



Statens vegvesen

## Resultater fra tester av Fastsandspredere i uke 3/2005

**RAPPORT**

Teknologiavdelingen

Nr: 2413



Veg- og trafikkfaglig senter  
Desember 2005



**Statens vegvesen**

# TEKNOLOGI-RAPPORT nr. 2413

**Tittel**

**Resultater fra tester av Fastsandspredere i uke 3/2005**

**Vegdirektoratet  
Teknologiavdelingen**

**Postadr.:** Postboks 8142 Dep  
0033 Oslo

**Telefon:** 22 07 35 00

www.vegvesen.no

**Utarbeidet av**

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

**Dato:**

Desember 2005

**Saksbehandler**

Roar Støtterud

**Prosjektnr:**

600657

**Kontrollert av**

Øystein Larsen

**Antall sider og vedlegg:**

65, 6

## Sammendrag

Hensikten med testene på Dombås i uke 3/2005 var å prøve ut Fastsandenheter både med hensyn på funksjonalitet og driftsmessige forhold samt effekten på veg i form av friksjonstilskudd etter strøing. Tester av den typen en gjennomførte på Dombås i uke 3 er helt avgjørende for å kunne dokumentere at utviklingen går i riktig retning, og er viktig med tanke på at produsentene av sprederstyr får objektive tilbakemeldinger om hvor utstyret fungerer. Testene gikk over 3 dager (18. – 20. januar 2005) og omfattet følgende utstyr og metoder:

- Stratos Lava II, i alt 4 enheter; Luftforsvaret Rygge, Kolo Veidekke Elverum, Mesta Molde, og Mesta Dombås (Fastsand)
- Arctic Machine, bil fra Finland (Fastsand)
- LTFV Falköping, bil fra Kolo Veidekke Oppdal (Fastsand)
- Epoke, bil fra Skanska Norge (Fastsand)
- ICE-AWAY fra Flagstad AS (Calsium Magnesium Acetat)

En sammenligning av utstyr fra de forskjellige leverandørene viste at det var lite som skilte i forhold til målt effekt på veg rett etter tiltak. Ved måling av langtidseffekten (30 timer etter tiltak) var det 4 spredere fra 3 av leverandørene som skilte seg positivt ut. Målinger av langtidseffekten viste at for disse spredere var den gjennomsnittlige friksjonen for ulike prøvofelt 0,30 eller bedre. Dette må sies å være et svært positivt resultat. Fortsatt er det behov for å ha fokus på kvalitetskontroll av Fastsandutstyret i forhold til massehåndtering og utlagte mengder sand og vann. For effekten av Fastsand ser salttilsetning i strøandsen ut til å virke negativt på resultatene på veggen sammenlignet med grusmasser uten salttilsetning.

## Summary

The purpose with the tests at Dombås in week 3/2005 was to look into Fastsand equipment from different suppliers regarding the functionality of the spreaders and the effect on the road measured as friction improvement after spreading the mixture of sand and water. Field tests of this kind are essential to document that the development goes in the right direction, and is important in the respect that the producers of the spreaders get feedback on how the equipment works. The tests on spreader equipment and sanding methods had 3 days duration (18. – 20. January 2005) and comprised the following equipment and methods:

- Stratos Lava II, 4 units; Luftforsvaret Rygge, Kolo Veidekke Elverum, Mesta Molde, og Mesta Dombås
- Arctic Machine, bil fra Finland
- LTFV Falköping, bil fra Kolo Veidekke Oppdal
- Epoke, bil fra Skanska Norge
- ICE-AWAY fra Flagstad AS (Calsium Magnesium Acetat)

A comparison of equipment from the different suppliers showed that there were only marginal differences in the measured effect on the road (friction improvement) shortly after the spreading action. By measuring the long term effect (30 hours after the sanding action) 4 spreaders from 3 of the suppliers were set positively apart. Measurements of the long term effect showed that for these spreaders the mean coefficient of friction for different test sections was 0.30 or higher. This must be said to be a very positive result. Still there is a need for having focus on the quality control of the Fastsand equipment related to handling the sand material and the amount of sand and water on the roadway. Regarding the effect of Fastsand it seems that adding salt to the sand has a negative impact on the results on the road compared to using sand without salt additive.

## Emneord:

Fastsand, friksjon, strøing, vinterdrift





**SINTEF Teknologi og samfunn**  
Transportsikkerhet og -informatikk

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse: Klæbuveien 153  
Telefon: 73 59 46 60  
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Resultater fra tester av Fastsandspredere i uke 3/2005**

FORFATTER(E)

Torgeir Vaa

OPPDRAGSGIVER(E)

Veg- og trafikkfaglig senter i Trondheim, Vegdirektoratet

RAPPORTNR. STF50 A05179	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Roar Støtterud	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN 82-14-03726-3	PROSJEKTNR. 223300	ANTALL SIDER OG BILAG 65/6
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 223300	DATO Desember 2005	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Trond Foss, Forskningsjef <i>Trond Foss</i>	

## SAMMENDRAG

Hensikten med testene på Dombås i uke 3/2005 var å prøve ut Fastsandenheter både med hensyn på funksjonalitet og driftsmessige forhold samt effekten på veg i form av friksjonstilskudd etter strøing. Tester av den typen en gjennomførte på Dombås i uke 3 er helt avgjørende for å kunne dokumentere at utviklingen går i riktig retning, og er viktig med tanke på at produsentene av sprederstyr får objektive tilbakemeldinger om hvor utstyret fungerer. Testene gikk over 3 dager (18. – 20. januar 2005) og omfattet følgende utstyr og metoder:

- Stratos Lava II, i alt 4 enheter; Luftforsvaret Rygge, Kolo Veidekke Elverum, Mesta Molde, og Mesta Dombås (Fastsand)
- Arctic Machine, bil fra Finland (Fastsand)
- LTFV Falköping, bil fra Kolo Veidekke Oppdal (Fastsand)
- Epoke, bil fra Skanska Norge (Fastsand)
- ICE-AWAY fra Flagstad AS (Calcium Magnesium Acetat)

En sammenligning av utstyr fra de forskjellige leverandørene viste at det var lite som skilte i forhold til målt effekt på veg rett etter tiltak. Ved måling av langtidseffekten (30 timer etter tiltak) var det 4 sprederne fra 3 av leverandørene som skilte seg positivt ut. Målinger av langtidseffekten viste at for disse sprederne var den gjennomsnittlige friksjonen for ulike prøvefelt 0,30 eller bedre. Dette må sies å være et svært positivt resultat. Fortsatt er det behov for å ha fokus på kvalitetskontroll av Fastsandutstyret i forhold til massehåndtering og utlagte mengder sand og vann. For effekten av Fastsand ser salttilsetning i strøsand ut til å virke negativt på resultatene på vegen sammenlignet med grusmasser uten salttilsetning.

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



# Innhold

Sammendrag .....	ii
Summary .....	vi
Definisjoner/forklaringer .....	xi
1. Innledning .....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Utvikling av Fastsandmetoden .....	1
1.3 Feltstudier .....	1
2. Forsøksopplegg i uke 3 / 2005 .....	2
2.1 Spreaderutstyr / metoder som ble testet .....	2
2.2 Utstyr og metoder som ble testet ut .....	2
2.2.1 Epoke .....	2
2.2.2 Stratos Lava II .....	3
2.2.3 Spreader fra Falköping .....	5
2.2.4 Spreader fra Arctic Machine .....	6
2.2.5 ICE-AWAY .....	6
2.3 Plan for testene .....	7
2.4 Skilting av forsøksstrekninger .....	15
2.5 Preparering av underlaget .....	15
2.6 Oppfølgingsrutiner .....	16
2.6.1 Klimadata .....	16
2.6.2 Friksjonsmålinger .....	16
2.6.3 Øvrige bilder .....	17
3. Resultater .....	18
3.1 Generelt .....	18
3.2 Kontroll av vekten på tørrstoffet .....	18
3.3 Forsøksbetingelser under testene .....	19
3.4 Kontroll av Fastsandenhetene .....	22
3.4.1 Strøbredde og kjørehastighet .....	22
3.4.2 Varmekamerabilder og strøresultat .....	23
3.4.3 Kontroll av vanntemperatur .....	36
3.4.4 Kontroll av mengden materialer under utstrøing med befuktning .....	37
3.5 Friksjonsmålinger .....	40
3.6 Innvirkning av materialmengde og strøbredde .....	52
3.7 Forsøk med ICE-AWAY .....	55
Litteraturliste .....	58
Vedlegg 1: Siktekurver av grusmaterialer som ble benyttet .....	59

## Sammendrag

### Bakgrunn

En sentral del i Vinterfriksjonsprosjektet har vært å se på mulighetene for å forbedre den tradisjonelle sandingsteknikken med tørr sand. Etter de første testene med nye sandingsmetoder vinteren 1998/99, ble det anbefalt en videre satsing på metoden med å blande strøgrusen med kokende vann. Metoden, som har fått betegnelsen Fastsand, er grundig dokumentert gjennom ytterligere vitenskapelige forsøk og tester av sprederutstyr sesongene 1999/2000 - 2003/2004. Det foreligger egne rapporter fra hver av de foregående sesongene.

Til sesongen 2004/2005 tilbød følgende leverandører utstyr for Fastsandmetoden på det norske markedet:

- Schmidt/Nido – Stratos Lava
- Teho - Arctic Maskin
- Falköping – LTFV Falköping
- Epoke / Fasa 2000

Til sesongen 2004/2005 forelå det ingen nyheter på brennersystemet på de ulike utstyrsenhetene, men det var gjort en del forbedringer mekanisk i forhold til håndtering av vanskelige masser. Epoke stilte med en spreder med varmesystemet Fasa 2000 levert av firmaet Mec Tec i Svelvik. I tillegg til utstyr fra de nevnte leverandørene, går det fortsatt noen enheter av typen Fasa 2000 fra Veimas / Mec Tec i Norge, men sistnevnte firma har ikke levert nye spredere siden sesongen 2001/2002.

### Hensikten med testene

Testene av sprederutstyr/strømetoder gikk over 3 dager (18. – 20. januar 2005) og omfattet følgende utstyr og metoder:

Fastsandspredere:

- Stratos Lava II, bil fra Luftforsvaret Rygge, leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, Mesta Molde, leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, Kolo Veidekke Elverum, leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, Mesta Dombås, leverandør: Schmidt Norge AS
- Arctic Machine, bil fra finske NCC, leverandør: Arctic Machine / Tellefsdal AS
- LTFV Falköping, Kolo Veidekke Oppdal, leverandør: Sigurd Stave Maskin AS
- Epoke Sirius med Fasa 2000, Skanska Norge, leverandør: Grindvold AS

Øvrige strømetoder:

- ICE-AWAY

Hovedhensikten med testene i uke 3/2005 var å undersøke Fastsandutstyr fra ulike leverandører i forhold til funksjonalitet. ICE-AWAY ble avtalt tatt inn i testene etter avtale med den norske importøren. ICE-AWAY som framstilles i Danmark er produktnavnet på et salt som har betegnelsen Calcium Magnesium Acetat forkortet til CMA.

Som prøvestrekninger ble det benyttet E6 ved Fokstua og Hjerkin, Rv 29 ned mot Folldal og E136 vest for Lesja. I alt opererte en med 7 prøvestrekninger med 6-7 delfelt på 0,5 - 1 km. Hver bil fikk tildelt ett delfelt på de ulike strekningene, og hvert delfelt ble strødd i begge retninger med samme bil.

I tillegg til testene på veg med måling av friksjon ble det utført følgende kontroller:

- Strøbredde
- Kjørehastighet
- Kontrollveiing av tørrstoffdelen
- Kontroll av utlagte mengder befuktet grus
- Kontroll av vanntemperatur
- Opptak med varmekamera under utstrøing både 18. og 19. januar

### **Hovedkonklusjoner fra testene i uke 3/2005**

Kjørehastigheten ble beregnet både 18. og 19. januar med utgangspunkt i tidtagning som ble foretatt av personer som fulgte med bilene som observatører. Anbefalt kjørehastighet var 25 km/t. Det var ingen store avvik fra denne hastigheten for noen av bilene verken 18. januar eller 19. januar, så dette må sies å være et svært tilfredsstillende resultat. Dette betyr også at kjørehastighetene ikke skal ha noen innvirkning på resultatene fra utstrøingen på de ulike delfeltene.

Første forsøksdagen skilte LTFV Falköping seg ut med den høyeste maksimaltemperaturen. De andre enhetene skilte seg relativt lite fra hverandre med unntak av Stratos Lava II Dombås som hadde klart lavere temperaturer enn de andre bilene. 19. januar var det betydelig kaldere. Vanndamp forstyrret da en del av opptakene nærmest tallerkenutkastet, slik at det er vanskelig å sammenligne maksimaltemperaturen. Ut fra temperaturene i nederste bildekant, skilte Stratos Lava II Rygge og Epoke seg litt ut med noe lavere temperaturer enn de andre enhetene.

Kontroll av vanntemperaturen viste en viss variasjon i vanntemperaturen mellom de ulike enhetene innenfor området 85-98 grader. Det ble ikke funnet noen klar sammenheng mellom resultatene fra varmekamerabildene og vanntemperaturen som ble målt, så det er uklart hvilken betydning temperaturen som kan måles på vannet har for resultatet på vegen. Det ville imidlertid vært ønskelig at det var montert en temperatursonde som kunne måle temperaturen på vann- og grusblandingen like før den forlater tallerkenen for å ha kontroll med temperaturen idet massen forlater tallerkenen.

Under testene ble det benyttet en metode med å bruke en fiberduk på 2,2 m<sup>2</sup> for å kontrollere utlagte mengder grus og vann. Det ble foretatt en kontroll på E6 ved Fokstua 18. januar. 19. januar ble det foretatt oppsamling med fiberduk på E6 ved Hjerkin samt under utstrøing på Rv 29.

Anbefalte mengder var 190-200 gram tørrstoff per m<sup>2</sup> og 30 volumprosent vann. Spredbredden ble satt til 2,5 eller 3 meter avhengig av vegstandarden. Det ble målt til dels betydelige avvik for alle Fastsandenhetene både i forhold til tørrstoffmengde og vannmengde:

- Stratos Lava II Rygge. Altfor lav grusmengde under alle testene. Riktig strøbredde målt ut fra fastfrossen grus
- Arctic Machine. Stor variasjon i grusmengden med gjennomgående for lite tørrstoff. Stor variasjon også i strøbredden

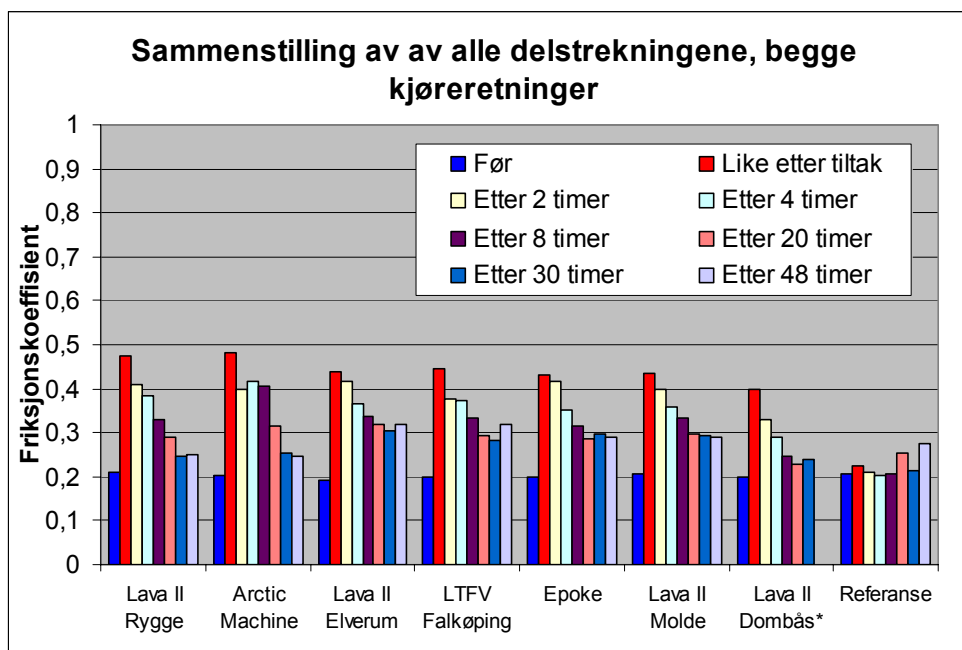


- Stratos Lava II Elverum. Store variasjoner i grusmengdene. Riktige mengder både av tørrstoff og vann i 3 av 6 masseopptak. For stor spredebredde
- LTFV Falköping. Store variasjoner i grusmengdene. Riktige mengder både av tørrstoff og vann i 3 av 6 masseopptak. Godkjent når det gjelder spredebredde
- Epoke. Svært store variasjoner i grusmengdene. Godkjent når det gjelder spredebredde.
- Stratos Lava II Molde. Store variasjoner i grusmengder. Riktige mengder både av tørrstoff og vann i 2 av 4 masseopptak. Litt stor spredebredde
- Stratos Lava II Dombås. Riktige mengder både av tørrstoff og vann i 1 av 2 masseopptak. Spredebredde ikke målt under kontrollen av utlagte mengder.

Ingen av de testede enhetene kan få godkjent karakter når det gjelder utlagte mengder. Variasjonene tyder på at produsentene ikke har full kontroll på hva som legges ut av materialmengder verken når det gjelder tørrstoff eller vann. Som det også ble påpekt etter tilsvarende tester året før må dette sies å være utilfredsstillende, og det er en viktig oppgave for leverandørene å forbedre seg på dette punktet.

Her må det føyes til at for lite grus ikke nødvendigvis bare er et innstillingsproblem, men kan like mye være forårsaket av at sprederen ikke takler den aktuelle massen. De foretatte kontrollene er å betrakte som stikkprøver, og med andre masser enn bilene benytter lokalt i normal drift. Resultatene fra de gjennomførte kontrollene av utlagte mengder trenger derfor ikke nødvendigvis være dekkende for det som skjer i den daglige driften. Uansett synes det imidlertid riktig å sette fokus på kvalitetskontrollen i forhold til grus- og vannmengder samt strøbredder.

Resultatene fra friksjonsmålingene kan sammenfattes på følgende måte: Det var relativt jevne resultater første forsøksdagen (prøvestrekning 1-3), mens det var større variasjoner mellom sprederne andre og tredje dagen. Særlig gjaldt dette på E6 Hp 18 (prøvestrekning 4 og 5). Det er mulig at en årsak til dette var at det kunne være større problemer med å håndtere grusmassene som ble benyttet andre dagen.



