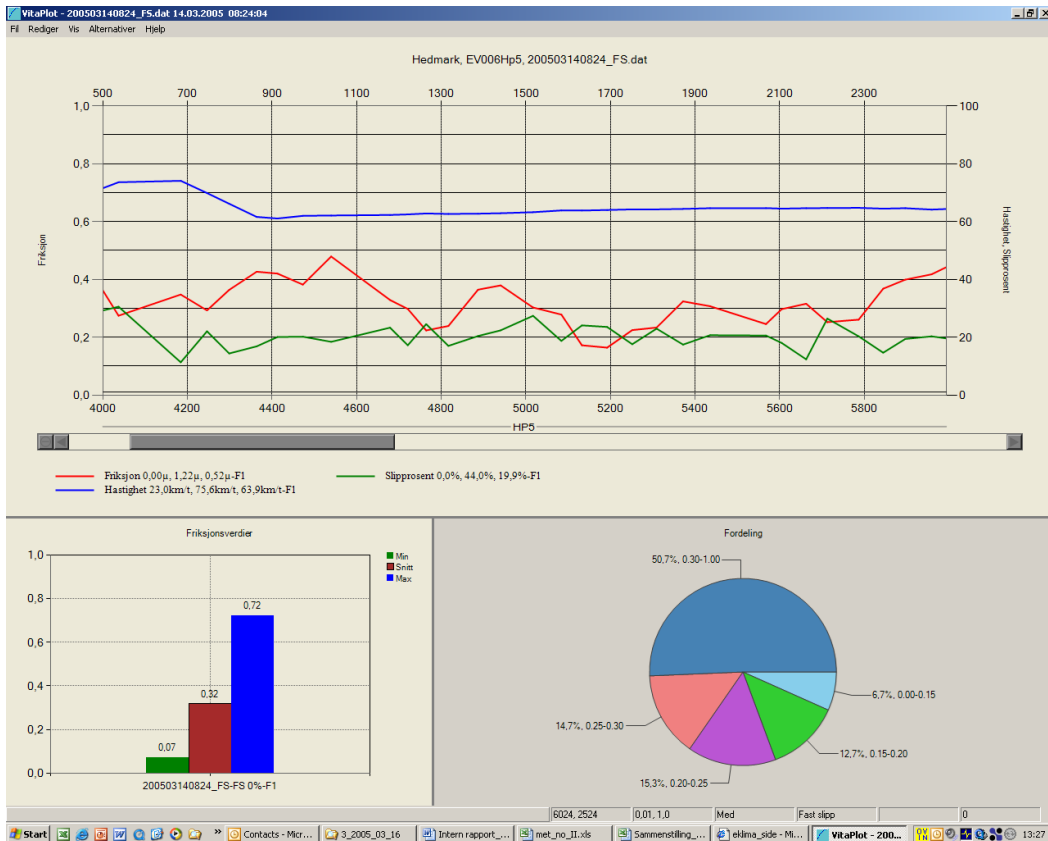
Et spørsmål som reiser seg er hvor representative de valgte målestedene for friksjon er for forholdene langs lengre deler av strekningene. Dette har en ikke tilstrekkelig med data for å kontrollere ut fra de registreringene som er gjort, men det foreligger en måling på referansestrekningen på E6 i Hedmark som indikerer at det kan være variasjoner som ikke fanges opp ved å måle på 2 km lange strekninger. Den aktuelle målingen ble foretatt 14. mars, og resultatene er gjengitt i *Figur 4.39 - Figur 4.41*.



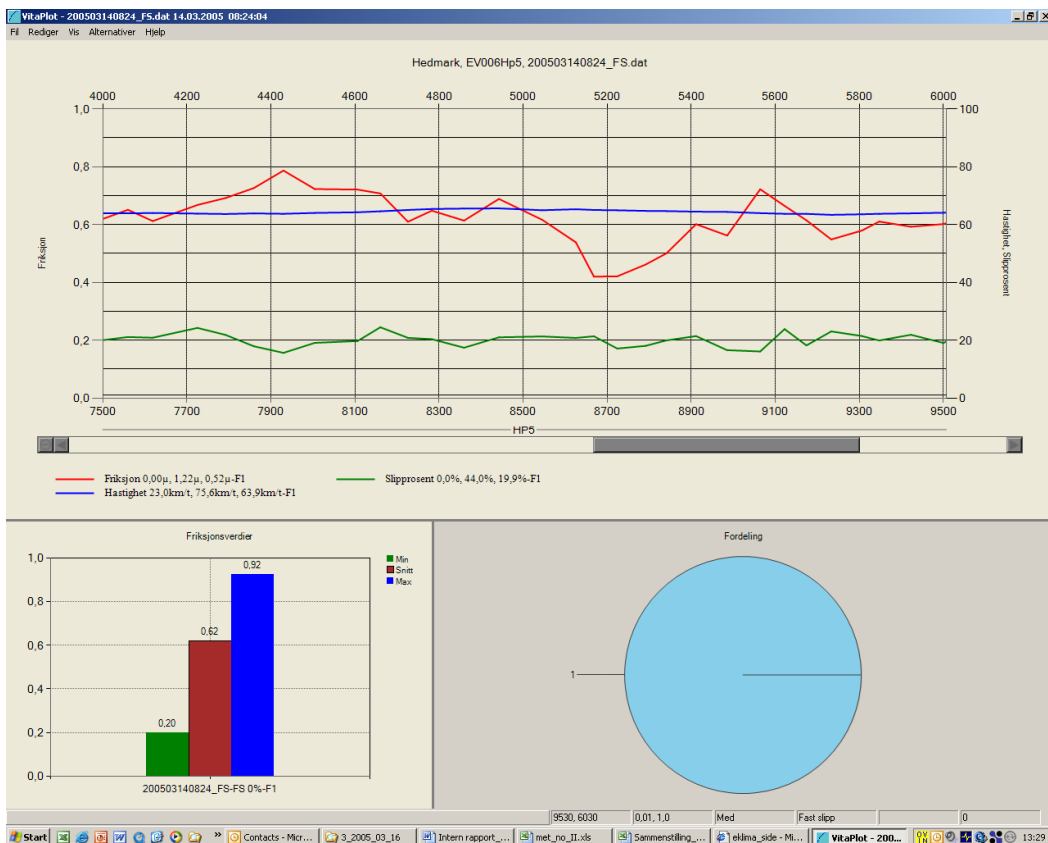
Figur 4.39: Friksjonsmåling med FION, 14. mars 2005, E6 Hedmark, hp 05 km 4,0-10,5

Som en ser av *Figur 4.39* er det betydelig variasjon i friksjonen over strekningen på totalt 6,5 km. Hvis en isolerer delstrekningene km 4,0-6,0 og km 7,7-9,5, blir resultatet som vist i henholdsvis *Figur 4.40* og *Figur 4.41*. Gjennomsnittlig friksjon er 0,32 på den første delstrekningen og 0,62 på den andre delstrekningen som også er identisk med målestrekningen ”Rudshøgda”.

Resultatene fra målingene 14. mars viser at det kan være behov for å måle friksjon over lengre strekninger i en del tilfeller eventuelt supplere med flere delstrekninger.



Figur 4.40: Friksjonsmåling med FION, 14. mars 2005, E6 Hedmark, hp 05 km 4,0-6,0



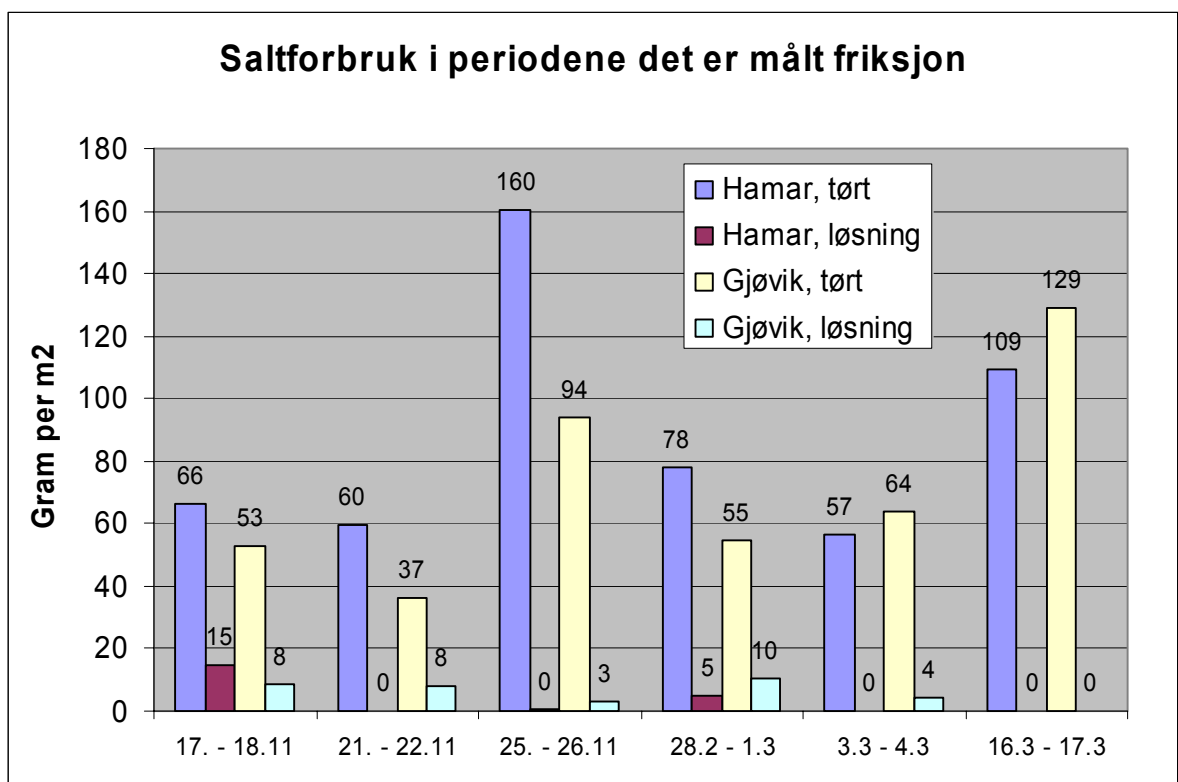
Figur 4.41: Friksjonsmåling med FION, 14. mars 2005, E6 Hedmark, hp 05 km 7,5-9,5

4.5 Sammenhenger mellom klimatiske forhold, tiltak og målt friksjon

Friksjonsmålingene er sett i sammenheng med klimadata og tiltaksregistreringene for å se nærmere på mulige sammenhenger mellom de resultatene som er oppnådd når det gjelder friksjon og de tiltakene som er utført. I denne analysen er det valgt å konsentrere seg om de periodene det er utført friksjonsmålinger, og det er foreløpig ikke sett på andre situasjoner hvor det er utført tiltak. Det er sett på følgende perioder:

- 17. – 18. november
- 21. – 22. november
- 25. – 26. november
- 28. februar – 1. mars
- 3. – 4. mars
- 16. – 17. mars

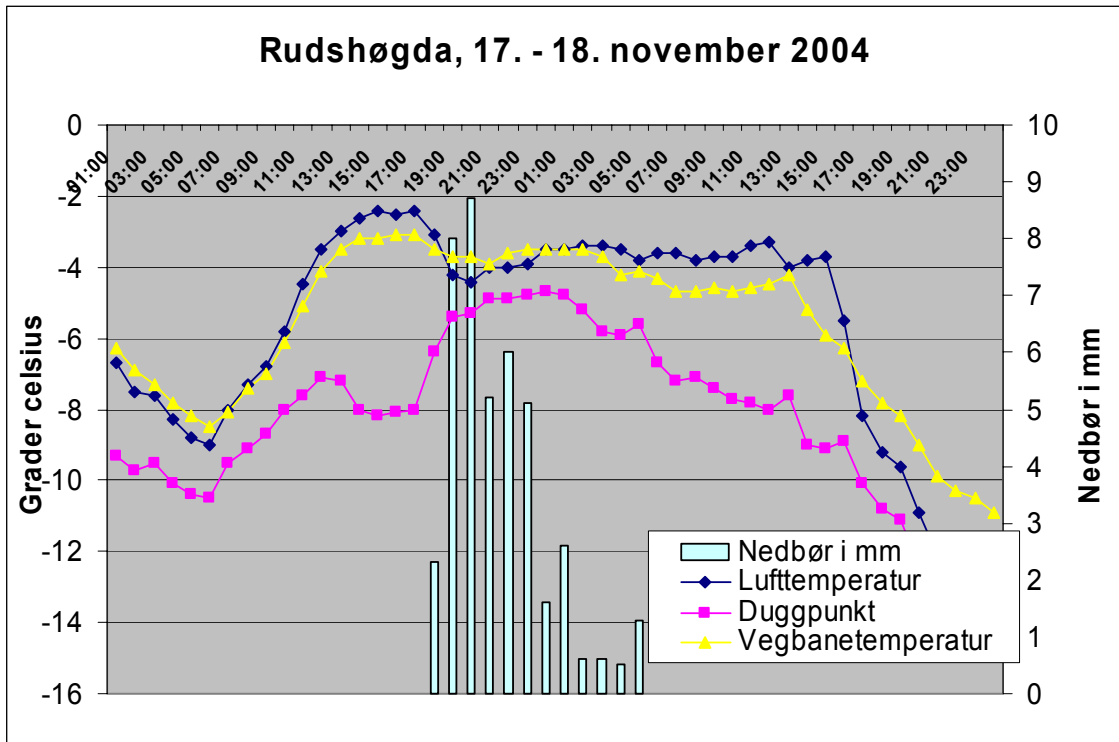
Figur 4.42 viser registrert saltforbruk i gram/m² basert på data fra WinterLogic i de samme periodene.



Figur 4.42: Saltforbruk i gram per m² i perioder det er målt friksjon

Med unntak av de to siste tilfellene, var saltforbruket høyest på referansestrekningen. En kan også legge merke til at det ble benyttet mer befukning på prøvestrekningen enn på referansestrekningen.

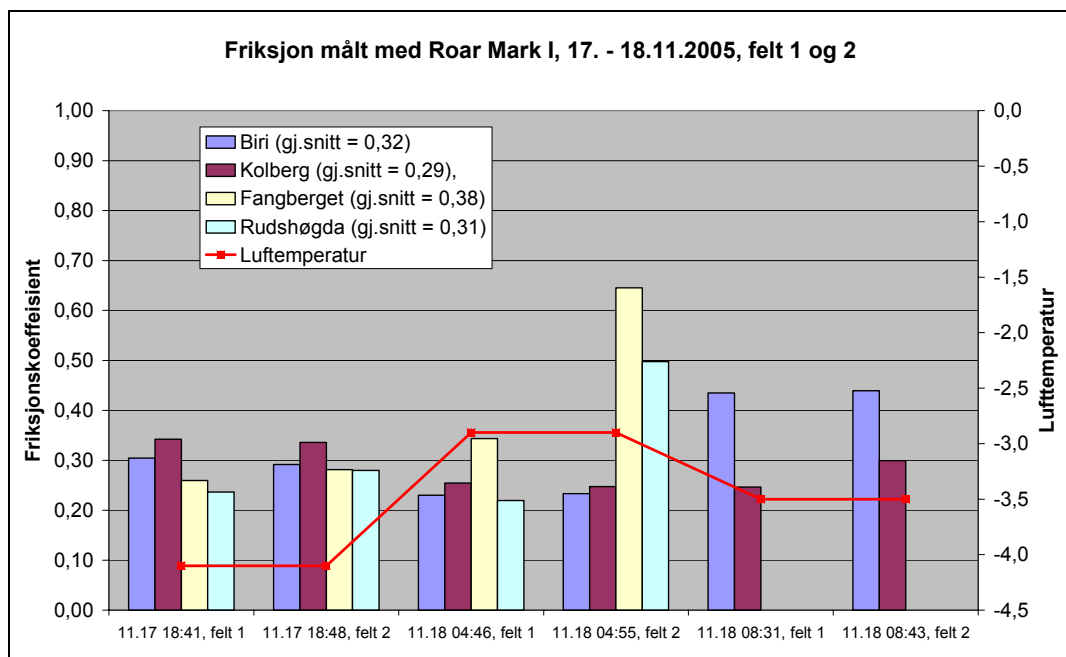
På de påfølgende sidene er det tatt ut data fra klimastasjonen på Rudshøgda sammenstilt med friksjonsmålingene i de utvalgte periodene. Det er også satt opp oversikter over start – og sluttidspunkt for salttiltak i de samme periodene.