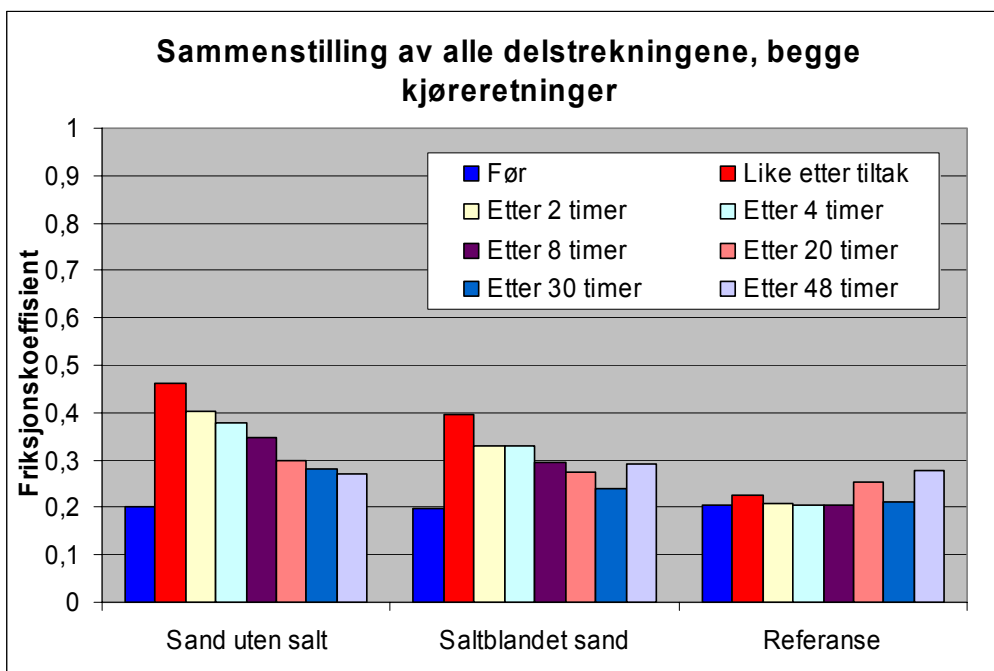
\*) Lava II Dombås benyttet saltblandet sand

Når en slår sammen resultatene fra hvert delfelt og beregner gjennomsnittsverdiene i ulike tidspunkt etter tiltak, er det interessant å merke seg at enhetene som lå best an rett etter tiltak ikke beholdt denne posisjonen over tid. Dette går da også tydelig fram av figuren på forrige side hvor det er gjengitt gjennomsnittlig friksjon for hver enhet i ulike tidspunkt etter tiltak.

4 av sprederne lå omtrent helt likt etter 30 timer. 2 av sprederne hadde en god utvikling fram til 20 timer etter tiltak, men falt så til et lavere nivå enn de 4 med høyest verdier etter 30 timer. Den 7. sprederen som kun benyttet saltblandet sand falt under en grense på 0,30 allerede etter 4 timer.

Målingene etter 48 timer ble gjort på Rv 29, og er derfor ikke representative for alle strekningene som ble omfattet av testen. Det er likevel oppløftende resultater med tanke på langtidsvirkningen av Fastsandtiltak når en ser på resultatene for 4 av sprederne etter 30 timer.

En interessant dimensjon i testene som ble gjennomført var at det på Epoke og Stratos Lava II Molde andre forsøksdagen (strekning 4, 5 og 6) ble benyttet sand med noe salt tilsatt. I figuren nedenfor er det foretatt en sammenligning mellom de 2 materialtypene som ble testet, dvs. sand med og uten salttilsetning.



En kan se at saltblandet sand både ga et lavere friksjonstilskudd målt rett etter tiltak, og friksjonen var lavere utover det undersøkte tidsforløpet der det ble benyttet saltblandet sand enn der det ble brukt ren sand. Det kan derfor se ut for at salttilsetningen har en negativ påvirkning på effekten av Fastsand, og tilførsel av salt kan ha som resultat at det må gjennomføres flere tiltak for å holde en viss standard enn når det brukes ren sand.

Det ble gjort en egen test med ICE-AWAY på E6 ved Fokstua 3. - 4. februar. Resultatene viste at det er interessant å gå videre med ytterligere tester av ICE-AWAY brukt i løsningsform. Det bør da være som et alternativ til andre salttyper hvor en ser på mengder og virkemåte under ulike forhold.

## Summary

### Background

One important part of the Winter Friction Project has been to look into the possibilities of improving the traditional sanding technique using dry sand. After the first tests with new methods the winter season 1998/1999, it was recommended to continue with the method based on mixing the sand with boiling water. The method, which has been given the name Fastsand (warm wetted sand), is well documented through further scientific studies and tests on spreader equipment the winter seasons 1999/2000 – 2003/2004. There are reports available from each of the previous seasons.

The winter season 2004/2005 the following suppliers offered equipment for the Fastsand technique on the Norwegian market:

- Schmidt/Nido – Stratos Lava
- Teho - Arctic Machine
- Falköping – LTFV Falköping
- Epoke / Fasa 2000

There were launched no changes in the heater system on the trucks to the winter season 2004/2005, but there had been done some mechanical improvements in the containers to ease the handling of “difficult” sand material. Epoke had made a truck with the heater system Fasa 2000 delivered by the company Mec Tec in Svelvik. In addition to equipment from the manufacturers mentioned above, there are still some units of the type Fasa 2000 from Veimas / Mec Tec in Norway, but the latter company has not delivered new spreaders of this type since the winter season 2001/2002.

### The purpose with the test

The test on spreader equipment and sanding methods had 3 days duration (18. – 20. January 2005) and comprised the following equipment and methods:

Fastsand spreaders:

- Stratos Lava II, truck from Air Defence Rygge, supplier: Schmidt Norway ltd
- Stratos Lava II, truck from Mesta Molde, supplier: Schmidt Norway ltd
- Stratos Lava II, truck from Kolo Veidekke Elverum, supplier: Schmidt Norway ltd
- Stratos Lava II, truck from Mesta Dombås, supplier: Schmidt Norway ltd
- Arctic Machine, truck from NCC Finland, supplier: Arctic Machine / Tellefsdal ltd
- LTFV Falköping, truck from Kolo Veidekke Oppdal, supplier: Sigurd Stave Maskin ltd
- Epoke Sirius with Fasa 2000, Skanska Norway, supplier: Grindvold ltd

Other methods:

ICE-AWAY

The main purpose with the tests in week 3/2005 was to look into Fastsand equipment from different suppliers regarding the functionality of the spreaders. ICE-AWAY was included in the tests after an agreement with the Norwegian importer.

ICE-AWAY is produced in Denmark and is the brand of a chemical with the notion Calcium Magnesium Acetate with the abbreviation CMA.

E6 at Fokstua and Hjerkinn, NR 29 at Follidal and E136 west of Lesja were chosen as test roads. There were a total of 7 test road sections each divided into 6-7 parts with a length of 0.5-1.0 km. Each truck was assigned to one specific part on each test road and the sanding actions were done in both directions.



In addition to the tests on the road sections with friction measurements there were carried out the following controls:

- Spreading width
- Driving speed
- Control weighing of the dry material (without adding water)
- Control of the disposed material (sand and water mixture) on the road surface
- Control of the water temperature
- Pictures with a thermo camera under sanding actions both on January 18<sup>th</sup> and January 19<sup>th</sup>

### **Main conclusions from the tests in week 3/2005**

The driving speed was calculated both on January 18<sup>th</sup> and on 19<sup>th</sup> on basis of timing made by personnel following the trucks as observers. Recommended speed was 25 km/h. There were no great differences from this speed for any of the trucks neither on January 18<sup>th</sup> nor January 19<sup>th</sup>, so this must be characterized as a very satisfactory result. This also means that the driving speed should not have any influence on the results from the sanding actions on the different parts of the test sections.

On the first day of the tests LTFV Falköping differed from the other trucks with the highest maximum temperature. The other units were quite close with regards to the temperature with the exception of Stratos Lava II Dombås which had a distinct lower temperature on the sand and water mixture than the other trucks. On January 19<sup>th</sup> it was considerably colder than the day before. Water steam disturbed some of the picture recordings nearest the spinner ejection, which makes it difficult to compare the maximum temperature. From the

temperatures a few meters behind the spinner, Stratos Lava II Rygge and Epoke differed from the other trucks with somewhat lower temperatures than the other trucks.

Control of the water temperature showed a certain variation between the different trucks within the range of 85-98 degrees Celsius. There were found no obvious correlation between the results from the thermo camera pictures and the measured water temperature, so it is not clear how important the temperature of the water (within the measured range) is for the result on the road. It would however be desired to have a temperature probe which could measure the temperature of the water and sand mixture just before the material leaves the spinner.

Under the tests there were used a method with a cloth of synthetic fiber with an area of 2.2 m<sup>2</sup> to control the amount of disposed material on the roadway. These controls were made on E6 at Fokstua January 18<sup>th</sup>. January 19<sup>th</sup> assembling of the sand and water mixture with the fiber cloth was made on E6 at Hjerkin and on NR 29.

Recommended amount of dry sand was set to 190-200 grams/m<sup>2</sup> and 30 % water by volume. Spreading width was set to 2.5 or 3 meters depending on the road standard. There were found considerable deviations for all trucks both with regards to the amount of dry material and the amount of water:

- Stratos Lava II Rygge. Too low amount of sand during all tests. Correct spreading width measured on basis of frozen material
- Arctic Machine. Great variations in the amount of sand generally with too low dry material. Great variations also in the spreading width
- Stratos Lava II Elverum. Great variations in the amount of sand. Correct amount of both sand and water in 3 out of 6 tests. Too wide spreading width
- LTFV Falköping. Great variations in the amount of sand. Correct amount of both sand and water in 3 out of 6 tests. Acceptable spreading width
- Epoke. Very great variations in the amount of sand. Acceptable with regards to spreading width
- Stratos Lava II Molde. Great variations in the amount of sand. Correct amount of both sand and water in 2 out of 4 tests. A little too wide spreading width
- Stratos Lava II Dombås. Correct amount of both sand and water in 1 out of 2 tests. Spreading width not measured as a part of the material collection with the fiber cloth.

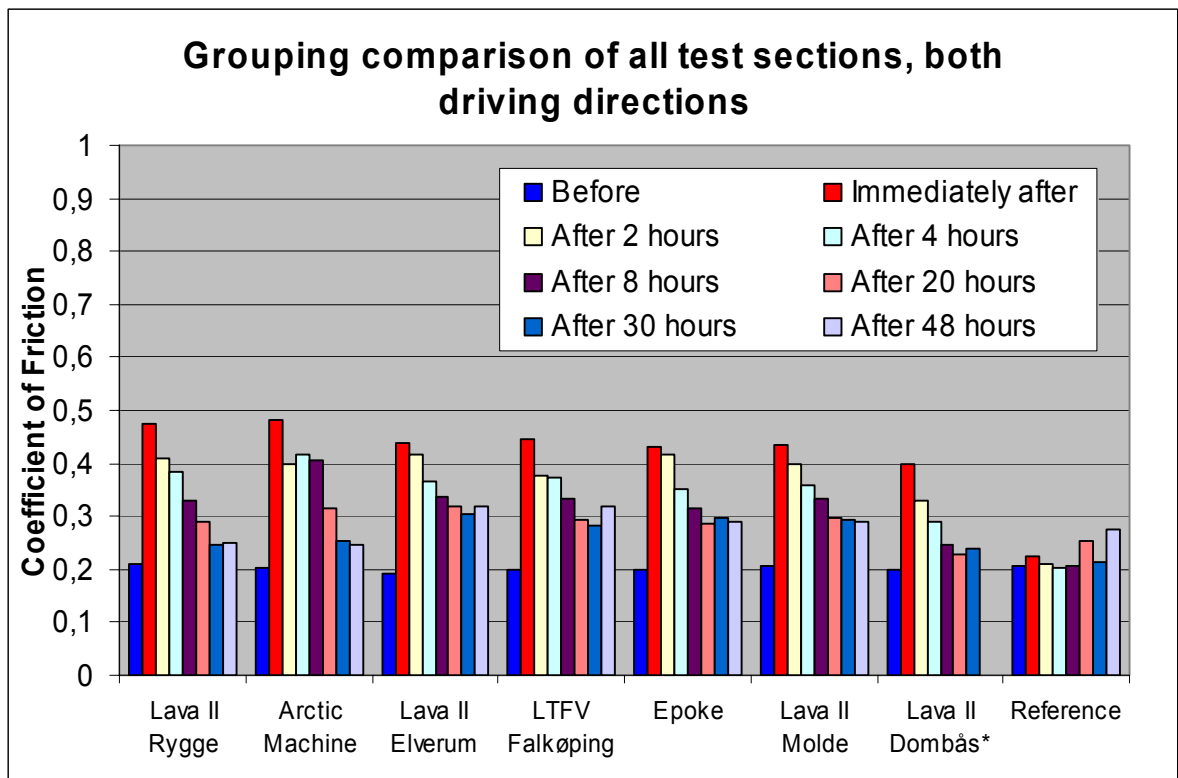
None of the tested trucks can get an approved character with regards to disposed material on the roadway. The variations indicates that the manufacturers do not have full control of the amount of material leaving the spinner neither when it comes to dry material nor the amount of water. As pointed out after similar tests last year, it will be an important task for the manufacturers to improve on this point.

It has to be added that too little amount of sand not necessarily is only a problem with the adjustment of the material feeding on the truck, but can as much be caused by the fact that most of the trucks not yet has solved the challenge to handle “difficult” sand material. The controls carried out are to be regarded as spot tests, and with other material than normally used on the trucks. The results from the tests of the disposed material are therefore not necessarily representative for the daily operations with well proven local sand. In any case it seems important to put focus on the quality control both with regards to the amount of sand and water and on the spreading width.

The results from the friction measurements (fixed slip ratio) can be summarized as follows:

There were found relatively uniform results on the first day of the test (road section 1-3), but there were greater variations between the trucks on the second and third day. This was valid especially for E6 Hp 18 (test section 4 and 5). One possible cause for this can be that it might have been greater problems handling the sand material used that day than during the tests the other days.

Extracting the results from each part of the test sections and calculating the mean coefficient of friction in different points of time after the sanding action, it is interesting to note that the trucks with the highest friction improvement immediately after the action do not keep this position over time. This is quite evident from the figure shown below.

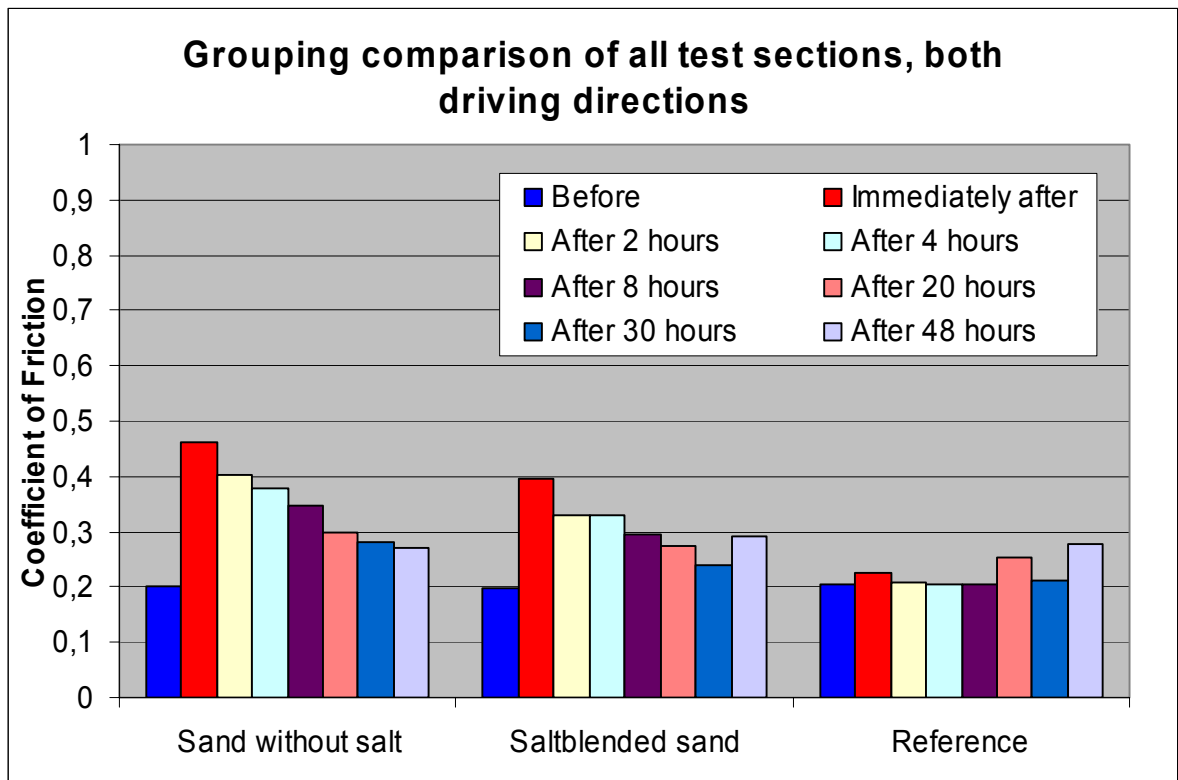


\*) Lava II Dombås used salt blended sand

4 of the trucks are almost on the same level after 30 hours. 2 of the trucks had a good development until 20 hours after the action was made, but then fell to a lower level than the 4 trucks with the best results after 30 hours. The 7<sup>th</sup> spreader which was only used with salt blended sand fell below a limit of a coefficient of friction of 0.30 already after 4 hours.

The measurements after 48 hours were made only on NR 29, and are therefore not representative for all road sections included in the test. There were anyhow found promising results with regards to the long lasting effect from Fastsand measures looking at the results from 4 of the trucks 30 hours after the actions were made.

One interesting dimension in the tests carried out was that Epoke and Stratos Lava II Molde the second day of the tests (road section 4, 5 and 6) used sand with some salt added. In the figure on the next page there is made a comparison between the two types of material used in the tests.



One can see that sand with salt added both has a lower friction improvement measured right after the action, and that the friction stays lower were salt blended sand is used compared to use of sand without salt during the whole time horizon investigated. It therefore seems that adding salt in the sand has a negative impact on the effect from using the Fastsand technique. Adding salt can imply that there has to be carried out more actions to keep a certain friction standard compared to using sand without salt.