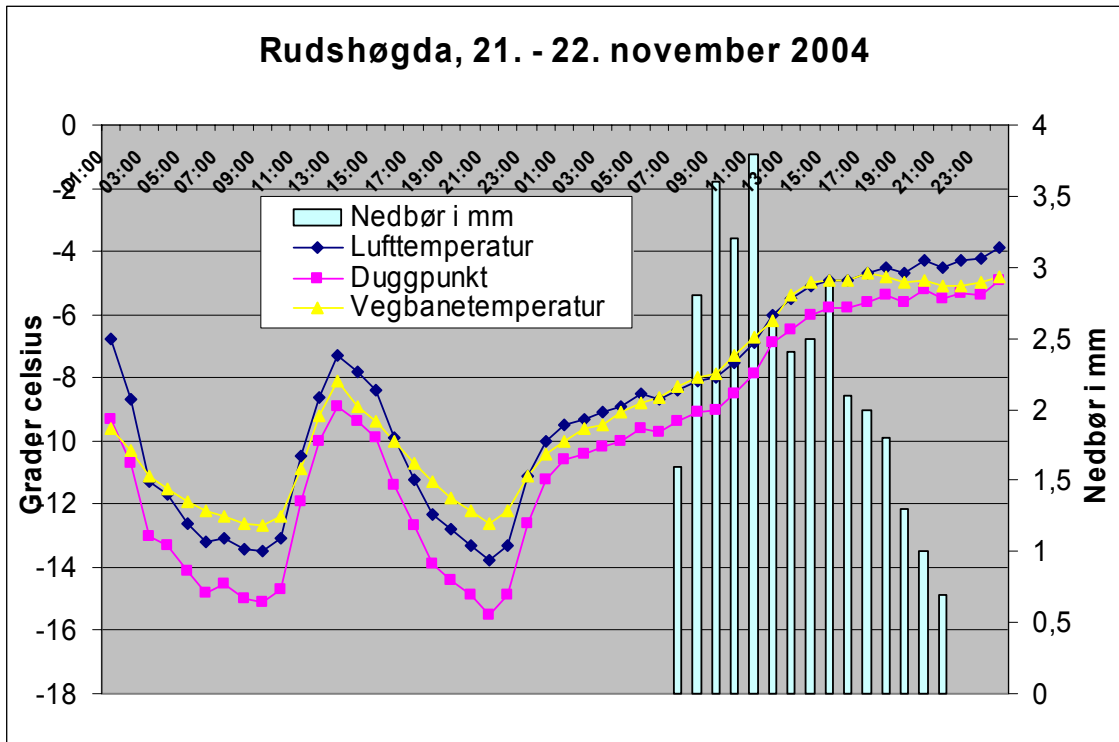
Figur 4.43: Klimadata fra Rudshøgda 17. – 18. november 2004

	17. - 18.11	
	Start	Slutt
Gjøvik, bil 1	17., 17:03	18., 23:22
Gjøvik, bil 2	17., 16:57	18., 21:07

	17. - 18.11	
	Start	Slutt
Hamar	17., 18:27	18., 23:55



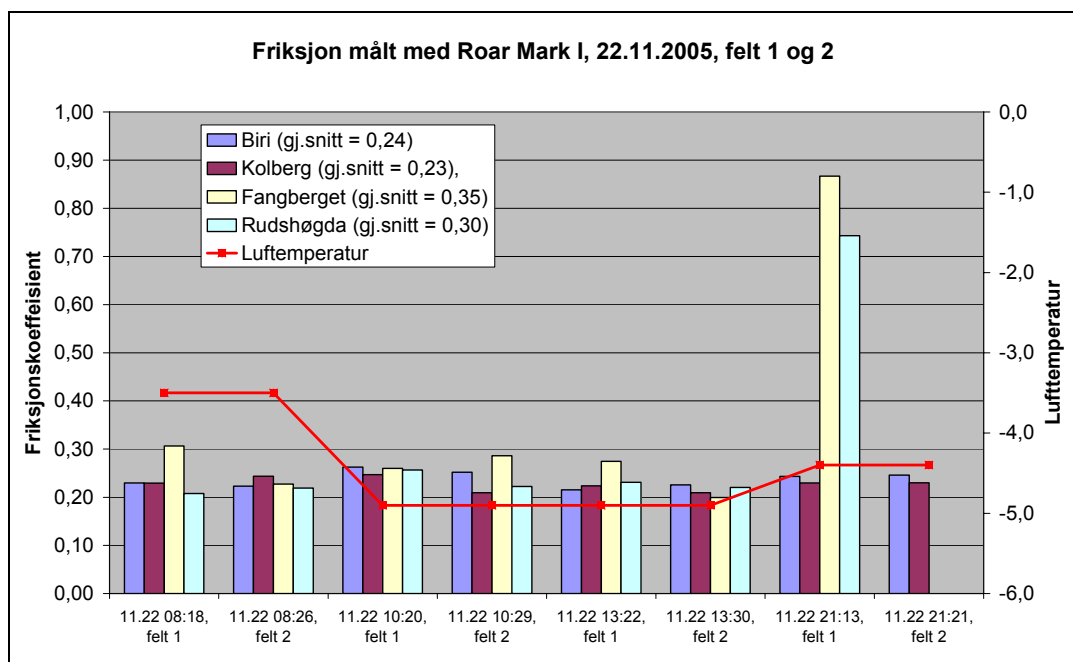
Figur 4.44: Friksjonsmålinger med Roar Mark I, 17. – 18. november 2004



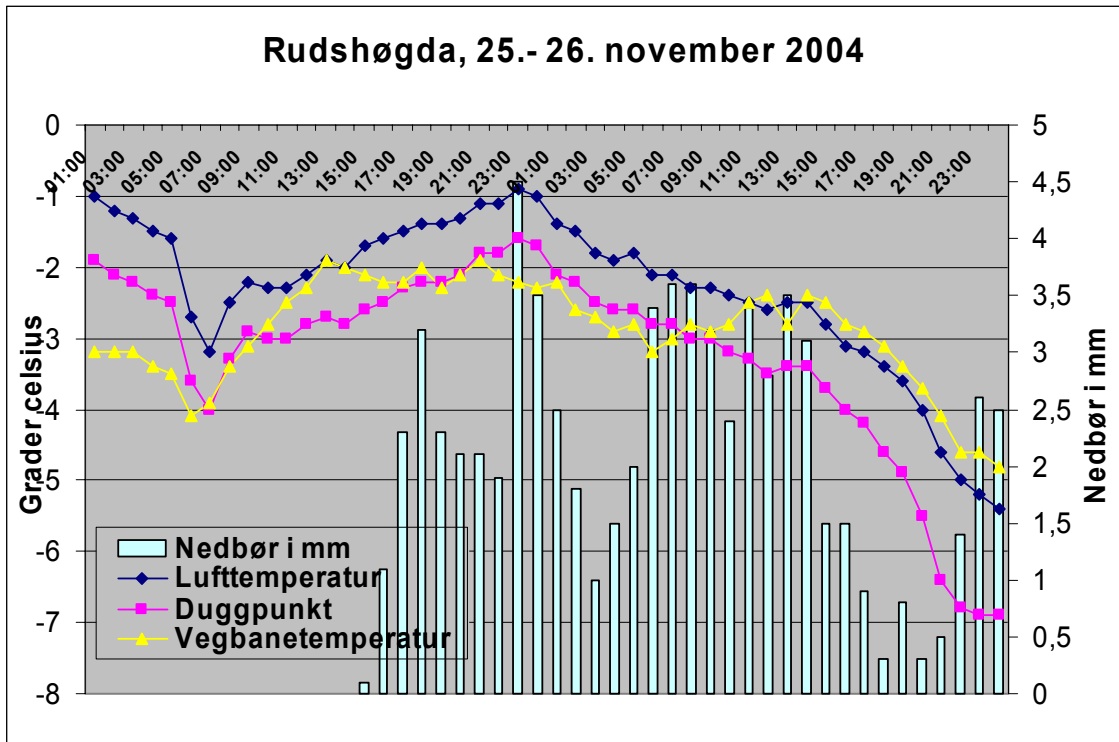
Figur 4.45: Klimadata fra Rudshøgda 21. – 22. november 2004

	21. - 22.11	
	Start	Slutt
Gjøvik, bil 1	21., 12:35	22., 23:58
Gjøvik, bil 2	21., 13:10	22., 23:33

	21. - 22.11	
	Start	Slutt
Hamar	21., 01:37	22., 23:53



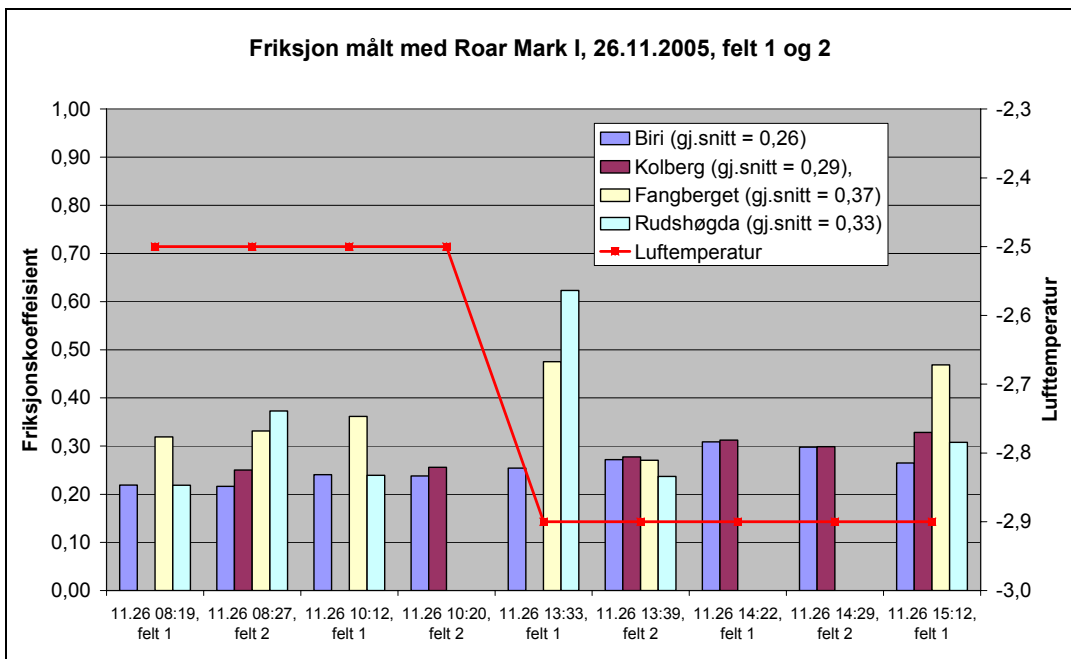
Figur 4.46: Friksjonsmålinger med Roar Mark I, 22. november 2004



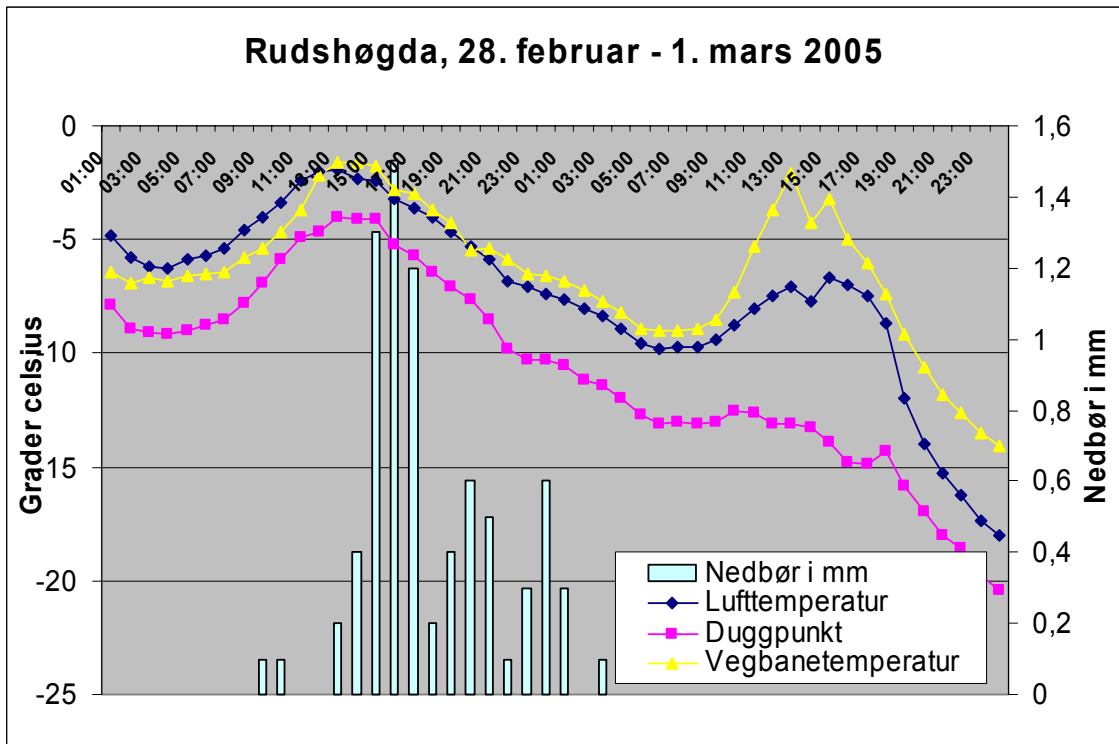
Figur 4.47: Klimadata fra Rudshøgda 25. – 26. november 2004

	25. – 26.11	
	Start	Slutt
Gjøvik, bil 1	25., 04:02	26., 15:46
Gjøvik, bil 2	25., 15:45	26., 23:11

	25. – 26.11	
	Start	Slutt
Hamar	25., 15.40	26., 23:54



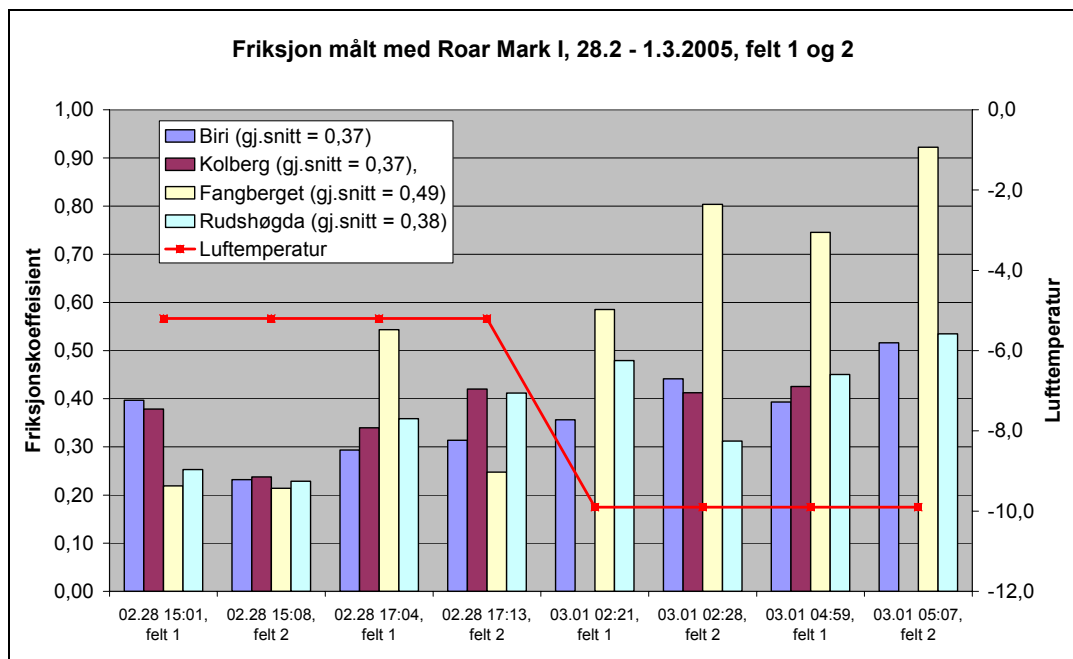
Figur 4.48: Friksjonsmålinger med Roar Mark I, 26. november 2004



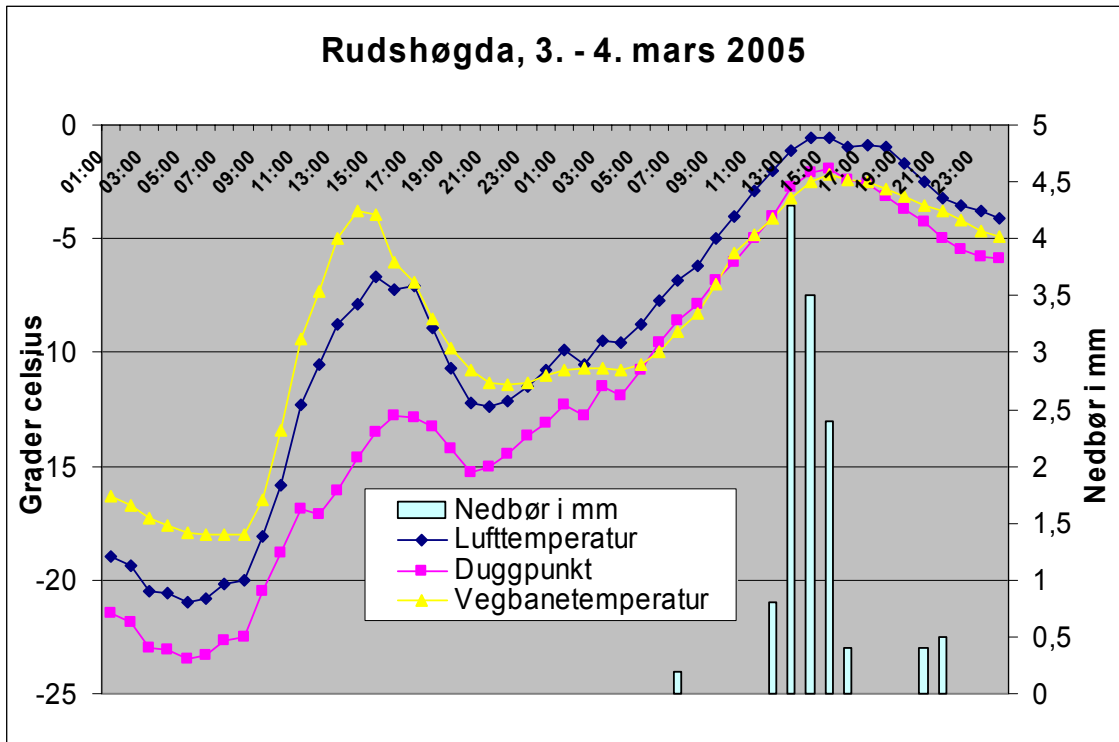
Figur 4.49: Klimadata fra Rudshøgda 28. februar 1. mars 2005