## Definisjoner/forklaringer

Befuktet sand	Befuktet sand vil si at det tilsettes vann til sanden. Ingen bestemte temperaturkrav. Kan benyttes i kombinasjon både med etterhengende spreder og tallerkenspreder.
Varmbefuktet sand	Varmbefuktet sand vil si at vannet skal holde en temperatur på minimum 90 <sup>0</sup> C levert i tilkoplingspunktet på sprederen.
Fastsand	Fastsand er synonymt med varmbefuktet sand og benyttes som betegnelse på den nye strømetoden.
Friksjonskoeffisient	Friksjonskoeffisienten benevnes med den greske bokstaven $\mu$ , 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.
Friksjonstilskudd	Friksjonstilskuddet er forskjellen (differansen) mellom friksjonen målt etter tiltak og friksjonen målt like før tiltak. Friksjonstilskuddet er også angitt som E = effekt av tiltak.
Emissivitet	Emissiviteten er et uttrykk for varmestrålingsevnen til et materiale, definert som hvor stor del av energien som blir sendt tilbake i forhold varmestrålingen fra en svart overflate (svart boks). En svart boks er et materiale som er perfekt på den måten at den stråler ut all varmeenergi som blir absorbert og har derved en emissivitet på 1,0.
HMS-krav	Statens vegvesen har som arbeidsgiver og byggherre det mål at all virksomhet i etaten skal gjennomføres uten at mennesker og miljø påføres skade. Dette reguleres gjennom en rekke lover og forskrifter. Bl a i Maskinforskriften hvor det heter at: ”Maskiner skal være konstruert og utformet slik at de kan fungere, innstilles og vedlikeholdes uten at personer utsettes for fare når operasjonene blir utført under forhold produsenten har forutsatt”. Anmerkninger i forhold til HMS-krav kan f eks være at tilgjengelighet til strøcontainer eller brennersystem ikke er godt nok løst slik at enkelte arbeidsoperasjoner kan medføre fare
Eutektisk temperatur/ konsentrasjon	Den laveste temperaturen (teoretisk) en væskeblanding forblir i løsning ved en bestemt konsentrasjon. Alle kjemikalier har en unik maksimum konsentrasjon og minimum smeltetemperatur





## 1. Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Med utgangspunkt i rapporten "Friksjonsforbedrende tiltak - forprosjekt" (september 1997) ble det satt i gang et hovedprosjekt høsten 1997 med tittelen "Vinterfriksjonsprosjektet". Vinterfriksjonsprosjektet inngikk i etatsprosjektet "Effektiv vinterdrift" i perioden 1998-2002, og sentrale aktiviteter er senere gjennomført innenfor Vegdirektoratets ordinære FoU-budsjetter.

### 1.2 Utvikling av Fastsandmetoden

En sentral del i Vinterfriksjonsprosjektet var å se på mulighetene for å forbedre den tradisjonelle sandingsteknikken med tørr sand. Etter de første testene med nye sandingsmetoder vinteren 1998/99, ble det anbefalt en videre satsing på metoden med å blande strøgrusen med kokende vann. Metoden, som har fått betegnelsen Fastsand, er grundig dokumentert gjennom ytterligere vitenskapelige forsøk og tester av spredrutstyr sesongene 1999/2000 - 2003/2004. Det foreligger egne rapporter fra hver av de foregående sesongene.

Til sesongen 2004/2005 tilbød følgende leverandører utstyr for Fastsandmetoden på det norske markedet:

- Schmidt/Nido – Stratos Lava
- Teho - Arctic Maskin
- Falköping – LTFV Falköping
- Epoke / Fasa 2000

Til sesongen 2004/2005 forelå det ingen nyheter på brennersystemet på de ulike utstyrsenhetene, men det var gjort en del forbedringer mekanisk i forhold til håndtering av vanskelige masser. Epoke stilte med en spredde med varmesystemet Fasa 2000 levert av firmaet Mec Tec i Svelvik. I tillegg til utstyr fra de nevnte leverandørene, går det fortsatt noen enheter av typen Fasa 2000 fra Veimas / Mec Tec i Norge, men sistnevnte firma har ikke levert nye spredere siden sesongen 2001/2002.

### 1.3 Feltstudier

Prosjektet rundt utvikling av den nye sandingsmetoden har nå pågått i 6 år, og det har hele tiden vært et mål å forbedre Fastsandutstyret bl a i forhold til:

- effekt på veg
- driftsstabilitet og driftssikkerhet
- kort oppvarmingstid før bilen er driftsklar
- håndtering av grusmassene som anbefales (0-4 mm med 10 % finstoff)

Feltstudier har vært en sentral aktivitet under utviklingen av Fastsandmetoden. Dette har vært avgjørende for å kunne dokumentere at utviklingen har gått i riktig retning, og er viktig med tanke på at produsentene av utstyr får objektive tilbakemeldinger om hvordan utstyret fungerer. Denne rapporten inneholder en oppsummering av resultatene fra testene av Fastsandspredere som ble gjennomført på Dombås 18. – 20. januar 2005 (uke 3 / 2005).

## 2. Forsøksopplegg i uke 3 / 2005

### 2.1 Spreaderutstyr / metoder som ble testet

Testene av spreaderutstyr/strømetoder gikk over 3 dager (18. – 20. januar 2005) og omfattet følgende utstyr og metoder:

Fastsandspredere:

- Stratos Lava II, Luftforsvaret Rygge, leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, Mesta Molde, leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, Kolo Veidekke Elverum (midlertidig montert på Sisu lastebil), leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, Mesta Dombås, leverandør: Schmidt Norge AS
- Arctic Machine, bil fra finske NCC, leverandør: Arctic Machine / Tellefsdal AS
- LTFV Falköping, Kolo Veidekke Oppdal, leverandør: Sigurd Stave Maskin AS
- Epoke Sirius med Fasa 2000, Skanska Norge, leverandør: Grindvold AS

Øvrige strømetoder:

- ICE-AWAY

Hovedhensikten med testene i uke 3/2005 var å undersøke Fastsandutstyr fra ulike leverandører i forhold til funksjonalitet.

ICE-AWAY ble avtalt tatt inn i testene etter avtale med den norske importøren. ICE-AWAY som framstilles i Danmark er produktnavnet på et salt som har betegnelsen Calcium Magnesium Acetat forkortet til CMA. CMA er ikke et naturlig forekommende stoff og ble først framstilt syntetisk i 1980 som et resultat av forskning finansiert av FHWA. Hensikten var å utvikle et ikke korrosivt kjemikalium som et alternativ til klorholdige salter. CMA består hovedsakelig av kalsium og magnesium. Med et Ca:Mg forhold på 3:7 vil den eutektiske temperaturen være  $-27,5^{\circ}\text{C}$  med en vektprosent (løsningskonsentrasjon) på 32,5. Den laveste effektive temperaturen for CMA er oppgitt til å være  $-7^{\circ}\text{C}$  (Minsk, 1998).

### 2.2 Utstyr og metoder som ble testet ut

I det følgende er det gitt en kort beskrivelse av hver enkelt Fastsandspreder. For nærmere informasjon om de enkelte enhetene henvises det til leverandørene/produsentene av utstyret.

#### 2.2.1 Epoke

Figur 2.1 viser enheten fra Epoke. Brennersystemet er bygd opp av Mec Tec AS. Det er en total varmekapasitet på brennerne på 186 kW fordelt på 2 brennere. Total lastekapasitet for vann er  $3,2\text{ m}^3$ .



**Figur 2.1:** Epoke, Skanska Norge

### 2.2.2 Stratos Lava II

Figur 2.2 viser enheten fra Luftforsvaret på Rygge av typen Stratos Lava II som ble testet på Dombås i uke 3/2005. Figur 2.3 - Figur 2.5 viser de øvrige enhetene av typen Stratos Lava II som deltok i testen. Det at det var med så mange som 4 enheter av samme type var i henhold til et ønske fra leverandøren/entreprenørene. Dette ga samtidig en mulighet til å studere eventuelle variasjoner mellom utstyr av samme type.



**Figur 2.2:** Stratos Lava II, Luftforsvaret Rygge

Brennersystemet på Stratos Lava II har en noe større varmeeffekt enn på Lava I. Totaleffekten er økt til 270 kW fordelt på 3 brennere. Stratos Lava II er tilpasset kravet om hastighetsavhengighet, og er noe modifisert i forhold til Stratos Lava I.



**Figur 2.3:** *Stratos Lava II, Mesta Molde*



**Figur 2.4:** *Stratos Lava II, Kolo Veidekke Elverum*



**Figur 2.5:** *Stratos Lava II, Mesta Dombås*

### 2.2.3 Spreder fra Falköping

Figur 2.6 viser bilde av Falköpings Fastsandenhet som ble levert sesongen 2004/2005.



**Figur 2.6:** *Fastsandspreder levert av Falköping til sesongen 2004/2005, Kolo Veidekke Oppdal*

Enheten fra Falköping er utstyrt med et standard varmtvannsaggregat med én brenner på 300 kW. Vekslere og en sirkulasjonspumpe er integrert i en glykolfylt lukket krets. Totalt

vannvolum i en isolert tank er på 2100 liter (økt fra 1800 liter siden forrige sesong). For (ifølge leverandøren) å få optimal blanding av grus og vann passerer materialet gjennom en mikser som er montert i røret som føres ned på tallerkenen.

Falköping enheten er hastighetssynkron når det gjelder vanntilsetning (vegavhengig). Til forskjell fra enhetene fra de andre leverandørene har Falköpingenheten et selvdrenerende system for frostsikring. De andre enhetene er basert på at frostsikringen skjer ved bruk av glykol fra separat tank.

#### 2.2.4 Spreder fra Arctic Machine

Figur 2.7 viser sandsprederen fra Arctic Machine som ble testet på Dombås i uke 3/2005. Systemet er bygd opp på en Teho spreder og med basis i en dampgenerator som på siste modell er flyttet bak strøcontaineren. Fra 2004 har Arctic Machine benyttet en 300kw generator med en lukket og en åpen krets for varming vannet. Denne generatoren kan også levere damp/steam men dette benyttes bare til ekstrautstyr som stikkrennetiner. Dampsystemet består av en brenner, hydraulisk vannpumpe, elektrisk kontrollpanel, fjernstyrt kontrollpanel og varsel- og reguleringsfunksjoner. Varmen fra dampgeneratoren kan kontrolleres og reguleres under kjøring.



**Figur 2.7:** *Fastsandspreder fra Arctic Machine, NCC Finland*

Enheten fra Arctic Machine var modifisert i forhold til testen sesongen i januar 2004 med tanke på massehåndteringen.

#### 2.2.5 ICE-AWAY

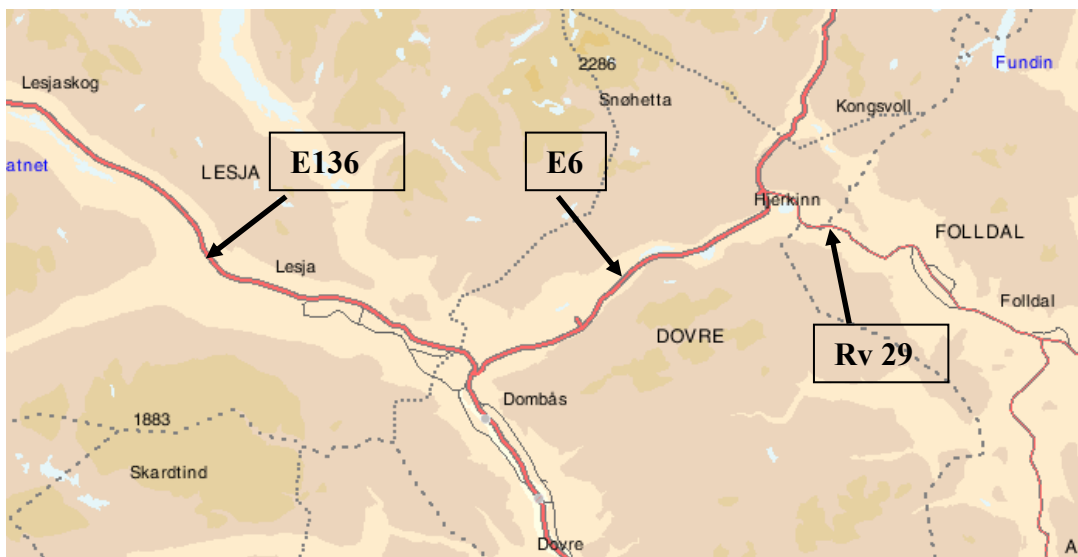
Planen var å teste ICE-AWAY både som ren løsning og som befuktingsvæske til sand. Figur 2.8 viser riggen for utspredning av løsning. Til utlegging av sand og ICE-AWAY ble det lagt opp til å benytte en vanlig tallerkenspreder med løsningstanker.



**Figur 2.8:** Rigg for utspredning av ICE-AWAY

### 2.3 Plan for testene

E6, Rv 29 og E136 ble benyttet som prøveområder under testene på Dombås i uke 3. Lokaliseringen av prøvestrekningene framgår av Figur 2.9.



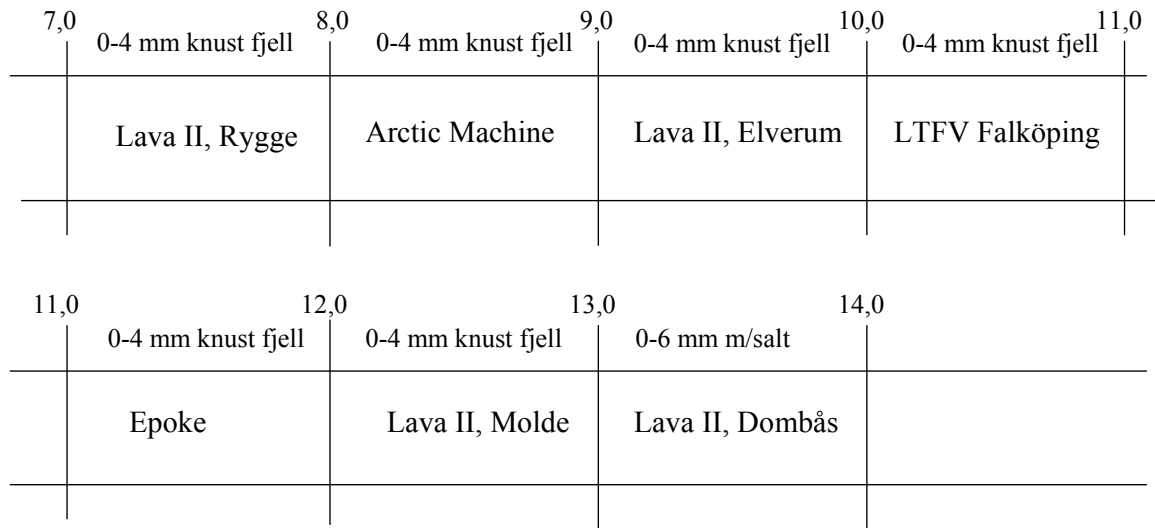
**Figur 2.9:** Forsøksstrekninger som ble benyttet under testene i uke 3/2005

Vegene som ble benyttet har følgende karakteristika:

- E6, ÅDT = 1700-1800
- Rv 29, ÅDT = 800
- E136, ÅDT = 1650



Inndelingen av teststrekningene i delstrekninger er gjengitt i Figur 2.10 - Figur 2.16. På alle strekningene ble det strødd ett drag i hver retning. Totalt ble det foretatt strøing av 44 delfelt på snø-/isdekke. På Rv 29 (strekning 6) ble det strødd i 2,5 meter bredde, ellers ble det strødd i 3 meter bredde.