	28.2 - 1.3	
	Start	Slutt
Gjøvik, bil 1	01., 13:45	1., 16:34
Gjøvik, bil 2	28., 14:05	1., 08:45

	28.2 - 1.3	
	Start	Slutt
Hamar	28., 11:06	1., 15:47



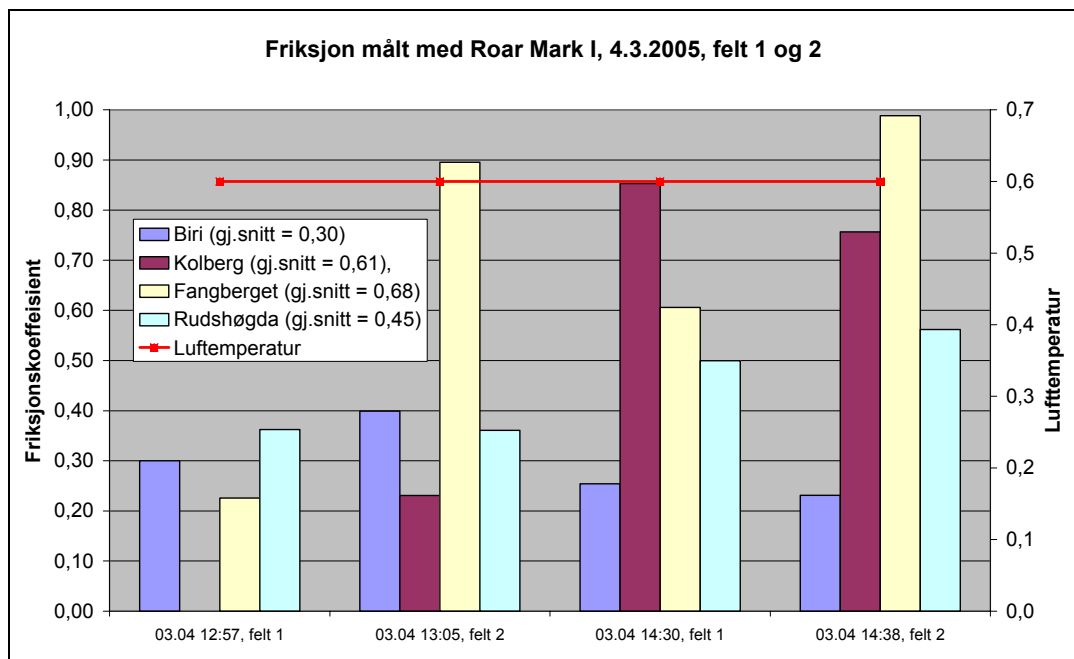
Figur 4.50: Friksjonsmålinger med Roar Mark I, 28. februar - 1. mars 2005



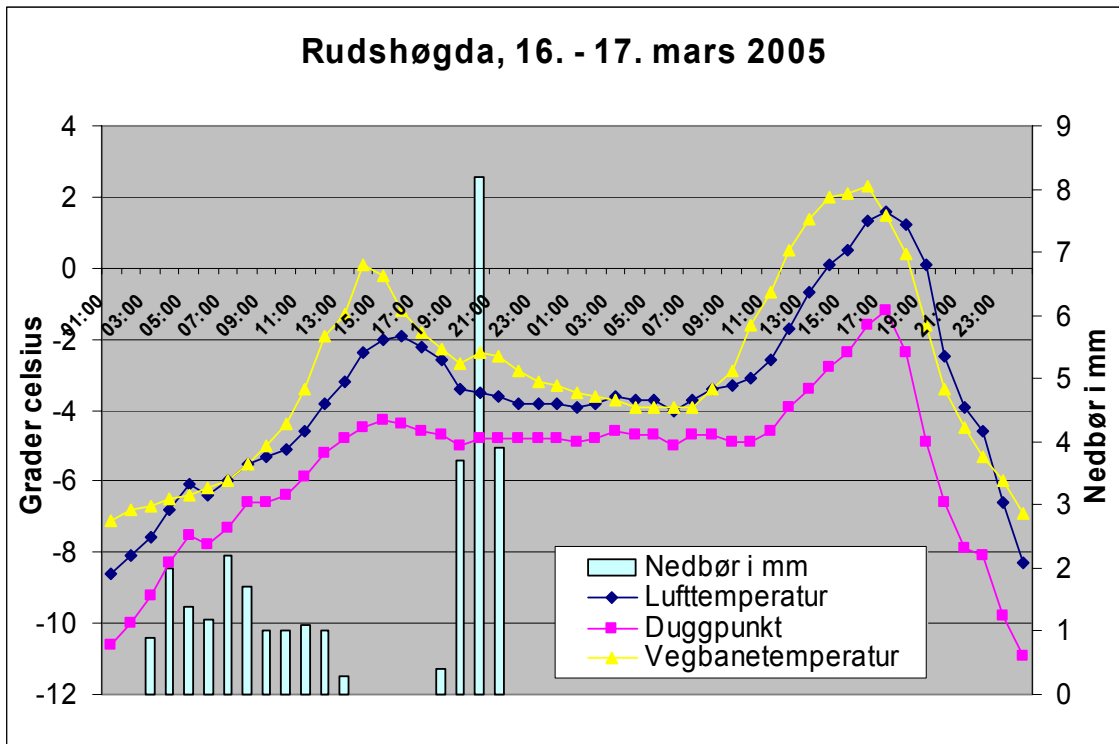
Figur 4.51: Klimadata fra Rudshøgda 3. – 4. mars 2005

	3. - 4.3	
	Start	Slutt
Gjøvik, bil 1	4., 06:22	4., 23:34
Gjøvik, bil 2	4., 05:43	4., 23:47

	3. - 4.3	
	Start	Slutt
Hamar	4., 06:38	4., 22:40



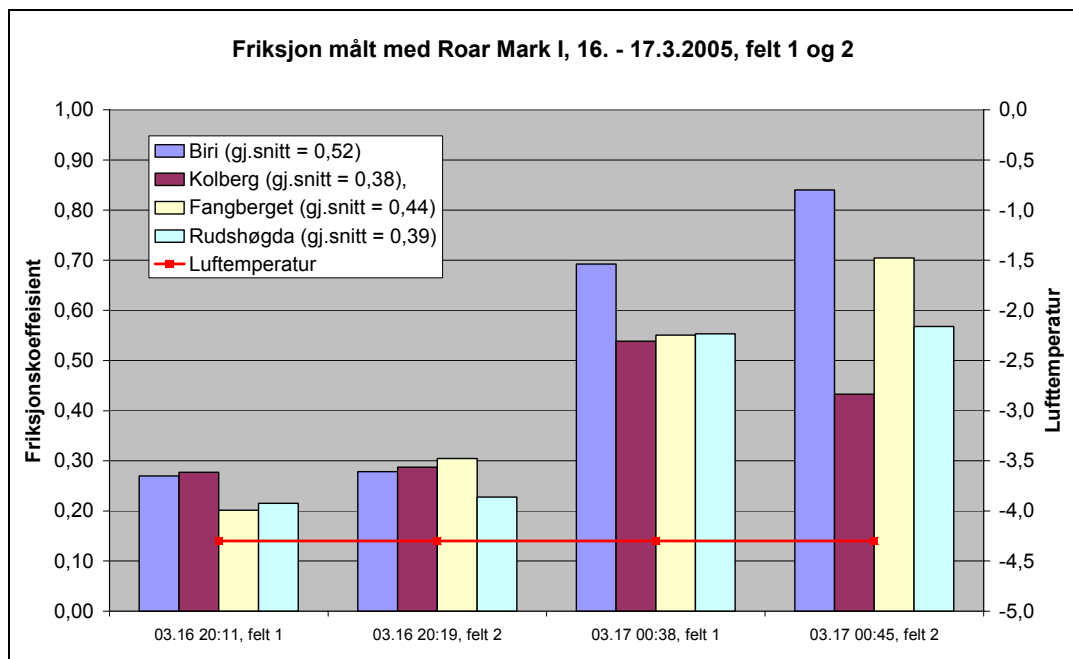
Figur 4.52: Friksjonsmålinger med Roar Mark I, 4. mars 2005



Figur 4.53: Klimadata fra Rudshøgda 16. – 17. mars 2005

	16. – 17.3	
	Start	Slutt
Gjøvik, bil 1	16., 07:38	17., 07:29
Gjøvik, bil 2	16., 08:20	17., 07:59

	16. – 17.3	
	Start	Slutt
Hamar	16., 07:21	17., 14:03



Figur 4.54: Friksjonsmålinger med Roar Mark I, 16. – 17. mars 2005

Ut fra den gjengitte informasjonen, kan en trekke ut følgende:

17. – 18. november. Utført preventive tiltak like før snøværet startet. Noe senere oppstart med tiltak på referansestrekningen enn på prøvestrekningen. Første friksjonsmåling ble utført like etter at snøværet startet. Ny friksjonsmåling da snøværet begynte å avta, og 3. måling like etter at snøværet sluttet. I felt 2 ble det registrert en hurtigere oppgang i friksjonen på referansestrekningen enn på prøvestrekningen.

21. – 22. november. Preventive tiltak utført på begge strekninger 1 til 11/2 døgn før snøværet startet. Første friksjonsmåling utført like etter at snøværet startet. Ytterligere tre friksjonsmålinger mens det snødde. På det siste tidspunktet var det uendret friksjon i punktene på prøvestrekningen, mens friksjonen var gått opp på referansestrekningen. Ingen friksjonsmålinger etter at saltingen opphørte.

25. – 26. november. Preventive tiltak utført på begge strekninger ca tre timer før snøværet startet. Snøværet startet om kvelden 25. november, og første friksjonsmåling ble gjennomført på morgenen dagen etter. Det er vanskelig å se noe mønster ut fra de foreliggende friksjonsmålingene.

28. februar – 1. mars. Preventive tiltak på begge strekninger. Fangberget skilte seg ut med en raskere friksjonsoppgang enn de øvrige målestedene.

3. – 4. mars. Preventive tiltak på begge strekninger ca 7 timer før snøværet startet. Rask oppgang i friksjonen på alle målestedene unntatt på Biri der friksjonen var vesentlig lavere på det siste måletidspunktet. På det tidspunktet (ca kl 14:30) pågikk snøværet fortsatt i følge observasjonene på Rudshøgda, men det er mulig at det snødde med større intensitet opp ved Biri.

16. – 17. mars. I følge registreringene på Rudshøgda startet et lett snøvær ca kl 5 om morgenen 16. mars og vedvarte til ca kl 13. Nytt snøvær med større intensitet 16. mars om kvelden mellom kl 18 og 21. Det ble ikke utført tiltak før det første snøværet. Første friksjonsmåling ble utført midt under det andre snøværet. Ny friksjonsmåling utført ca 4 timer etter at det andre snøværet sluttet. Da var det tilfredsstillende friksjon på alle målestedene. På prøvestrekningen fortsatte tiltakene til ca kl 8 den 17. mars, mens saltingen fortsatte til ca kl 14 på referansestrekningen.

4.6 Restsaltmålinger

I *tabell 4.11* er gjengitt målverdier fra restsaltmålinger og fuktopptak som ble foretatt 10. februar og 1. mars.

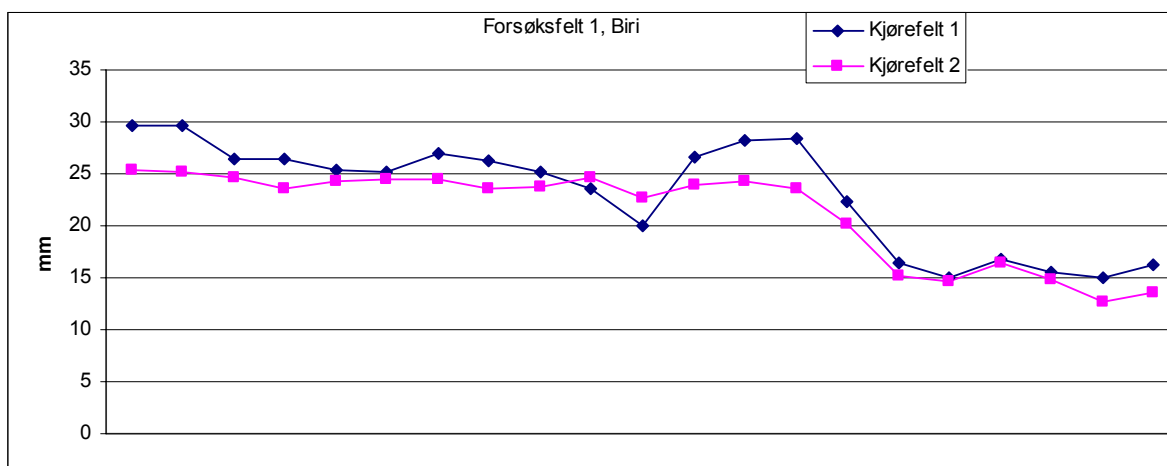
Tabell 4.11: Restsaltmålinger

Saltbil passert 9.2.2005 mellom 01:00 og 03:00						Vegbanetemperatur / restsalt								Wettex	
Dato: 10.02.2005						Punkt 1		Punkt 2		Punkt 7		Punkt 8		Pkt 2	Pkt 7
Veg	Hp	Km	Tids- punkt	Luft- temperatur	Dugg- punkt	Vegb.- temp	Rest- salt	Vegb.- temp	Rest- salt	Vegb.- temp	Rest- salt	Vegb.- temp	Rest- salt	Vekt i gram	Vekt i gram
Rv4	5	7	1225	2,5	-1,4	-4,5	5	-4,5	4	-4,5	6	-4,5	12		
Rv4	5	11,5	1235	4,3	-1,5	-4,5	2	-4,5	1	-4,5	1	-4,5	2		
Rv4	6	4	1240	2,4	-2,2	-8	0	-8	0	-8	1	-8	2		
Rv4	6	11,5	1255	4	-2,9	-4,5	2	-4,5	2		1		1		
Rv4	7	4	1305	3,9	-2,5	-4,5	6	-4,5	4		15		6		
Rv4	7	6,5	1320	4	-2,2	-3	3	-3	3	-3	1	-3	4		
Rv4	9	6,5	920	3,6	0,9	-5,5	1	-5,5	0	-5,5	0	-5,5	1		
Rv4	10	2	940	2,6	1,6	-3,5	0	-3,5	0	-3,5	0	-3,5	1		
E6	2	1,5	950	3,5	1,6	-3,5	0	-3,5	0	-3,5	0	-3,5	0		
E6	3	5	1000	2,1	0,6	-3	2	-3	1	-3	4	-3	6		
E6	3	9,5	1015	3,1	2,5	-3	0	-3	0	-3	2	-3	0		
E6	5	9,5	1050	3,1	2,1	-3,5	0	-3,5	0	-3,5	2	-3,5	1		
Saltbil passert 1.3.2005 kl 445 nordover og kl 545 sørøver															
Dato:1.3.2005															
E6	5	9,5	850	-5	-10,8	-12	10	-12	8	-12	7	-12	30	2	3
E6	5	9,5	955	-7,1	-12,5	-12	10	-12	6	-12	7	-12	30	2	3

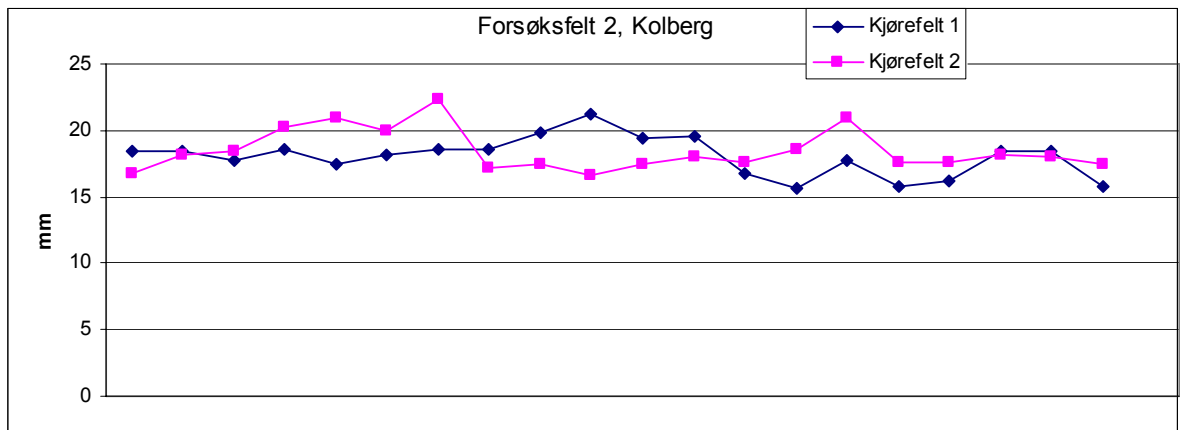
Målingene av restsalt og fuktopptak må betraktes som en test på opplegget, og det er ikke mulig å trekke noe spesielt ut fra de begrensede målingene som foreligger.