**Strekning 1 (E6 Oppland, Hp 20)**

Dombås



Hjerkinn



**Figur 2.10:** *Strekning 1*



**Strekning 2 (E6 Oppland, Hp 20)**

Dombås



Hjerkinn



**Figur 2.11:** *Strekning 2*



**Strekning 3 (E6 Oppland, Hp 20)**

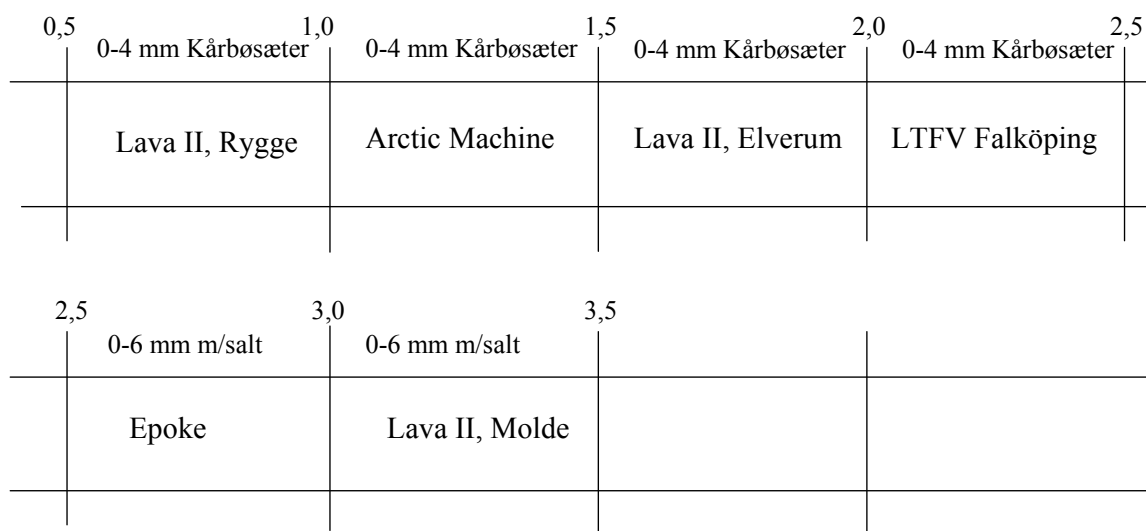
Dombås



Hjerkinn



**Figur 2.12: Strekning 3**



**Strekning 4 (E6 Oppland, Hp 18)**

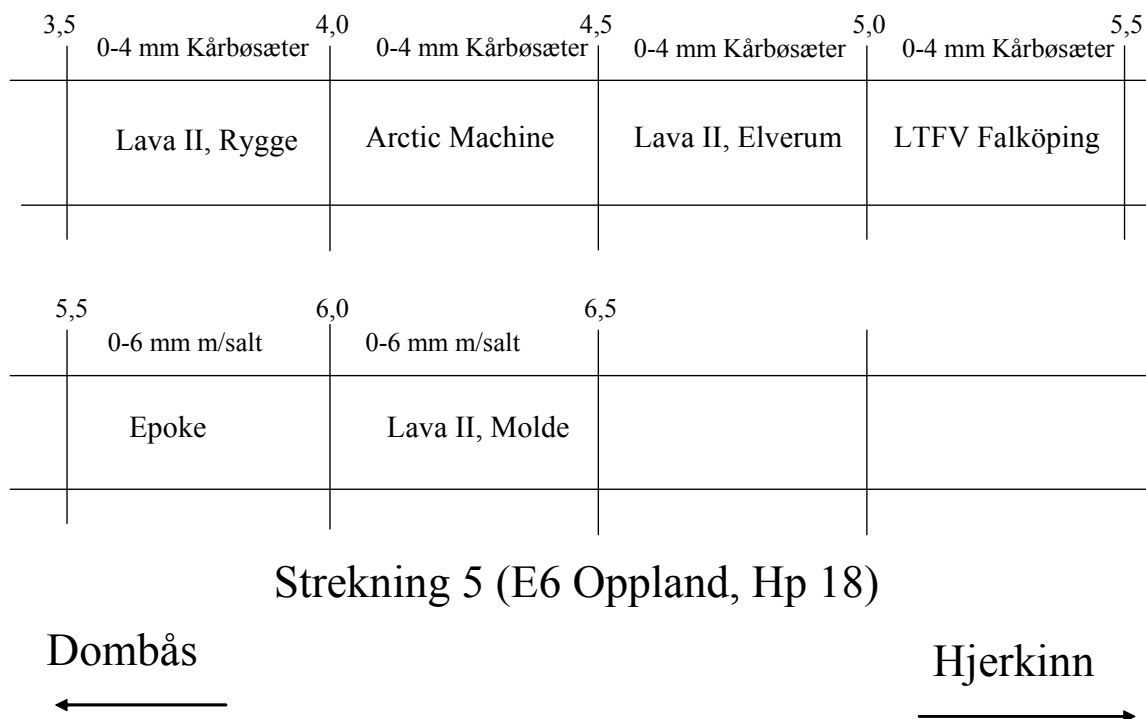
Dombås



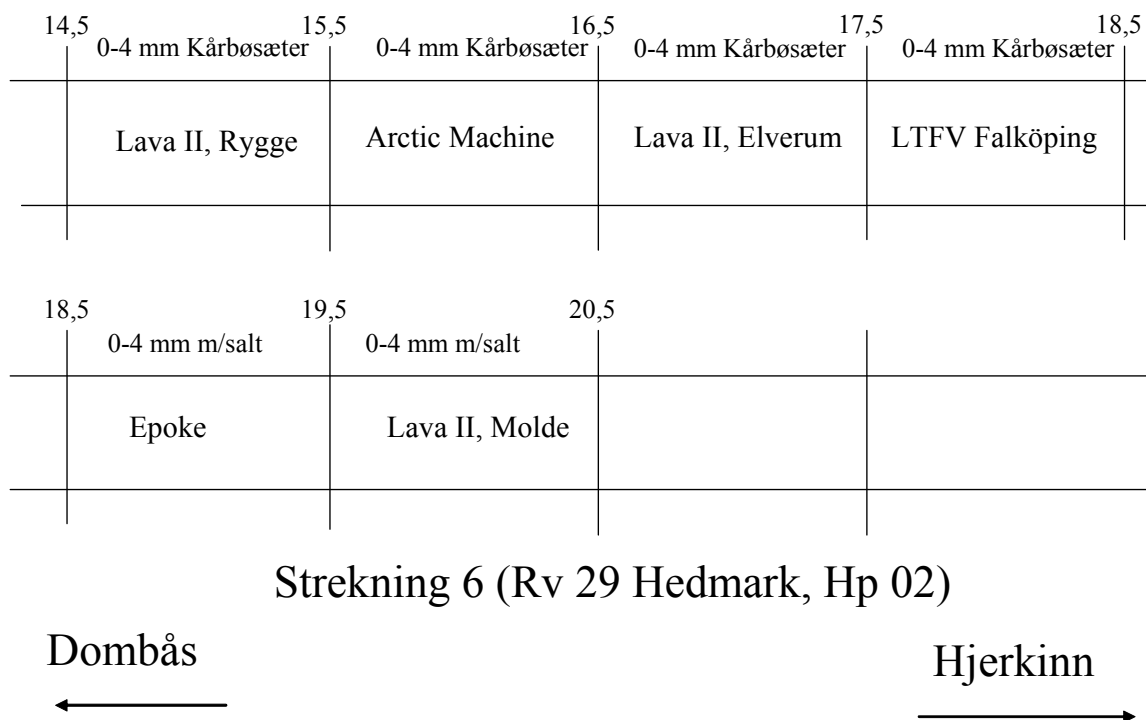
Hjerkinn



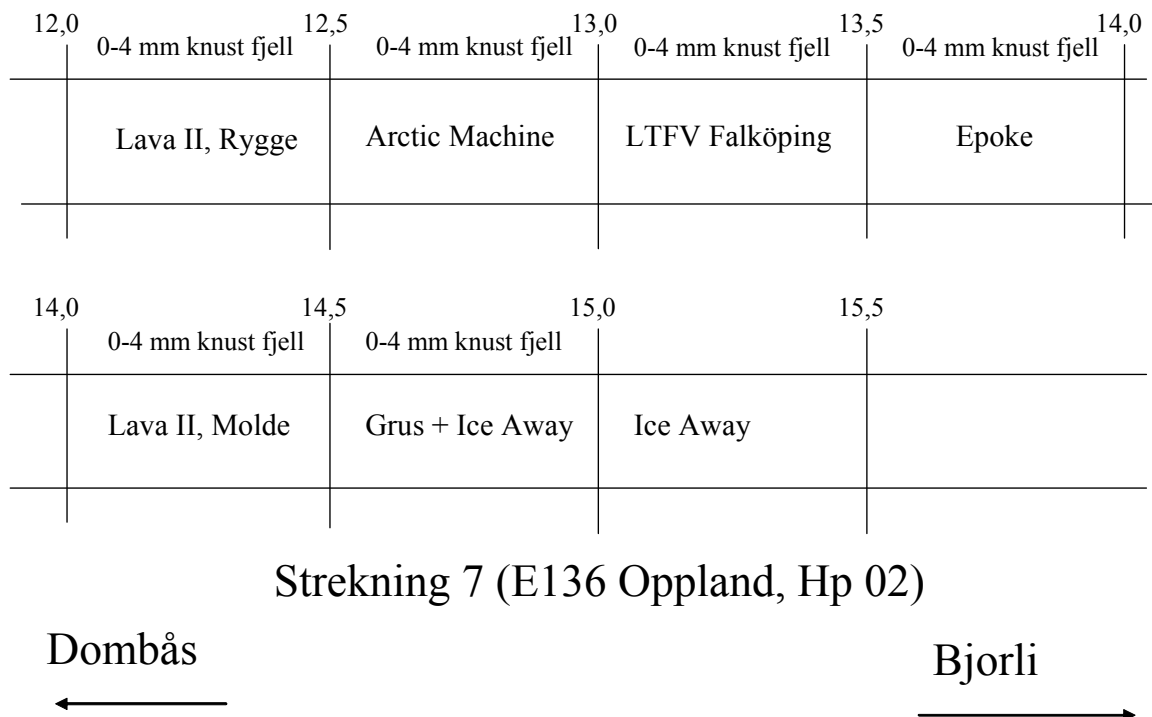
**Figur 2.13: Strekning 4**



**Figur 2.14:** *Strekning 5*



**Figur 2.15:** *Strekning 6*



**Figur 2.16:** *Strekning 7*

Testene foregikk i perioden 18. – 20. januar etter følgende plan:

Tirsdag 18. januar, kl 12:00:

2 teststrekninger à 7 delfelt på E6, Hp 20. Strøing med 7 Fastsandspredere, 0-4 mm knust fjell fra Veblungnes sandtak. 1 bil m/ 0-6 mm m/salttilsetning. Tynt isdekke.

Tirsdag 18. januar, kl 15:00:

1 teststrekning à 7 delfelt på E6, Hp 20. Strøing med 7 Fastsandspredere, 0-4 mm knust fjell fra Veblungnes sandtak. Tynt isdekke.

Onsdag 19. januar, kl 11:00:

2 teststrekninger à 6 delfelt på E6. Strøing med 6 Fastsandspredere, 0-4 mm knust natur fra Kårbøsæter sandtak. 2 biler m/ 0-6 mm m/salttilsetning. Tynt isdekke.

Onsdag 19. januar, kl 14:30:

1 teststrekning à 6 delfelt på Rv 29. Strøing med 6 Fastsandspredere, 0-4 mm knust natur fra Kårbøsæter sandtak. 2 biler m/ 0-6 mm m/salttilsetning. Isdekke.

Torsdag 20. januar, kl 10:10:

1 teststrekning inndelt i 7 delfelt på E136. Strøing med 5 Fastsandspredere på tynt isdekke. 0-4 mm knust fjell fra Veblungnes. Forsøk med ICE-AWAY på 2 delfelt

Dessverre oppstod det tekniske problemer med begge utstyrene som skulle legge ut ICE-AWAY. Det foreligger derfor ikke reelle resultater fra de 2 delfeltene. Det ble i stedet

gjennomført et nytt forsøk i regi av Statens vegvesen Region midt 3. – 4. februar 2005. Noen av resultatene fra den testen er gjengitt i avsnitt 3.7.

Til opplasting av grusmasser ble det benyttet hjullaster, se Figur 2.17.



**Figur 2.17:** *Opplasting med hjullaster*

Siktekurver for grusmaterialene er gjengitt i vedlegg 1. I tillegg til testene på veg ble det utført følgende kontroller:

- Strøbredde
- Kjørehastighet
- Kontrollveining av tørrstoffdelen
- Kontroll av utlagte mengder befuktet grus
- Kontroll av vanntemperatur
- Opptak med varmekamera under utstrøing både 18. og 19. januar

Figur 2.18 - Figur 2.23 viser førsituasjonen før strøing på de ulike prøvestrekningene. Det var gunstige forsøksbetingelser under alle testene som ble gjennomført både med tanke på føre- og temperaturforhold. Det var isdekke på alle forsøksstrekningene og minimalt med bare flekker, men noe løs snø enkelte steder. Bildene som er gjengitt er tatt av kamerasystemet i Roar Mark III og presentert gjennom programapplikasjonen VitaPhoto.



**Figur 2.18:** *Situasjonen før strøing på E6 Hp 20, strekning 1*



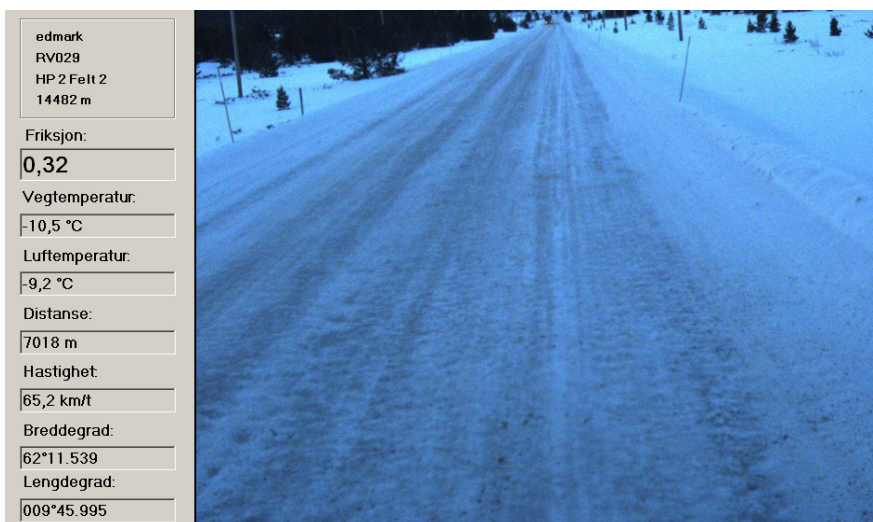
**Figur 2.19:** *Situasjonen før strøing på E6 Hp 20, strekning 2*



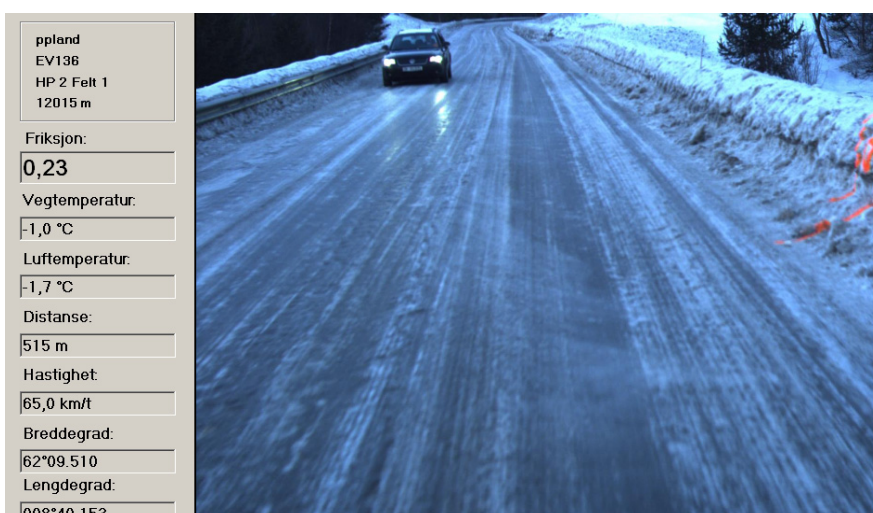
**Figur 2.20:** *Situasjonen før strøing på E6 Hp 18, strekning 4*



**Figur 2.21:** *Situasjonen før strøing på E6 Hp 18, strekning 5*



**Figur 2.22:** *Situasjonen før strøing på Rv 29 Hp 2, strekning 6*



**Figur 2.23:** *Situasjonen før strøing på E136 Hp 2, strekning 7*

## 2.4 Skilting av forsøksstrekninger

Forsøksstrekningene ble skiltet i hver ende som illustrert i Figur 2.24. Det var på forhånd utstedt en varslingsplan, og det ble ført en løpende logg for hver skiltplassing.



**Figur 2.24:** Skilting av forsøksstrekninger

## 2.5 Preparering av underlaget

For å fjerne løs snø, ble det benyttet en frontmontert kost, se Figur 2.25.



**Figur 2.25:** Preparering av underlaget



## 2.6 Oppfølgingsrutiner

### 2.6.1 Klimadata

Klimadata, dvs temperatur- og nedbørsdata, er hentet fra DNMI's målestasjon på Fokstua og Lesjaskog via eKlima samt at det ble foretatt temperaturmålinger i luft og vegbane med håndholdt utstyr under selve forsøkene.

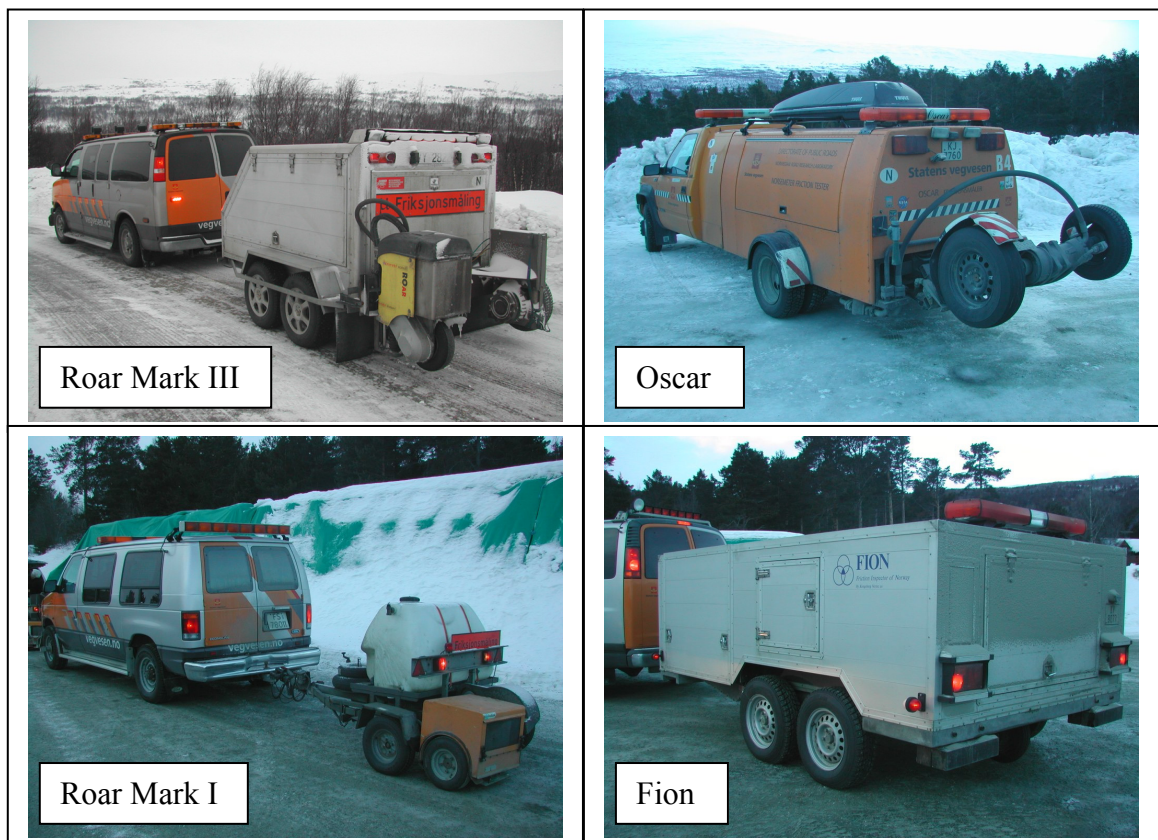
### 2.6.2 Friksjonsmålinger

For å måle effekten på veg ble det foretatt friksjonsmålinger med følgende måleutstyr:

- Oscar
- Roar Mark III, Region midt
- Roar Mark I, Region sør
- Roar Mark I, Region øst
- FION, Region øst

Målingene ble foretatt etter standard prosedyre med målinger før tiltak, rett etter tiltak og videre oppfølging for å se på varigheten av tiltakene.

Figur 2.26 viser bilder av de ulike typene friksjonsmålere som ble benyttet. Alle målerne unntatt Roar Mark I måler både variabel og fast slip. Fast slip vil si at målehjulet bremses med en fast slipp prosent (bremsekraft) i forhold til underlaget.



**Figur 2.26:** Friksjonsmåleutstyr som ble benyttet under testene på Dombås

Friksjonsmålingene ved variabel slip skjer ved at et eget målehjul bremses ned til full stopp. Dette gir målinger av hva som skjer under bremseforløpet i form av en bremsekurve, og det foretas beregning av friksjon flere ganger under nedbremsingen (for Oscar beregnes friksjonen også etter hvert som målehjulet gjenvinner hastigheten ved fritt løpende hjul). Maksimalfriksjonen som en har valgt å benytte som mål på friksjonen inntreffer vanligvis før hjulet er låst, men slippprosenten ved maksimalfriksjon vil variere avhengig av underlaget.

Under friksjonsmålinger kjøres det normalt med en konstant hastighet på 60 km/t. Ved variabel slip målinger foretas en måling hvert 2. sekund, det vil si at det blir foretatt en måling hver 40. meter.

I de presenterte resultatene er det valgt å benytte målingene som ble utført med Roar Mark III, se Figur 2.27.



**Figur 2.27:** *Friksjonsmåling med Roar Mark III*

### 2.6.3 Øvrige bilder

Ved testene i uke 3/2005 ble det benyttet varmekamera for å understøtte dokumentasjonen av virkemåten til de ulike bilene. Til dette formålet ble det benyttet et kamera av typen Inframetrics SC1000 som dekker temperaturintervallet  $-10^{\circ}$  til  $+2000^{\circ}$  C. Følsomheten til varmekameraet er på  $0,1^{\circ}$  C. Ved analyse av bildene er emissiviteten (strålingsevnen) til blandingen av sand og vann satt til 0,94.