4.7 Spormålinger

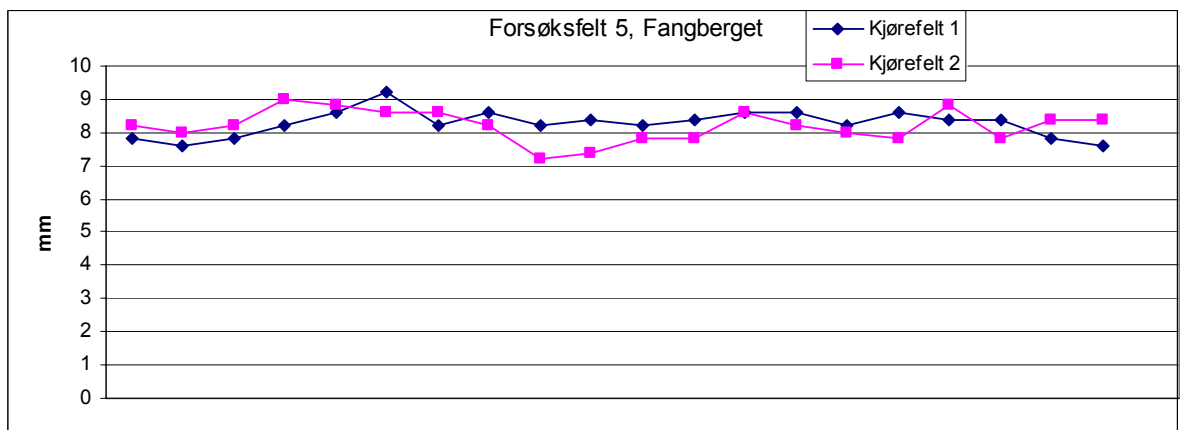
Figur 4.55 - Figur 4.58 viser sporsituasjonen på målestedene for friksjonsmålinger. Mellom målestedet med mest spor (Biri) og minst spor (Fangberget) skiller det i gjennomsnitt 14 mm. Dette er så vidt mye at det kan påvirke hvor mye snø og slaps som blir liggende igjen på kjørebanelen etter brøyting. Fangberget er da også det stedet med raskest oppgang i friksjonen. Sporsituasjonen er et moment som en må se nærmere på videre i prosjektet.



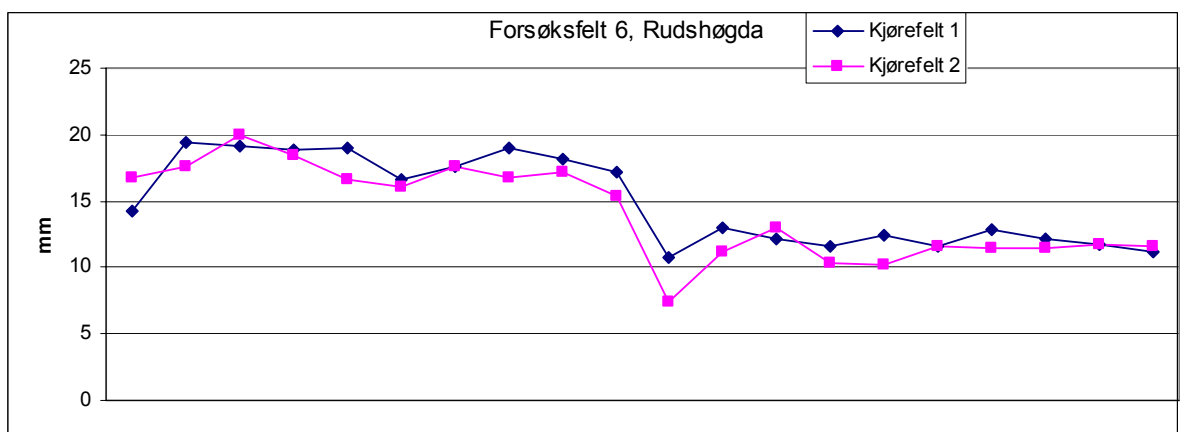
Figur 4.55: Spormålinger, gjennomsnitt for 100-meter strekninger, E6 v/ Biri. Gjennomsnitt begge kjørefelt: 22,2 mm



Figur 4.56: Spormålinger, gjennomsnitt for 100-meter strekninger, E6 v/ Kolberg. Gjennomsnitt begge kjørefelt. 18,3 mm



Figur 4.57: Spormålinger, gjennomsnitt for 100-meter strekninger, E6 v/ Fangberget. Gjennomsnitt begge kjørefelt: 8,2 mm



Figur 4.58: Spormålinger, gjennomsnitt for 100-meter strekninger, E6 v/ Rudshøgda. Gjennomsnitt begge kjørefelt: 14,5 mm

4.8 Oppsummering

Utgangspunktet for prosjektet på Gjøvik/Toten er at entreprenøren opplever et dilemma i de tilfeller hvor "bar veg strategi" skal driftes etter "vinterveg strategi" - høyeste ÅDT-klasse. Det rapporteres at det ikke er praktisk mulig å holde et forsvarlig friksjonsnivå på "høgtrafikkert veg" ved bruk av strøsand. $MgCl_2$ ble vinteren 2003/2004 i forståelse med Byggherren brukt som et preventivt virkemiddel ved lavere temperaturer enn forsvarlig med NaCl. $MgCl_2$ -løsningen som ble brukt var forholdet 2000 l vann / 350 kg $MgCl_2$. Dette tilsvarer ca 15 % løsning. I følge entreprenøren ble friksjonsresultatet overraskende bra.

Ut fra de problemstillingene som er reist i Vestoppland, ble det funnet interessant å knytte forsøk med $MgCl_2$ til vegnettet rundt Gjøvik og Toten som også vil være dekkende for innlandsklima. Målsettingen med prosjektet på Gjøvik/Toten er å se hvilke muligheter $MgCl_2$ gir for å operere ved lavere temperaturer samt å se på varigheten av tiltak, opptørkingstid og saltforbruket sammenlignet med NaCl. I tillegg er det en målsetting å få belyst eventuelle miljømessige konsekvenser av å ta i bruk $MgCl_2$ i vinterdriften.

Eksisterende kildemateriale dokumenterer ikke noen forskjell på NaCl og $MgCl_2$ i forhold til miljøpåvirkninger, men de kjemiske egenskapene tyder på at $MgCl_2$ totalt sett har noe mindre skadevirkninger enn NaCl.

Statens vegvesen Vegdirektoratet, Teknologivdelingen har initiert et prosjekt for å se på mulige skadevirkninger på betong, og har nylig gjennomført et litteraturstudium på temaet. De ulike kildene det er funnet fram til spriker i forhold til resultatene; i noen undersøkelser er det påvist en sammenheng mellom betongskader og bruk av $MgCl_2$, mens det i andre undersøkelser ikke er dokumentert slike effekter. Det er dessuten vanskelig å overføre utenlandske erfaringer direkte til norske forhold fordi det i de undersøkelsene som er gjennomført kan være studert betong med andre egenskaper enn den som brukes i Norge, og det kan også være lagt til grunn andre mengder $MgCl_2$ enn det som følger av metoden som benyttes i de norske forsøkene. Det ligger derfor an for at det vil bli gjennomført en egen studie på betongskader og $MgCl_2$ i regi av Teknologivdelingen.

Som prøvestrekning i prosjektet på Gjøvik/Toten er valgt ut Rv4 Einavoll – Mjøsbrua – E6 Vingrom. Dette er en strekning på 72 km med en ÅDT som varierer fra 4000 og opp til 10-12000. Strekningen har ca 13 % tungtrafikk. Som referansestrekning er det valgt å bruke E6 mellom Hamar og Mjøsbrua som har en samlet lengde på 42 km.

På prøvestrekningen er det konsekvent benyttet en 20 % $MgCl_2$ -løsning som befuktingsvæske uavhengig av temperaturforholdene, men det er ikke anbefalt å salte ved lavere temperatur enn -15 grader. Referansestrekningen ble driftet i henhold til kontraktens intensjon. Dvs strøing med NaCl ned mot -10 °C, og ved lavere temperaturer drifting etter strategi vinterveg etter kravene for høyeste ÅDT-klasse.

Sentrale data i prosjektet er:

- Klimadata
- Trafikkdata
- Driftsdata
- Friksjonsmålinger
- Måling av restsalt og opptørkingstid
- Spormålinger

Det er flere kilder til klimadata fra ulike feltstasjoner, men det ser ut for å være et behov for å supplere med manuelle observasjoner for å ha kontroll på hvor store nedbørmengder som faller.

Når saltforbruket relateres til vegarealet var det totale saltforbruket over hele sesongen 2,50 kg per m² på prøvestrekningen og 2,68 kg per m² på referansestrekningen. Dvs. at i forhold til vegarealet regnet ut fra dekkebredden var saltforbruket 7 prosent lavere på prøvestrekningen med MgCl₂ løsning enn på referansestrekningen. Hva forskjeller i nedbørs- og temperaturforhold betyr har en ikke gått detaljert inn på, men ut fra de klimatiske forholdene (mer nedbør og noe lavere temperaturer på prøvestrekningen) er det grunn til å forvente et noe høyere saltforbruk på prøvestrekningen enn på referansestrekningen.

Det generelle inntrykket ut fra friksjonsmålinger med Roar Mark I, er at det ble målt noe lavere friksjon på prøvestrekningen enn på referansestrekningen, og med størst forskjell mellom punktene Biri og Fangberget. Spormålinger viser samtidig at det er stor forskjell på dekketilstanden på de samme to stedene. Mellom målestedet med mest spor (Biri) og minst spor (Fangberget) skiller det 14 mm. Dette er så vidt mye at det kan påvirke hvor mye snø og slaps som blir liggende igjen på kjørebanelen etter brøyting, og kan vær en medvirkende forklaring til at Fangberget er det stedet som har raskest oppgang i friksjonen. Sporsituasjonen er et moment som en må se nærmere på videre i prosjektet.

Litteraturliste

- Bäckström, M., Karlsson, S Bäckman, L., Folkesson, L. & Lind, B. 2004. Mobilisation of heavy metals by deicing salts in a roadside environment. *Water, Research* 38: 720-732.
- Kayama, M., Quoreshi, A.M., Kitaoka, S., Kitahashi, Y., Sakamoto, Y., Maruyama, Y., Kitao, M. & Koike, T. 2003. Effects of deicing salt on the vitality and health of two spruce species, *Picea abies* Karst., and *Picea glehnii* Masters planted along roadside in northern Japan. *Environmental Pollution* 124: 127-137.
- Mayer, T., Snodgrass, W.J. & Morin, D. 1999. Spatial Characterization of the occurrence of road salts and their environmental concentrations as chlorides in Canadian Surface Waters and Benthic Sediments. *Water Quality Research Journal Canada Vol 34, No. 4*: 545-574.
- Vaa, Torgeir, Meland, Sondre. 2002. Vinterfriksjonsprosjektet – forsøk med befuktning med magnesiumkloridløsning i Oslo sesongen 2001/2002. Intern rapport 2299, Vegteknisk avdeling
- Vaa, Torgeir. 2004. Vinterfriksjonsprosjektet – forsøk med befuktning med magnesiumkloridløsning i Oslo sesongen 2002/2003. Intern rapport 2342, Teknologivdelingen
- Vaa, Torgeir. 2004. Forsøk med befuktning med magnesiumkloridløsning i Oslo. Sesongen 2003/2004. Intern rapport 2373, Teknologivdelingen
- Vaa, Torgeir, Meland, Sondre. 2005. Forsøk med befuktning med magnesiumkloridløsning i Oslo. Sesongen 2001/2002 - 2004/2005. Sluttrapport. Intern rapport, Teknologivdelingen
- Åstebøl, S.O., Pedersen, P.A., Røhr, P.K., Fostad, O. & Soldal O. 1996. Effekter av veisaltning på jord, vann og vegetasjon, Sammendragsrapport MITRA nr 05/96. 63s.

Vedlegg 1: Driftsoppgaver fra entreprenøren

Oppfølging av drift og vedlikehold 2004/ 2005

Forbruk strømidler

Kontrakt: 0501 Gjøvik

Tørt og befuktet salt Type:

(tonn salt)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	4	432	245	298	145	214			1338
Øvrig Rv	4	56	24	96	57	43			280
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	8	488	269	394	202	257	0	0	1618
Fylkesveg	2	8	0	0	12	5			27

Saltløsning (25% saltinnblanding pr m3) Type:

(tonn salt)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	1	70	25	12	6	6			120
Øvrig Rv	1	0	2	4	2	1			10
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	2	70	27	16	8	7	0	0	130
Fylkesveg	1	0	0	0	0	0			1

Sand (Strømidler u. salt)

(tonn sand)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	0	0	0	0	0	0			0
Øvrig Rv	0	84	312	683	194	25			1298
G/S-veg	0	0	66	63	19	2			150
Totalt:	0	84	378	746	213	27	0	0	1448
Fylkesveg	0	204	591	1335	548	101			2779

Brøytakilometer

Km	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km
Stamveg	0	9464	3082	5019	3113	5576			26254
Øvrig Rv	0	3284	2383	4290	3005	6853			19815
G/S-veg	0								0
Totalt:	0	12748	5465	9309	6118	12429	0	0	46069
Fylkesveg	0	14839	3717	4294	3543	13512			39905

Antall tiltak Brøyting

Antall	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall
Stamveg	0	7	7	13	9	9			45
Øvrig Rv	0	9	7	10	5	13			44
G/S-veg	0	4	5	4	5	9			27
Totalt:	0	0	19	27	19	31	0	0	116
Fylkesveg	0	9	7	15	7	12			50

Antall tiltak Strøing

Antall	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall
Stamveg	2	25	15	21	12	12			87
Øvrig Rv	2	10	8	16	5	9			50
G/S-veg		4	4	9	2	1			20
Totalt:	4	39	27	46	19	22	0	0	157
Fylkesveg	1	10	7	17	9	6			50

Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats hittil

Periode: Fra oktober 2004 til	Stamveg	Øvrig riksveg	Gang-sykkelveg	Fylkesveg	Sum
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Tørt befuktet salt, type:.....sjøsalt..	1338	280	0	27	1645
Saltslurry	0	0	0	0	0
Saltløsning	120	10	0	1	131
Sand	0	1298	150	2779	4227
Saltblandet sand	0	0	0	0	0
Støvdempingsmidler.....	0	0	0	0	0
Plantevernmidler, liter type.....	0	0	0	0	0
	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall
Brøytakilometer	26254	19815	0	39905	85974
Antall tiltak brøyting	45	44	27	50	166
Antall tiltak strøing	87	50	20	50	207
Antall tiltak iht. NORIKS hvis tilgjeng					0

Oppfølging av drift og vedlikehold 2004 / 2005

Forbruk strømidler Kontrakt: 0401 Ringsaker

Tørt og befruktet salt Type:		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
(tonn salt)		Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	2	321	137	298	58	148				964
Øvrig Rv	0	8	6	8	0	4	0	0		26
G/S-veg	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Totalt:	2	329	143	306	58	152	0	0	0	990
Fylkesveg	0	0	4	5	4	8	0	0		21

Saltløsning (25% saltinnblanding pr m3) Type:

(tonn salt)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	1	12	5	7	1	1			27
Øvrig Rv	0	0	0	0	0	0			0
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	1	12	5	7	1	1	0	0	27
Fylkesveg	0	0	0	0	0	0			0

Oppfølging av drift og vedlikehold 2003 / 2004

Forbruk strømidler Kontrakt: 0401 Ringsaker

Sand (Strømidler u. salt)

(tonn sand)	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	0	0	0	0	0	0			0
Øvrig Rv	0	91	437	681	277	133			1619
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	0	91	437	681	277	133	0	0	1619
Fylkesveg	20	245	1169	2038	846	204			4522

Saltblandet sand. (Saltinnblanding 50 kg/m3)

tonn	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Stamveg	0	0	0	0	0	0			0
Øvrig Rv	0	0	0	0	0	0			0
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fylkesveg	0	0	0	0	0	0			0

Oppfølging av drift og vedlikehold 2003 / 2004

Kontrakt: 0401 Ringsaker

Forbruk støvdempingsmiddel, type:

tonn	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Akk
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Riksveg	0	0	0						0
Fylkesveg	0	0	0						0

Brøytekilometer

Km	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km
Stamveg	0	4752	1059	2519	1087	3343			12760
Øvrig Rv	0	3119	1087	1524	772	2690			9192
G/S-veg	0	0	0	0	0	0			0
Totalt:	0	7871	2146	4043	1859	6033	0	0	21952
Fylkesveg	0	7970	2720	4020	3103	7934			25747

Antall tiltak Brøyting

Antall	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall
Stamveg	0	8	5	11	3	8	0		35
Øvrig Rv	0	12	7	13	9	11			52
G/S-veg	0	9	4	3	1	5	0		22
Totalt:	0	29	16	27	13	24	0	0	109
Fylkesveg	0	12	11	12	12	14			61

Antall tiltak Strøing

Antall	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Akk
	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall
Stamveg	1	15	25	21	13	14			89
Øvrig Rv	0	11	14	17	8	9			59
G/S-veg	0	5	3	7	1	5			21
Totalt:	1	31	42	45	22	28	0	0	169
Fylkesveg	3	11	17	21	18	11			81

Sum forbruk av strømidler, kjemikalier og innsats hittil

Periode: Fra januar 2004 til	Stamveg	Øvrig riksveg	Gang-sykkelveg	Fylkesveg	Sum
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
Tørt befruktet salt, type:.....	964	26	0	21	1011
Saltslurry	0	0	0	0	0
Saltløsning	27	0	0	0	27
Sand	0	1619	0	4522	6141
Saltblandet sand	0	0	0	0	0
Støvdempingsmidler.....	0	0	0	0	0
Plantevernmidler, liter type.....	0	0	0	0	0
Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall
Brøytekilometer	12760	9192	0	25747	47699
Antall tiltak brøyting	35	52	22	61	170
Antall tiltak strøing	89	59	21	81	250
Antall tiltak iht. NORIKS hvis tilgjeng.					0



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 814 2 Dep
N - 003 3 Oslo

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

ISSN 1504- 500 5