### 3. Resultater

#### 3.1 Generelt

Det primære med testene var å foreta en sammenligning av de enkelte bilene, og ikke utprøving av selve metoden. Dette er årsaken til at det i denne rapporten er valgt en forenklet framstilling av resultatene i forhold til tidligere vitenskapelige forsøk.

#### 3.2 Kontroll av vekten på tørrstoffet

Kontroll av vekten på tørrstoffet kan måles som illustrert i Figur 3.1.



**Figur 3.1:** *Kontroll av vekten på tørrstoffet*

Til kontrollen av vekten på den tørre grusen benyttes det en gummatte på 3 m<sup>2</sup>. Etter en overfart samles grusen opp og veies. Det bør helst benyttes 2 matter som det beregnes gjennomsnittet av.

Før utkjøring på prøvestrekningene ble det overlatt til hver enkelt utstyrsleverandør å justere bilen inn på riktige mengder (200 gram tørrstoff) ut fra standard prosedyrer for eget utstyr. For de som ønsket det var det anledning til å foreta en kontroll basert på ovennevnte prosedyre.

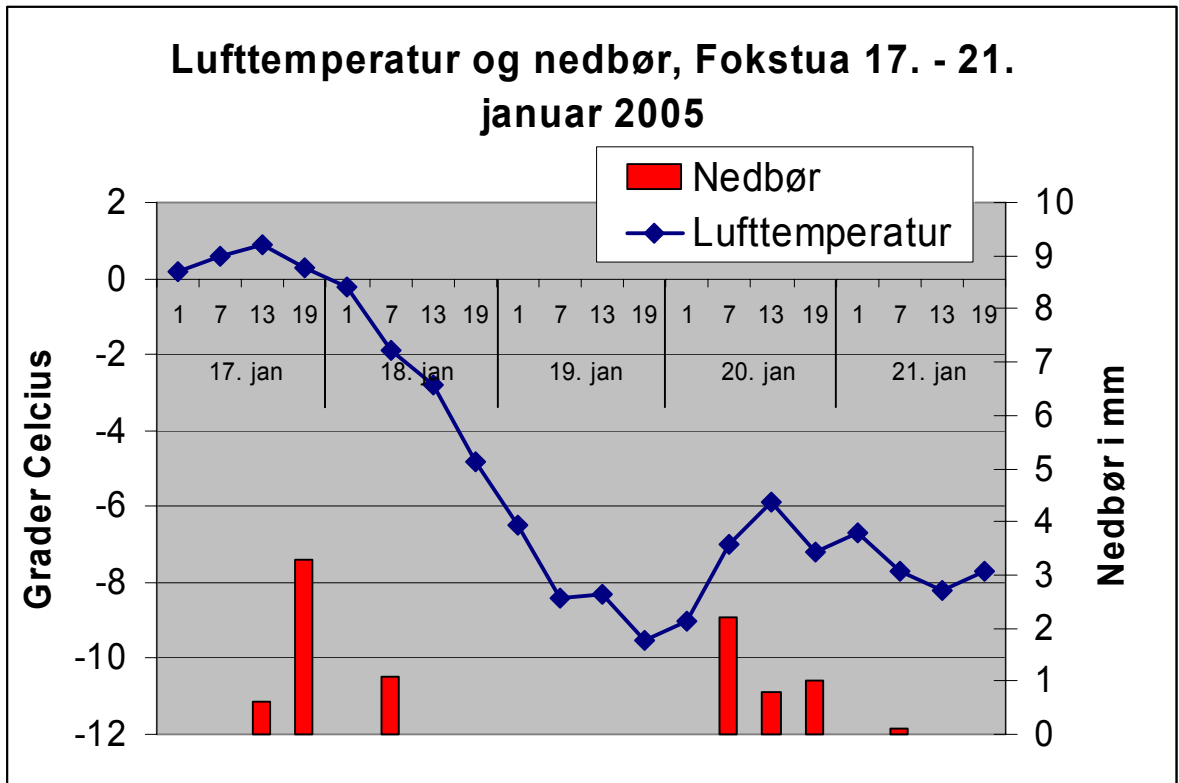
Det var med observatører for å følge med på kalibreringsprosedyren på bilene. Dette ble ikke gjennomført for alle bilene, og oversikten nedenfor er derfor ikke komplett:

- Stratos Lava II, Rygge. Kalibreringsprosedyren grei å utføre, men krever en del arbeid ved at masse og vann må veies. Det er nødvendig med opplæring.
- Arctic Machine. Greitt å utføre. Fordel å være 2 personer, men går greitt også med én person. Kan forhåndskalibrere for 4 materialsorter, f eks 3 gruskvaliteter pluss salt.
- Stratos Lava II, Kolo Veidekke Elverum. Både sand og vann ble kalibrert i vekt. Det var litt problemer i begynnelsen da det under kalibreringen av sand viste seg å være hulrom over beltet. Da dette ble ordnet gikk kalibreringen bra. Ved siste kalibrering av sanden viste panelet 21,25 kg og vekta 22 kg. Ved siste kalibrering av vannet viste panelet 24,9 kg og vekta 25,0 kg. Massen på beltet er konstant. Justering av mengde og bredde ordner hastigheten på beltet.

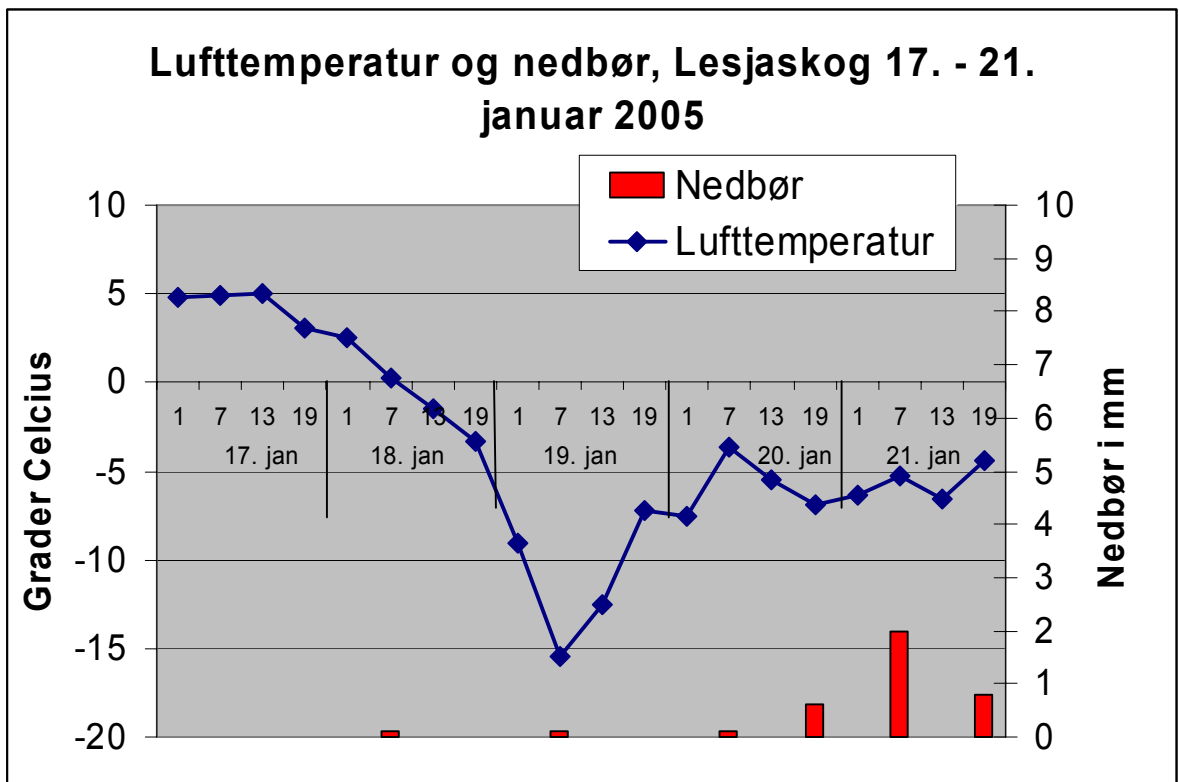
### 3.3 Forsøksbetingelser under testene

Figur 3.2 og Figur 3.3 viser temperatur og nedbørsdata fra DNMI's stasjon på Fokstua og Lesjaskog. Som det framgår av temperaturoversiktene var det relativt kaldt under testperioden, og gode forsøksbetingelser rent temperaturmessig med tanke på utstyrstester.

I Tabell 3.1 er det gjengitt temperaturdata fra manuelle registreringer under testene i uke 3/2005.



Figur 3.2: Temperatur og nedbørsdata fra DNMI' stasjon på Fokstua



Figur 3.3: Temperatur og nedbørsdata fra DNMI' stasjon på Lesjaskog

**Tabell 3.1:** *Temperaturdata fra testene Dombås i uke 3/2005*

Veg, Hp	Dato	Tidspunkt	Km	Luft	Dekke	Duggpunkt	Luftfuktighet	
E6, Hp 20	18. januar	12:00	5,6	-2,0	-2,0	-5,6	64,2	
		12:15	9,0	-2,2	-2,0	-6,7	69,5	
		12:20	12,5	-2,1	-2,0	-5,6	68,5	
		12:35	17,0	-0,8	-2,0	-4,2	71,2	
		12:55	21,0	-2,1	-2,0	-7,7	52,9	
		14:45	5,6	-1,7	-2,0	-6,0	70,1	
		14:50	9,0	-0,9	-2,0	-6,1	60,5	
		15:00	12,0	-1,5	-2,0	-7,9	60,9	
		15:05	17,0	-1,5	-2,0	-5,9	59,3	
		15:09	21,0	-1,1	-2,0	-5,6	66,0	
		15:15	23,0	-2,1	-2,0	-6,6	70,7	
		15:21	25,5	-2,1	-2,0	-7,2	61,7	
		15:30	28,0	-2,0	-2,0	-6,5	61,3	
		19:55	5,6	-2,6	-3,0	-5,1	51,8	
		20:05	9,0	-2,9	-4,0	-9,5	55,3	
		20:15	12,5	-3,0	-3,0	-9,5	64,0	
		20:20	17,0	-4,0	-4,0	-10,3	50,7	
		20:25	21,0	-6,1	-4,0	-10,3	32,7	
		10:40	23,0	-5,4	-4,0	-7,5	35,0	
		20:50	25,5	-5,4	-4,0	-8,2	38,2	
21:00	28,0	-5,4	-3,0	-8,0	39,0			
E6, Hp 18	19. januar	11:30	1,0	-8,9	-9,0	-15,2	38,6	
		12:00	1,5	-7,3	-9,0	-15,2	41,0	
		12:12	3,0	-9,6	-10,0	-18,0	35,5	
		12:19	4,5	-8,8	-9,0	-16,0	47,0	
		12:26	7,5	-8,9	-8,0	-15,8	47,2	
		16:30	1,5	-10,0	-9,0	-18,0	38,0	
		16:35	3,0	-10,3	-10,0	-13,5	35,2	
		16:45	4,5	-12,2	-11,0	-16,3	38,7	
		16:40	7,5	-14,7	-11,0	-18,2	37,0	
		21. januar	10:10	1,5	-10,3	-10,0	-19,8	34,2
			10:12	3,0	-9,5	-9,0	-18,4	35,9
			10:15	4,5	-10,5	-9,0	-16,7	45,6
			10:20	7,5	-8,6	-9,0	-16,5	35,6
		Rv 29, Hp 02	19. januar	15:15	20,0	-15,7	-12,0	-17,5
15:30	17,5			-15,0	-12,0	-19,0	50,3	
15:35	15,5			-14,0	-10,0	-14,0	60,2	
15:42	14,5			-15,0	-11,0	-21,7	42,5	
21. januar	09:25		20,0	-6,9	-8,0	-11,6	42,7	
	09:35		17,5	-7,9	-8,0	-11,5	55,2	
	09:40		15,5	-11,6	-9,0	-24,5	53,3	
	09:50		14,5	-12,5	-9,0	-11,3	53,1	
E136, Hp 02	20. januar	11:05	12,5	-3,2	-5,0	-11,5	55,1	
		11:25	14,0	-4,8	-5,0	-14,1	42,7	
		11:20	16,0	6,5	-5,0	-13,7	55,1	
		15:45	12,5	4,3	-5,0	-12,0	57,8	
		16:00	14,0	4,1	-4,0	-11,2	43,8	
16:15	16,0	5,2	-5,0	-11,5	53,0			

### 3.4 Kontroll av Fastsandenhetene

I tillegg til målinger av resultatene på vegen etter utstrøing og rapportene fra observatørene ble det foretatt følgende kontroller av strøbilene:

- Strøbredde og kjørehastighet
- Opptak med varmekamera under utstrøing både 18. og 19. januar
- Kontroll av vanntemperatur og strøbredder
- Kontroll av mengden materialer under utstrøing med befuktning

Resultatene fra de ulike kontrollene er gjengitt i det følgende.

#### 3.4.1 Strøbredde og kjørehastighet

I forbindelse med det første tiltaket på strekning 1 18. januar ble det foretatt kontroll av strøbredden som skulle være satt til 3 meter. Følgende bredder ble målt:

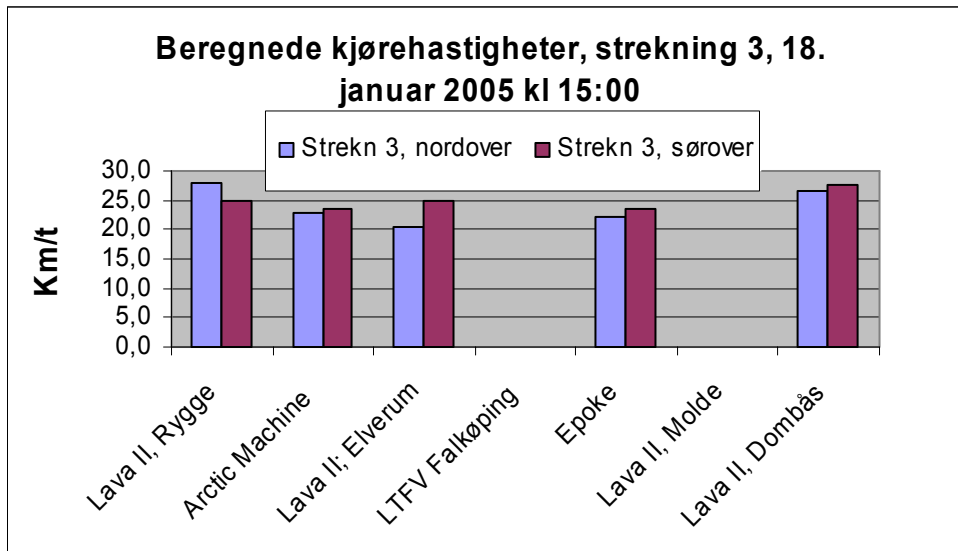
**Tabell 3.2:** *Kontroll av strøbredder*

Strøenhet	Innstilt bredde	Målt bredde
Stratos Lava II, Rygge	3 m	4,0 m
Arctic Machine	3 m	2,9 m
Stratos Lava II, Elverum	3 m	3,5 m
LTFV Falköping	3 m	2,7 m
Epoke	3 m	3,0 m
Stratos Lava II, Molde	3 m	4,0 m
Stratos Lava II, Dombås	3 m	4,5 m

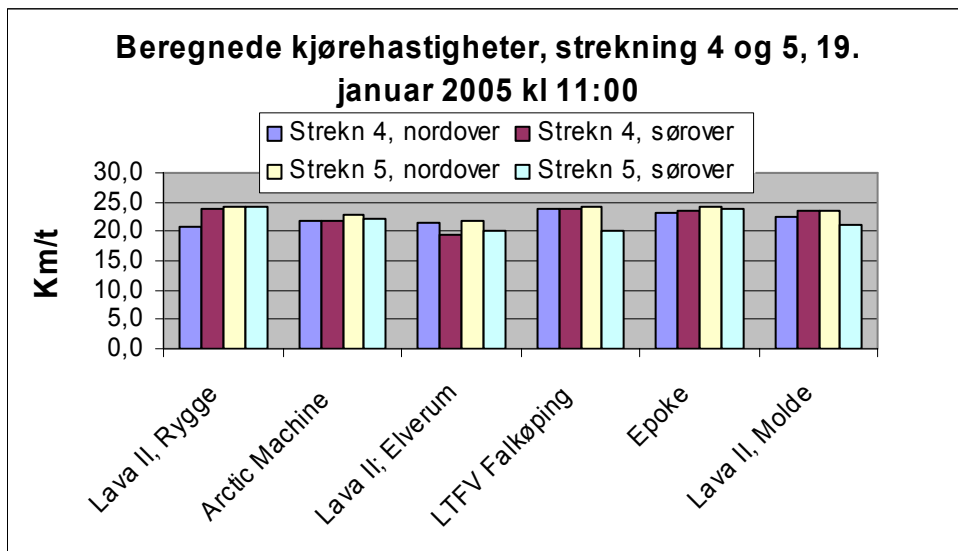
I forhold til den innstilte bredden på 3 meter, kan en av Tabell 3.2 se at alle Stratos Lava II enhetene strødde for bredt. Bare Arctic Machine, Epoke og LTFV Falköping lå innenfor en toleransegrense på 10 %.

Kjørehastigheten ble beregnet både 18. og 19. januar med utgangspunkt i tidtagning som ble foretatt av personer som fulgte med bilene som observatører. Resultatene er gjengitt i Figur 3.4 og Figur 3.5.

Anbefalt kjørehastighet var 25 km/t. Det var ingen store avvik fra denne hastigheten for noen av bilene verken 18. januar eller 19. januar, så dette må sies å være et svært tilfredsstillende resultat. Dette betyr også at kjørehastighetene ikke skal ha noen innvirkning på resultatene fra utstrøingen på de ulike delfeltene.



**Figur 3.4:** Beregnede kjørehastigheter 18. januar



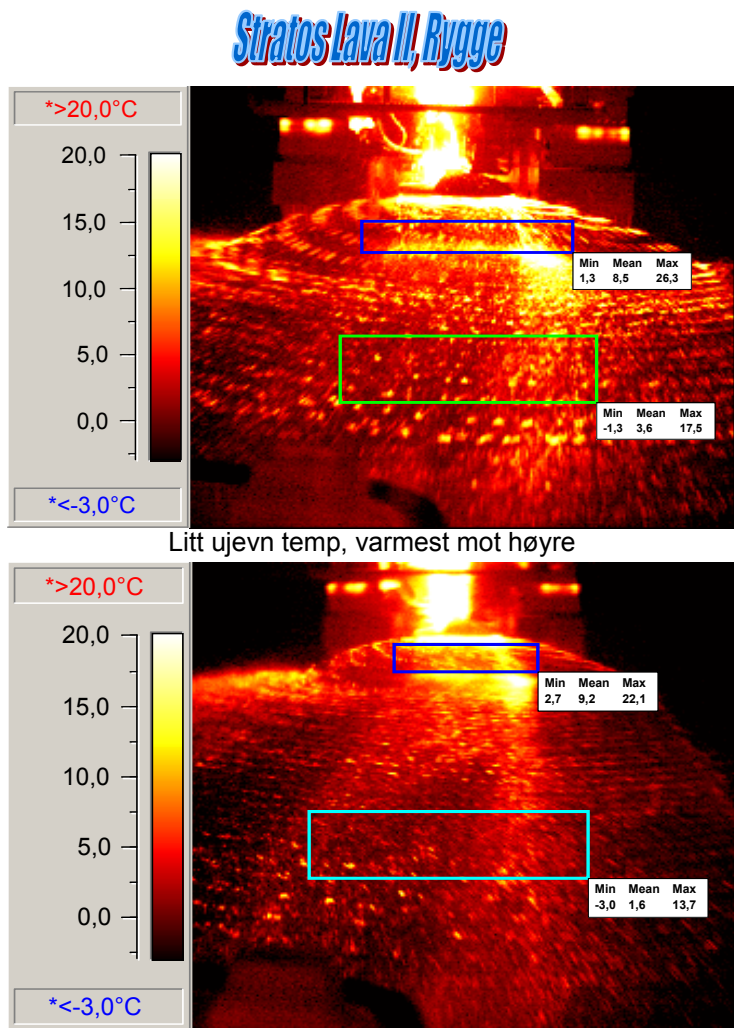
**Figur 3.5:** Beregnede kjørehastigheter 19. januar

### 3.4.2 Varmekamerabilder og strøresultat

I Figur 3.6 - Figur 3.19 er gjengitt varmekamerabilder samt bilder av strøresultatet på veg tatt første forsøksdagen. Figur 3.20 - Figur 3.25 viser varmekamerabilder tatt 19. januar.

I Figur 3.26 er det sammenstilt varmekamerabilder tatt 18. januar, og i Figur 3.27 er vist en tilsvarende montasje fra bildene som ble tatt dagen etter.

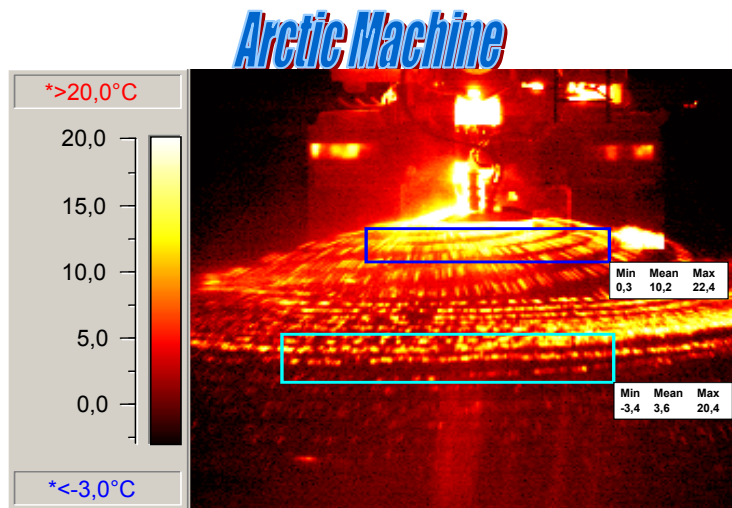




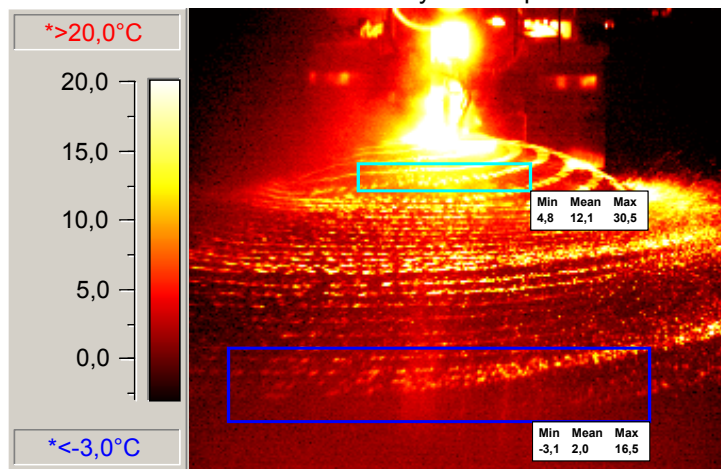
**Figur 3.6:** *Stratos Lava II Rygge. Bilde tatt 18.1.2005*



**Figur 3.7:** *Stratos Lava II Rygge. Strøresultat på veg*



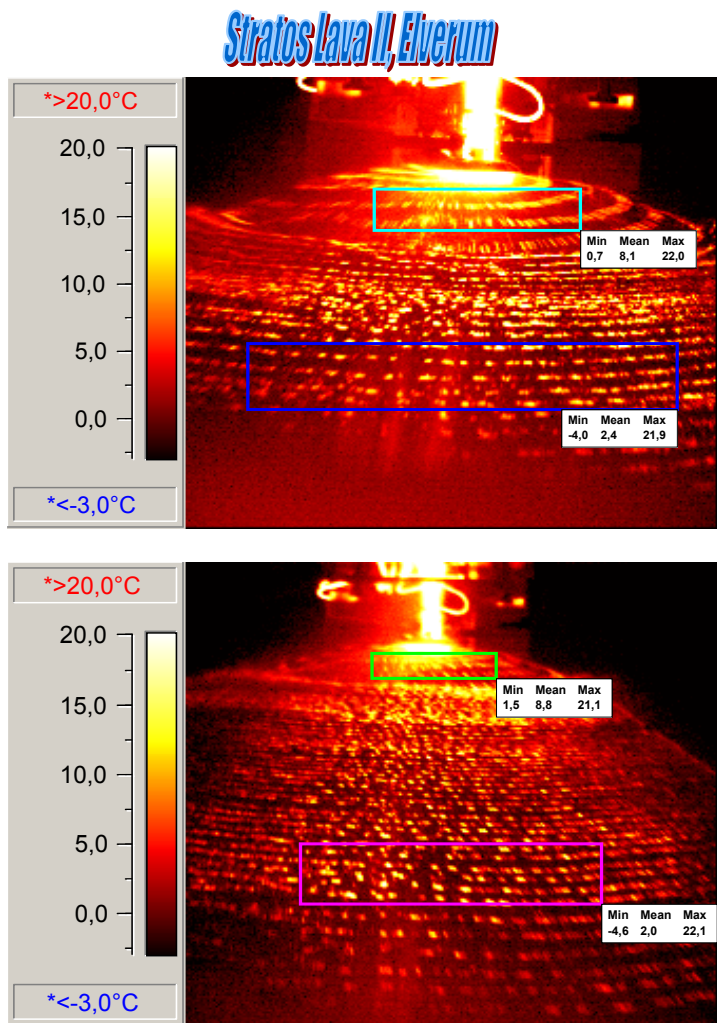
Danner felter med høy/lav temp



Figur 3.8: Arctic Machine. Bilde tatt 18.1.2005



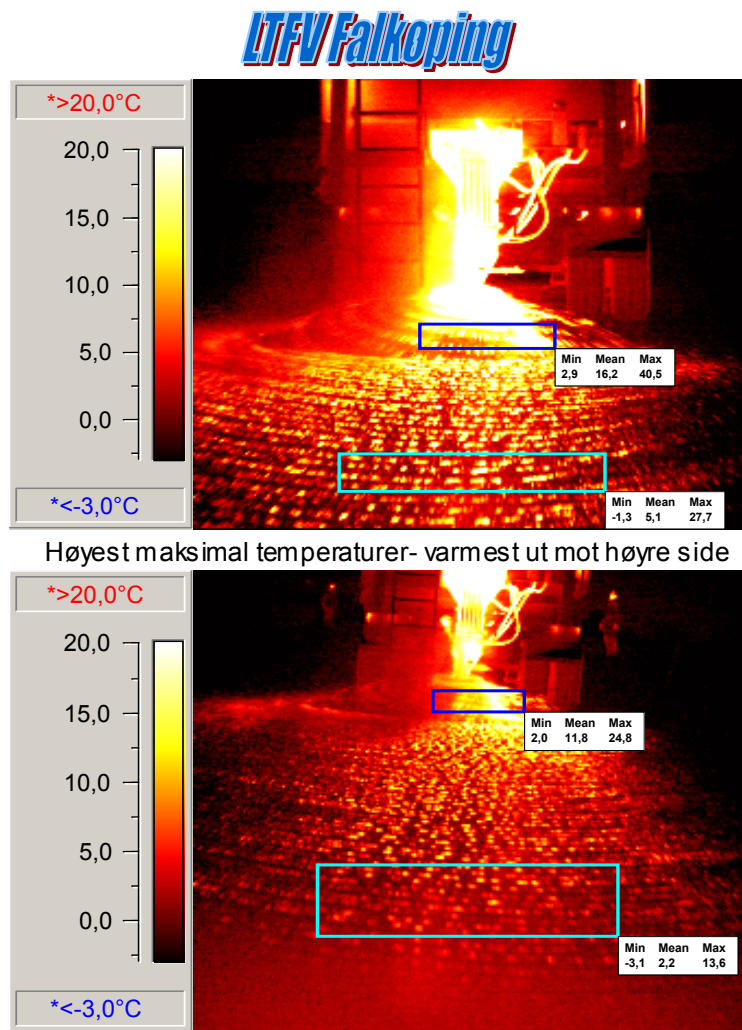
Figur 3.9: Arctic Machine. Strøresultat på veg



**Figur 3.10:** *Stratos Lava II Elverum. Bilde tatt 18.1.2005*



**Figur 3.11:** *Stratos Lava II, Elverum. Strøresultat på veg*

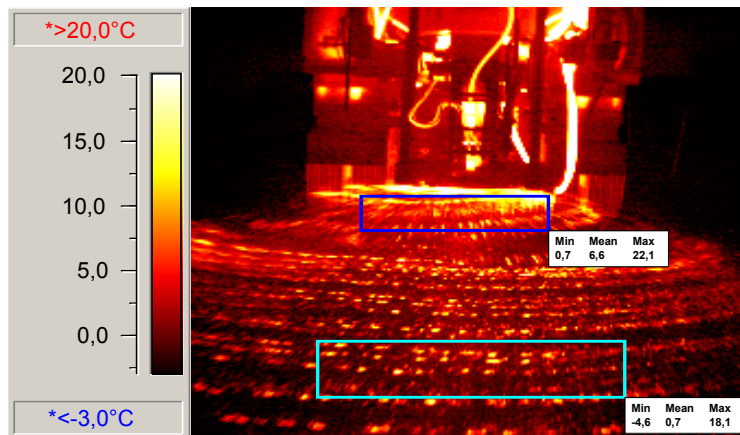


**Figur 3.12:** LTFV Falköping. Bilde tatt 18.1.2005

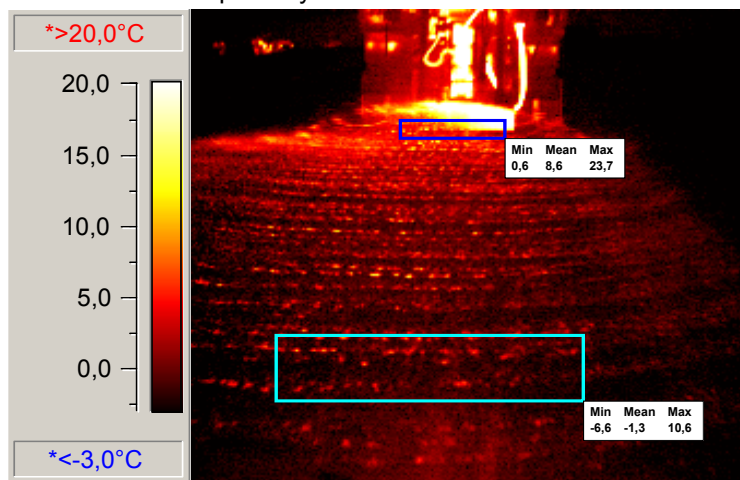


**Figur 3.13:** LTFV Falköping. Strøresultat på veg

# Epoke



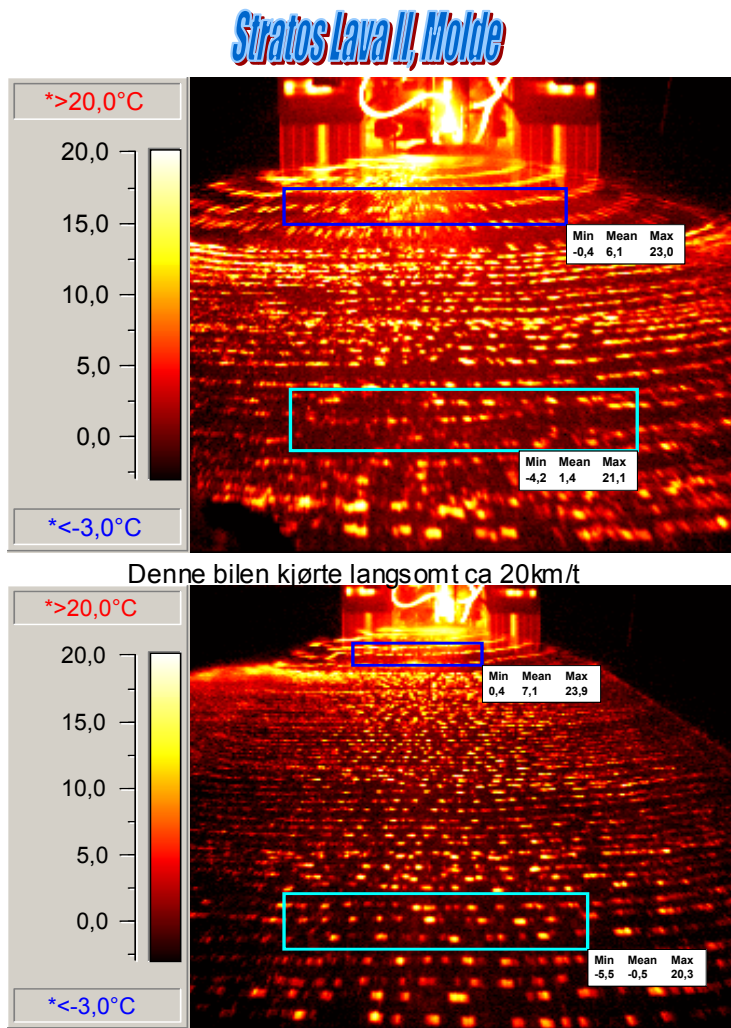
Sprer mye mot venstre side



**Figur 3.14:** Epoke. Bilde tatt 18.1.2005



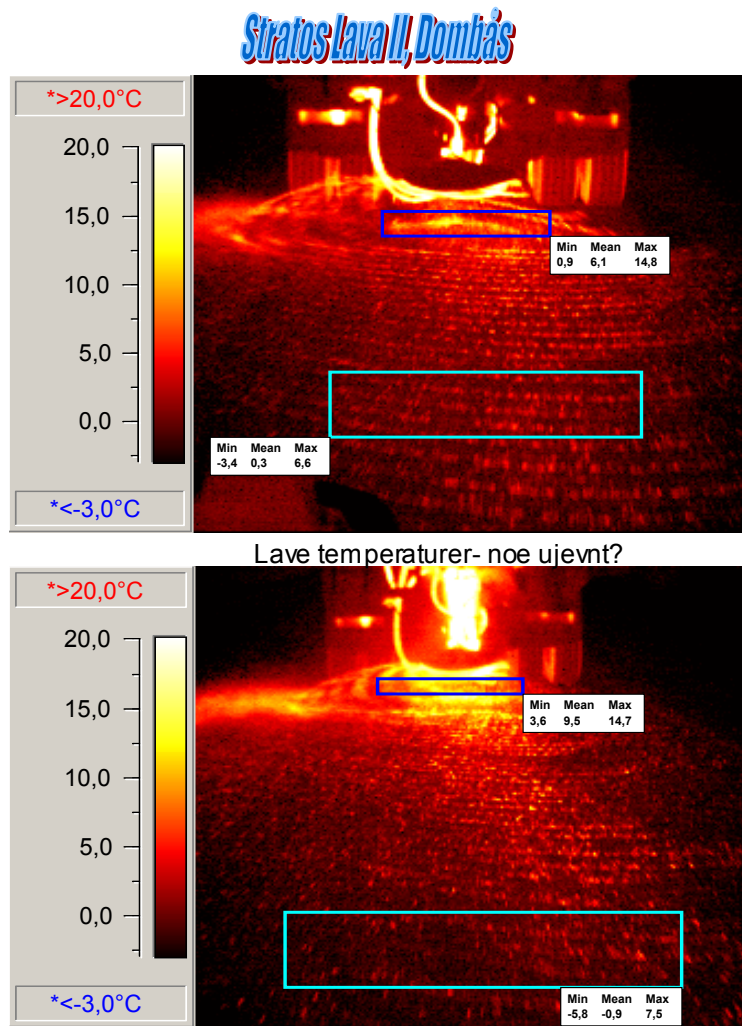
**Figur 3.15:** Epoke. Strøresultat på veg



**Figur 3.16:** *Stratos Lava II Molde. Bilde tatt 18.01.2005*



**Figur 3.17:** *Stratos Lava II Molde. Strøresultat på veg*

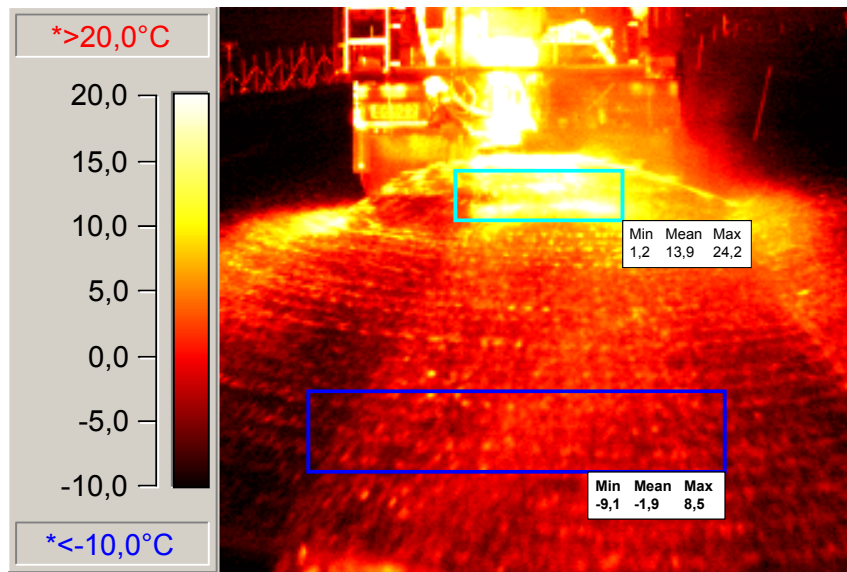


**Figur 3.18:** *Stratos Lava II Dombås. Bilde tatt 18.01.2005*



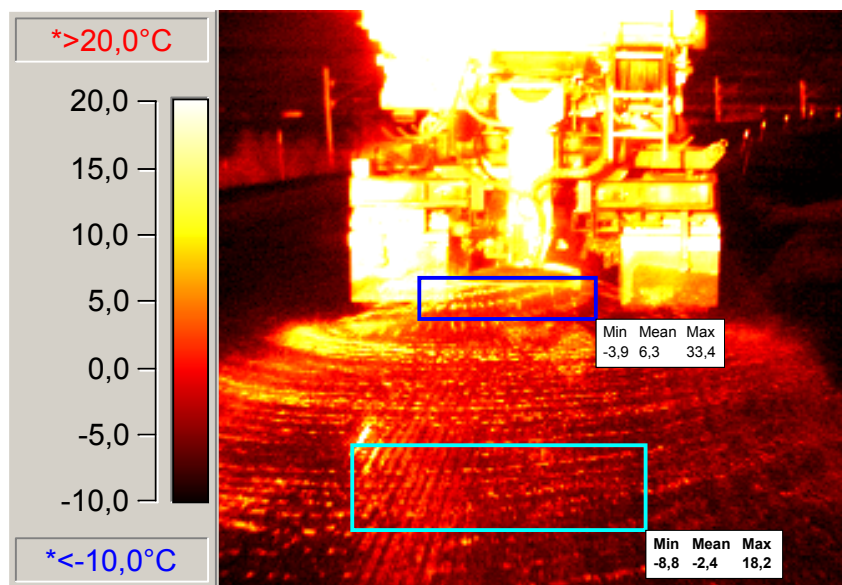
**Figur 3.19:** *Stratos Lava II Dombås. Strøresultat på veg*

### Stratos Lava II, Rygge



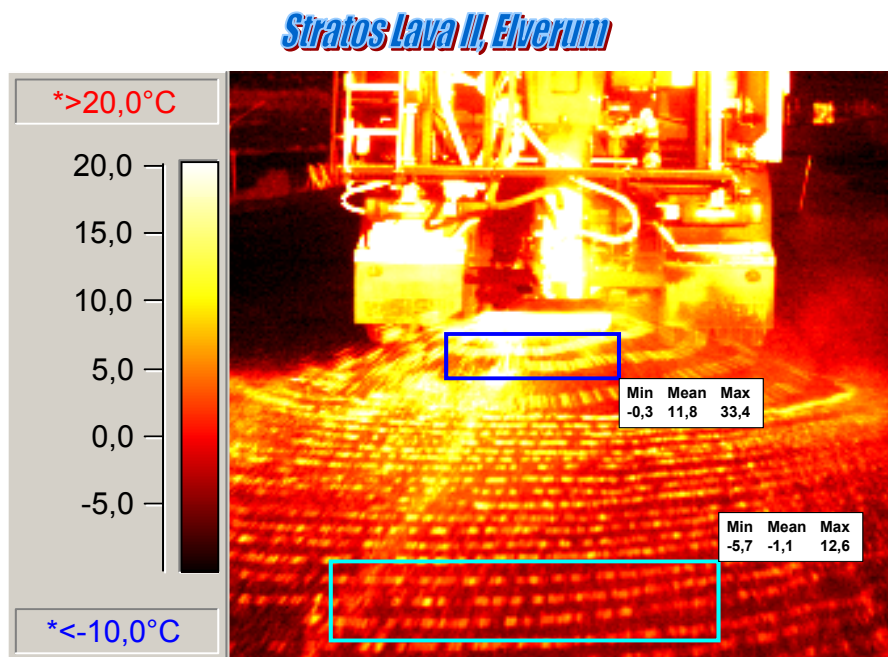
Figur 3.20: Stratos Lava II Rygge. Bilde tatt 19.1.2005

### Arctic Machine

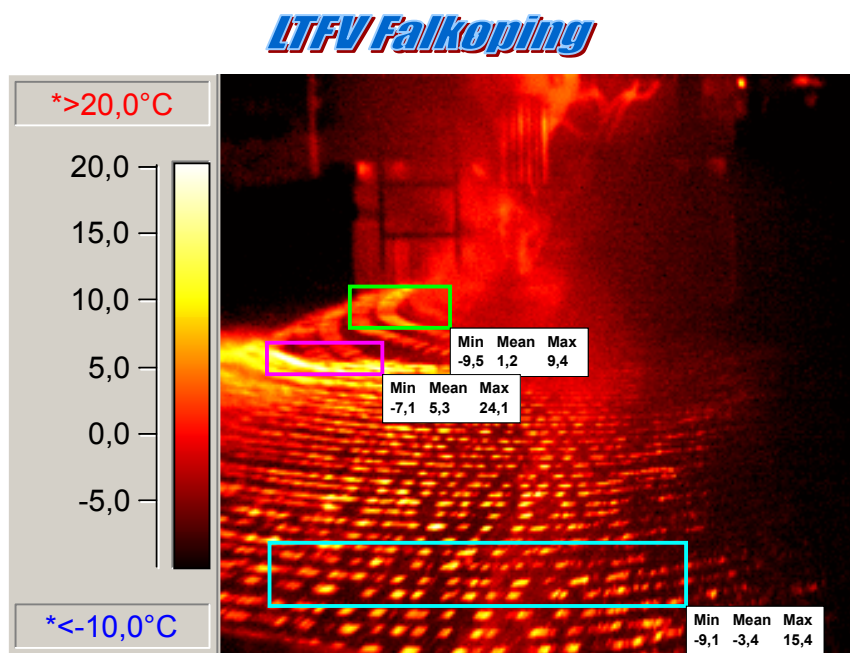


Figur 3.21: Arctic Machine. Bilde tatt 19.1.2005



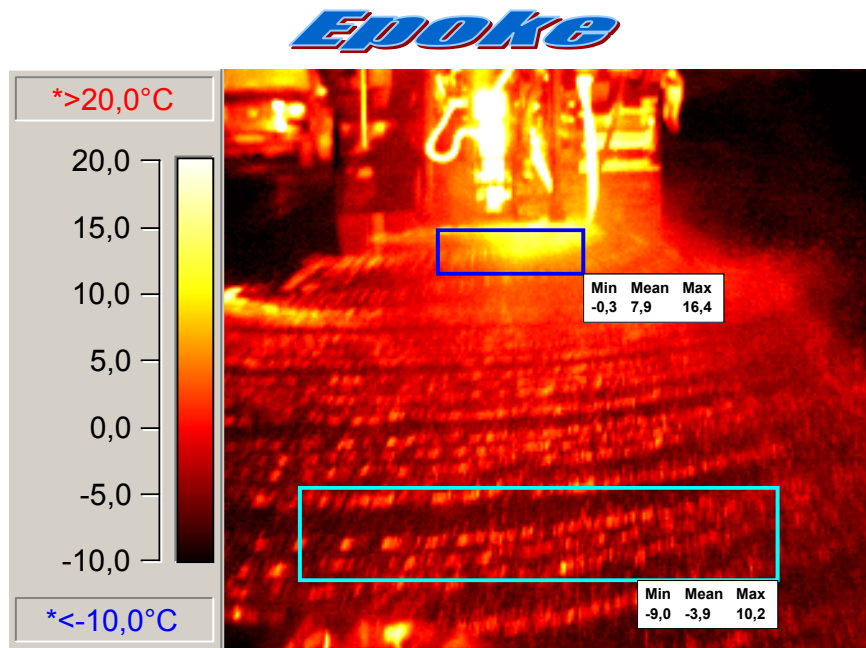


**Figur 3.22:** *Stratos Lava II Elverum. Bilde tatt 19.1.2005*

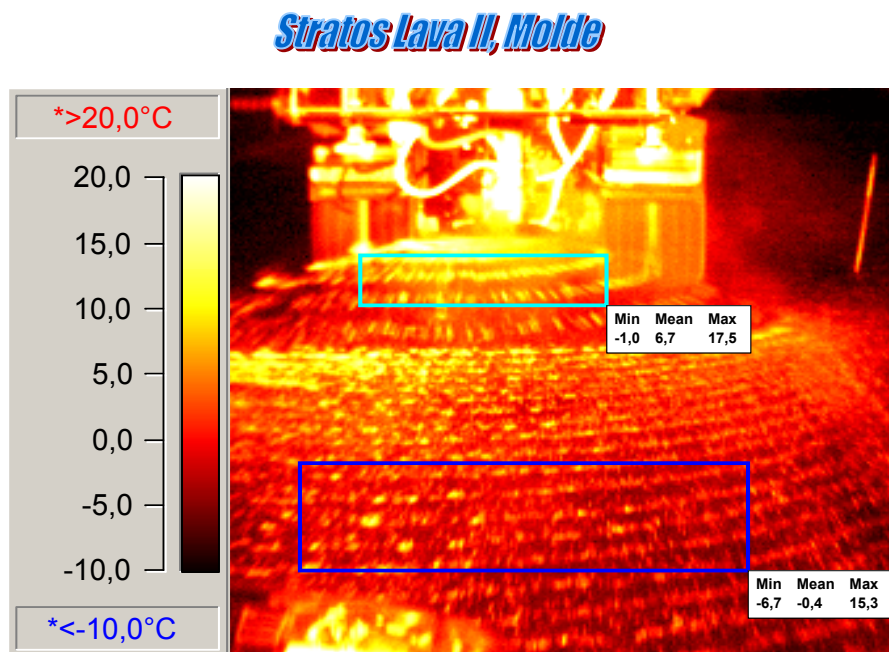


Mye vandamp forstyrer målingene næmest - det er damptemperaturen som måles

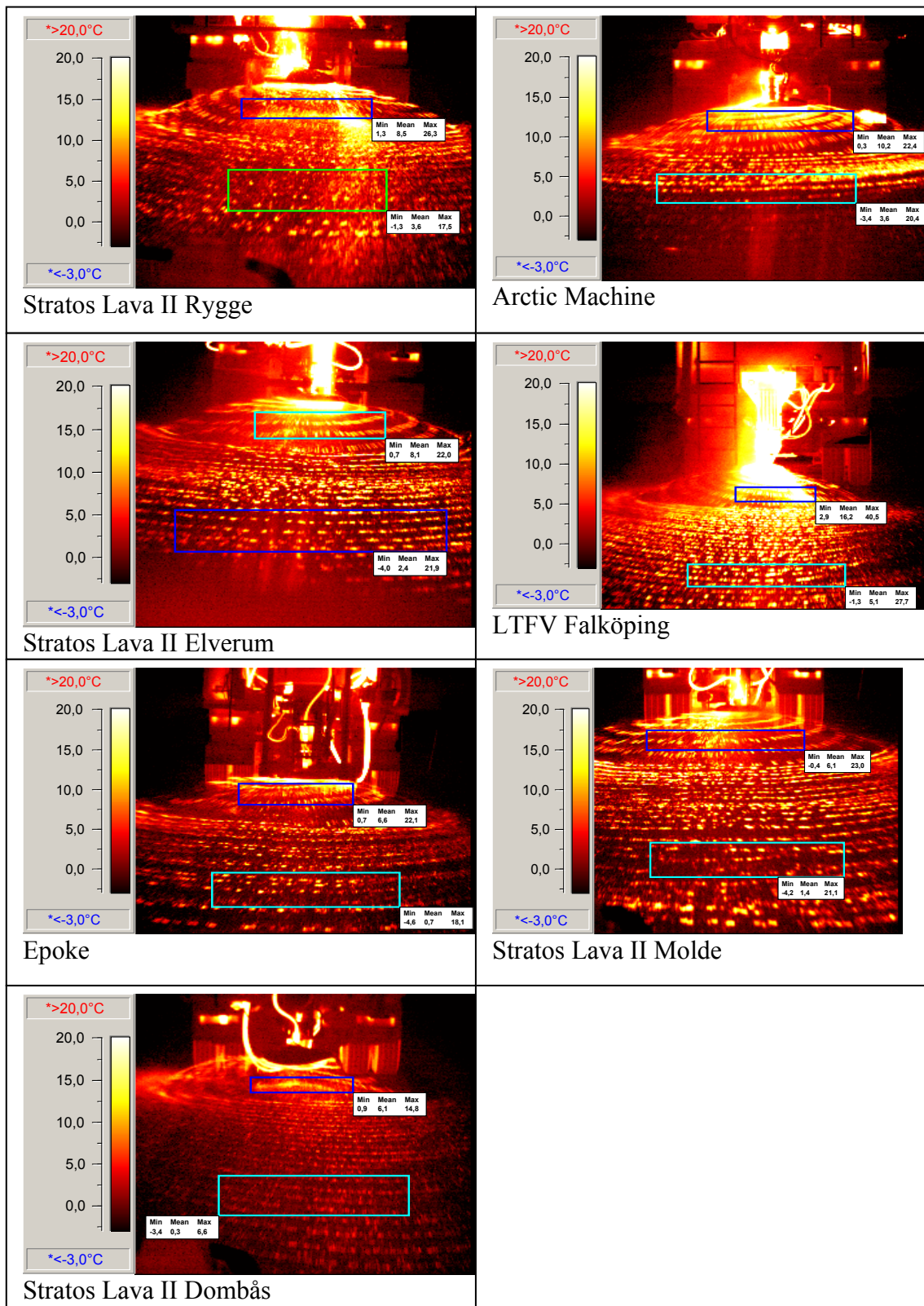
**Figur 3.23:** *LTFV Falköping. Bilde tatt 19.1.2005*



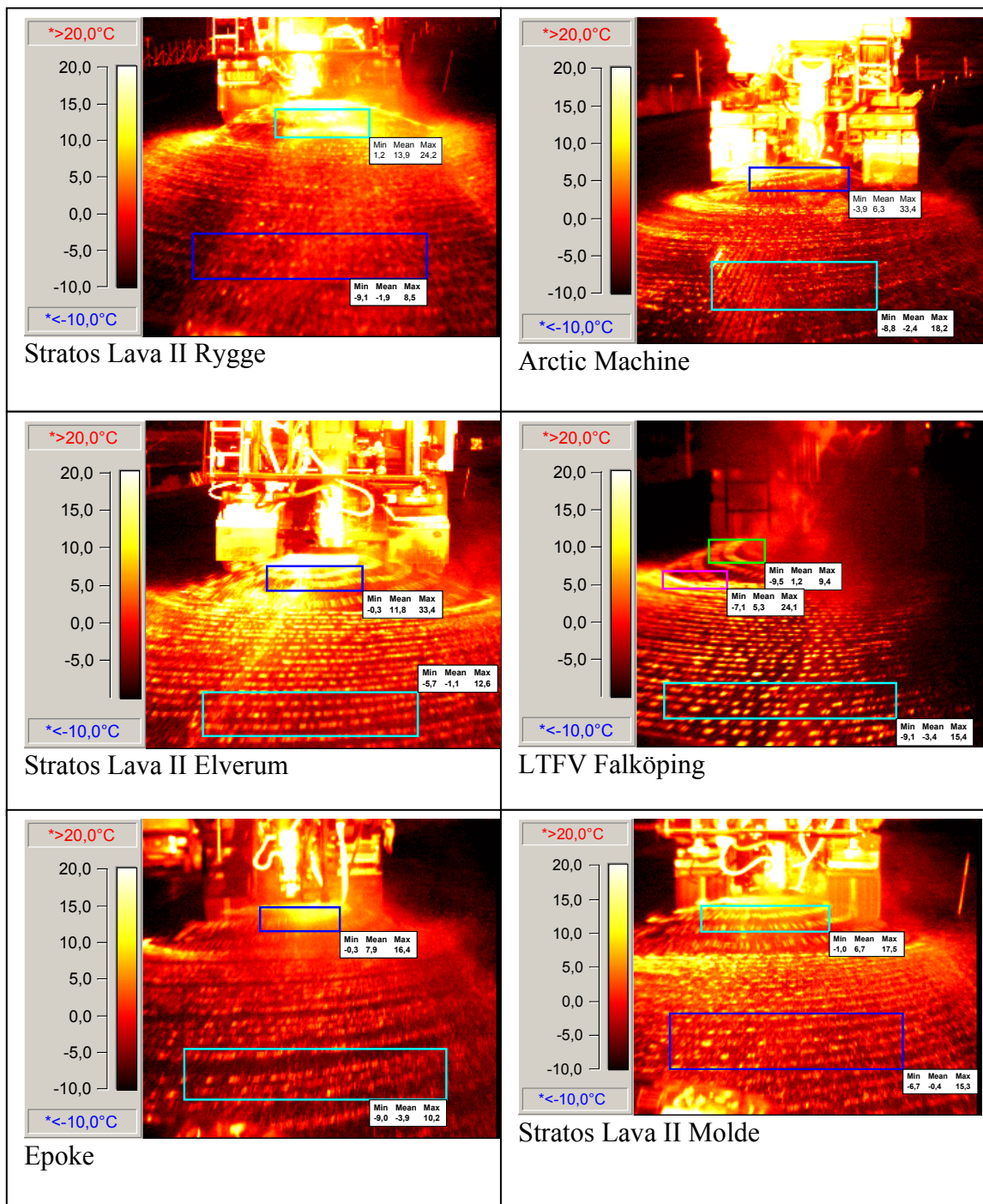
**Figur 3.24:** *Epoke. Bilde tatt 19.1.2005*



**Figur 3.25:** *Stratos Lava II Molde. Bilde tatt 19.1.2005*



Figur 3.26: Sammenstilling av varmekamerabilder tatt 18. 1.2005



**Figur 3.27:** Sammenstilling av varmekamerabilder tatt 19. 1.2005

Første forsøksdagen skilte LTFV Falköping ut med den høyeste maksimaltemperaturen. De andre enhetene skilte seg relativt lite fra hverandre med unntak av Stratos Lava II Dombås som hadde klart lavere temperaturer enn de andre bilene. 19. januar var det betydelig kaldere. Vanddamp forstyrret da en del av opptakene nærmest tallerkenutkastet, slik at det er vanskelig å sammenligne maksimaltemperaturen. Ut fra temperaturene i nederste bildekant, skilte Stratos Lava II Rygge og Epoke seg litt ut med noe lavere temperaturer enn de andre enhetene.

Når det gjelder strøresultatet på vegen, kan det observeres at ulike spredere gir et litt forskjellig resultat. Dette kan ha sammenheng med tallerkenløsningen (type og høyde over vegbanen), noe det vil være aktuelt å se nærmere på med tanke på å optimalisere effekten av metoden.

### 3.4.3 Kontroll av vanntemperatur

20. januar ble det foretatt en kontroll av vanntemperaturen, se Figur 3.28.



**Figur 3.28:** *Kontroll av vanntemperatur*

Resultatene fra kontrollen av vanntemperatur er oppsummert i Tabell 3.3.

**Tabell 3.3:** Resultater fra kontroll av vanntemperatur 20.1.2005

Enhet	Målt vanntemperatur
Stratos Lava II Rygge	98 grader
Arctic Machine	91 grader
Stratos Lava II Elverum	85 grader
LTFV Falköping	85 grader
Epoke	91 grader

Som det framgår av Tabell 3.3 ble det målt en viss variasjon i vanntemperaturen mellom de ulike enhetene. Det er ingen klar sammenheng mellom resultatene fra varmekamerabildene og målt vanntemperatur, så det er uklart hvilken betydning temperaturen som kan måles på vannet har for resultatet på veien. Det ville imidlertid vært ønskelig at det var montert en sonde som kunne måle temperaturen på vann- og grusblandingen like før den forlater tallerkenen for å ha kontroll på temperaturen på massen.

#### 3.4.4 Kontroll av mengden materialer under utstrøing med befuktning

Under testene ble det benyttet en metode med å bruke en fiberduk på 2,2 m<sup>2</sup> for å kontrollere utlagte mengder grus og vann, se Figur 3.29 - Figur 3.31. Det ble foretatt en kontroll på E6 ved Fokstua 18. januar. 19. januar ble det foretatt oppsamling med fiberduk på E6 ved Hjerkinns samt under utstrøing på Rv 29.



**Figur 3.29:** Overfart over fiberduk under utstrøing på veg. Stratos Lava II Elverum



**Figur 3.30:** *Detaljbilde av fiberduk*



**Figur 3.31:** *Sammenlegging av fiberduken for veiing*

Resultatene fra masseopptakingen som ble gjentatt 2 påfølgende dager er gjengitt i Tabell 3.4 - Tabell 3.6.

**Tabell 3.4:** Masseopptak på E6 ved Fokstua 18.1.2005, sprederrinnstilling på 3 meter

Enhet	Felt	Masse per m2	Sand per m2	Vann per m2	Vekt % vann
Stratos Lava II Rygge	1	164,6	130,1	34,5	21
Stratos Lava II Rygge	2	140,5	98,6	41,9	30
<b>Arctic Machine</b>	<b>1</b>	<b>210,4</b>	<b>172,6</b>	<b>37,8</b>	<b>18</b>
Arctic Machine	2	159,7	117,6	42,1	26
<b>Stratos Lava II Elverum</b>	<b>1</b>	<b>240,8</b>	<b>190,3</b>	<b>50,5</b>	<b>21</b>
<b>Stratos Lava II Elverum</b>	<b>2</b>	<b>257,7</b>	<b>206,6</b>	<b>51,1</b>	<b>20</b>
Falkøping	1	247,0	171,5	75,5	31
<b>Falkøping</b>	<b>2</b>	<b>250,6</b>	<b>185,1</b>	<b>65,5</b>	<b>26</b>
Epoke	1	84,1	54,9	29,2	35
Epoke	2	124,9	79,1	45,8	37
Stratos Lava Molde	1		mangler		
Stratos Lava Molde	2		mangler		
<b>Stratos Lava Dombås</b>	<b>1</b>	<b>214,9</b>	<b>166,6</b>	<b>48,3</b>	<b>22</b>
Stratos Lava Dombås	2	155,8	123,2	32,5	21

**Tabell 3.5:** Masseopptak på E6 ved Hjerkin 19.1.2005, sprederrinnstilling på 3 meter

Enhet	Felt	Masse per m2	Sand per m2	Vann per m2	Vekt % vann	Strøbredde
Stratos Lava II Rygge	1	duken blåste bort				3,0 - 3,6
Stratos Lava II Rygge	2	130,4	130,4	56,3	43	3,0 - 3,6
Arctic Machine	1	79,1	60,8	18,4	23	2,8 - 3,6
Arctic Machine	2	136,2	107,1	29,1	21	2,8 - 3,6
<b>Stratos Lava II Elverum</b>	<b>1</b>	<b>230,6</b>	<b>173,9</b>	<b>56,7</b>	<b>25</b>	<b>3,2 - 4,2</b>
Stratos Lava II Elverum	2	148,8	94,4	54,4	37	3,2 - 3,7
<b>Falkøping</b>	<b>1</b>	<b>214,9</b>	<b>164,2</b>	<b>50,7</b>	<b>24</b>	<b>2,95 - 3,75</b>
<b>Falkøping</b>	<b>2</b>	<b>297,6</b>	<b>238,4</b>	<b>59,3</b>	<b>20</b>	<b>3,0 - 3,8</b>
Epoke	1	278,9	232,5	46,4	17	3,45
Epoke	2	174,5	137,8	36,7	21	3,65
<b>Stratos Lava Molde</b>	<b>1</b>	<b>231,7</b>	<b>179,7</b>	<b>52,0</b>	<b>22</b>	<b>3,3 - 3,9</b>
Stratos Lava Molde	2	166,4	130,6	35,7	21	3,3 - 3,9

**Tabell 3.6:** Masseopptak på Rv 29 19.1.2005, sprederrinnstilling på 2,5 meter

Enhet	Felt	Masse per m2	Sand per m2	Vann per m2	Vekt % vann	Strøbredde
Stratos Lava II Rygge	1	147,5	108,6	38,8	26	
Stratos Lava II Rygge	2	mangler				
Arctic Machine	1	177,1	159,3	17,8	10	2,2 - 3,6
Arctic Machine	2	177,7	143,7	34,0	19	2,2 - 3,1
Stratos Lava II Elverum	1	131,0	86,4	44,6	34	
Stratos Lava II Elverum	2	179,6	133,2	46,4	26	
Falkøping	1	188,0	137,0	51,0	27	2,5 - 2,9
Falkøping	2	199,8	142,3	57,5	29	2,7 - 3,1
Epoke	1	162,8	117,2	45,6	28	2,8 - 3,7
Epoke	2	165,0	116,4	48,6	29	2,9 - 3,3
<b>Stratos Lava Molde</b>	<b>1</b>	<b>274,8</b>	<b>203,2</b>	<b>71,6</b>	<b>26</b>	<b>3,2</b>
Stratos Lava Molde	2	130,8	93,2	37,5	29	3,1

Utgangspunktet for testene var en tørrstoffmengde på 200 gram/m<sup>2</sup>, og en vanntilsetning på 30 volumprosent. Med en egenvekt på grusen på 1,5 tilsvarer dette 22,2 vektprosent vann. Med 200 gram tørrstoff per m<sup>2</sup>, skal vannmengden være 57 gram per m<sup>2</sup> for å få eksakt riktig vannmengde. En innstilling på en total mengde på 240 gram/m<sup>2</sup> tilsvarer ca 190 gram sand og 50 gram vann. I resultatoversiktene er det uthevet de enhetene som lå innenfor en toleransegrense på 15 % både i forhold til tørrstoffmengde og vannmengde med en sandmengde i området 190-200 gram per m<sup>2</sup>.



Under forsøkene 19. januar ble det samtidig med masseopptakene også målt strøbredder. Det minste av de oppgitte tallene er bredden med fastfrossen grus, mens den største bredden er målt total kastebredde inklusive løs grus. Stor total kastebredde tyder på separasjon av vann og grus.

Som en kan se ble det målt til dels betydelige avvik for alle Fastsandenhetene både i forhold til tørrstoffmengde og vannmengde:

- Stratos Lava II Rygge. Altfor lav grusmengde under alle testene. Riktig strøbredde målt ut fra fastfrossen grus
- Arctic Machine. Stor variasjon i grusmengden med gjennomgående for lite tørrstoff. Stor variasjon også i strøbredden
- Stratos Lava II Elverum. Store variasjoner i grusmengdene. Riktige mengder både av tørrstoff og vann i 3 av 6 masseopptak. For stor spredebredde
- LTFV Falköping. Store variasjoner i grusmengdene. Riktige mengder både av tørrstoff og vann i 3 av 6 masseopptak. Godkjent når det gjelder spredebredde
- Epoke. Svært store variasjoner i grusmengdene. Godkjent når det gjelder spredebredde.
- Stratos Lava II Molde. Store variasjoner i grusmengder. Riktige mengder både av tørrstoff og vann i 2 av 4 masseopptak. Litt stor spredebredde
- Stratos Lava II Dombås. Riktige mengder både av tørrstoff og vann i 1 av 2 masseopptak. Spredebredde ikke målt under masseopptaket.

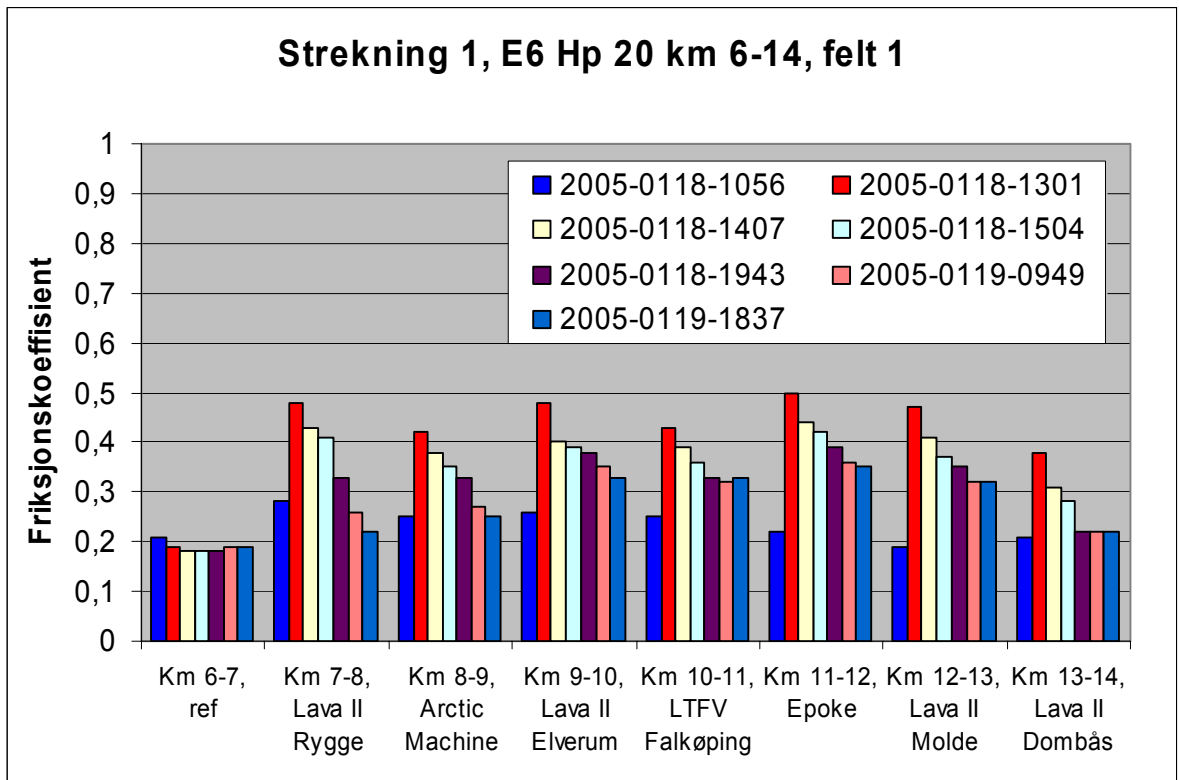
Ingen av de testede enhetene kan få godkjent karakter når det gjelder utlagte mengder. Variasjonene tyder på at produsentene ikke har full kontroll på hva som legges ut av materialmengder verken når det gjelder tørrstoff eller vann. Som det også ble påpekt etter tilsvarende tester året før må dette sies å være utilfredsstillende, og det er en viktig oppgave for leverandørene å forbedre seg på dette punktet.

Her må det føyes til at for lite grus ikke nødvendigvis bare er et innstillingsproblem, men kan like mye være forårsaket av at sprederen ikke takler den aktuelle massen. De foretatte kontrollene er å betrakte som stikkprøver, og med andre masser enn bilene benytter lokalt i normal drift. Resultatene fra de gjennomførte kontrollene av utlagte mengder trenger derfor ikke nødvendigvis være dekkende for det som skjer i den daglige driften. Uansett synes det imidlertid riktig å sette fokus på kvalitetskontrollen i forhold til grus- og vannmengder samt strøbredder.

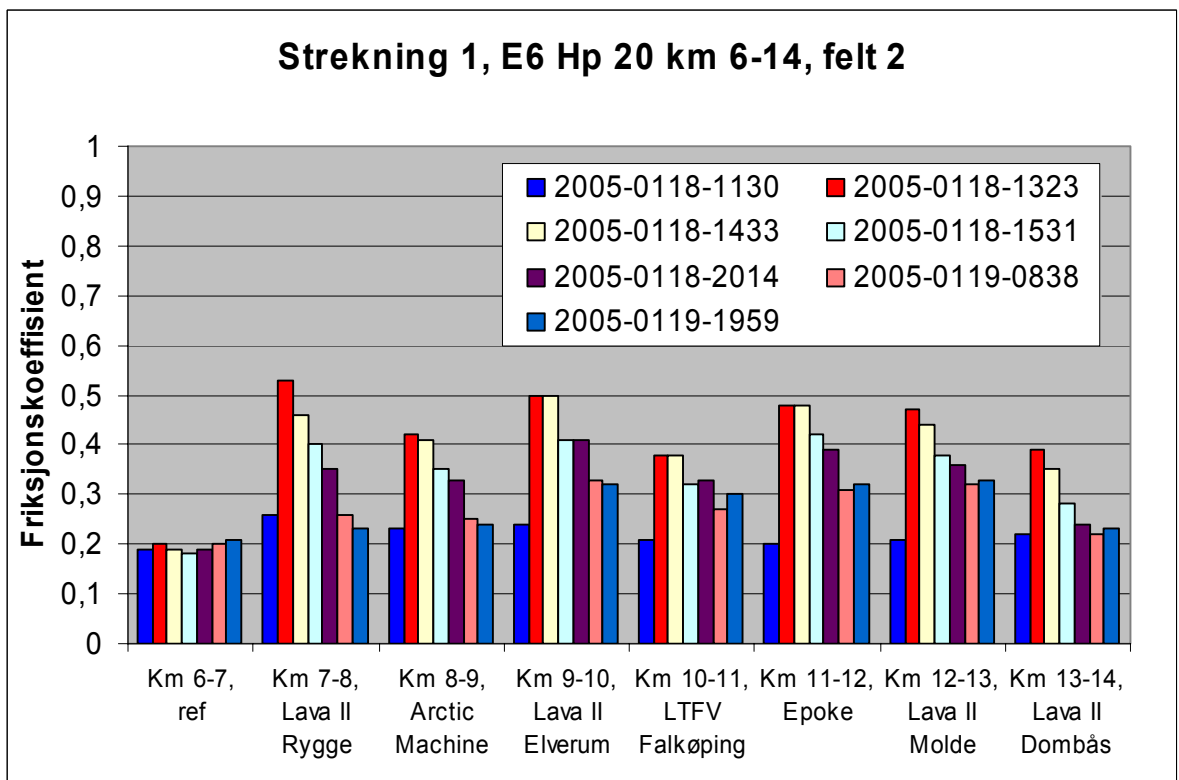
### 3.5 Friksjonsmålinger

Til bearbeiding av friksjonsmålingene er det benyttet programsystemene VitaPlot og VitaPhoto. I Figur 3.32– Figur 3.45 er gjengitt resultater fra friksjonsmålingene for hver prøvestrekning skilt på retning. En har valgt å basere resultatene på fastslip målinger med Roar Mark III. I figurene er den siste målingen før tiltak markert med blå farge, og første målingen etter tiltak med rød farge.

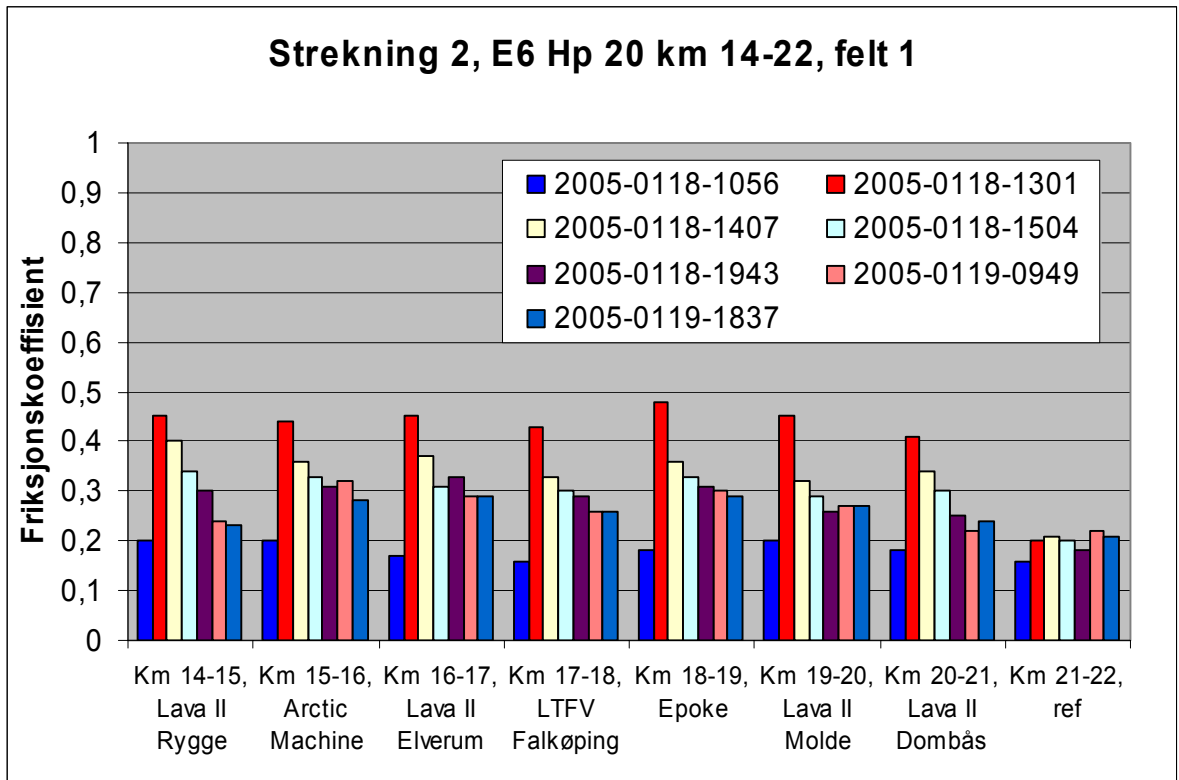
I tillegg til enkeltresultatene er det foretatt sammenstilling av dataene for å se om det er et mønster både i forhold til friksjonsforbedring og varighet av tiltak med de enkelte enhetene. Resultatene fra disse analysene er gjengitt i Figur 3.46 - Figur 3.51. Det er også gjort noen analyser for å se om det er mulig å se noen sammenheng mellom oppnådde effekter på veggen og målte grus- og vannmengder.



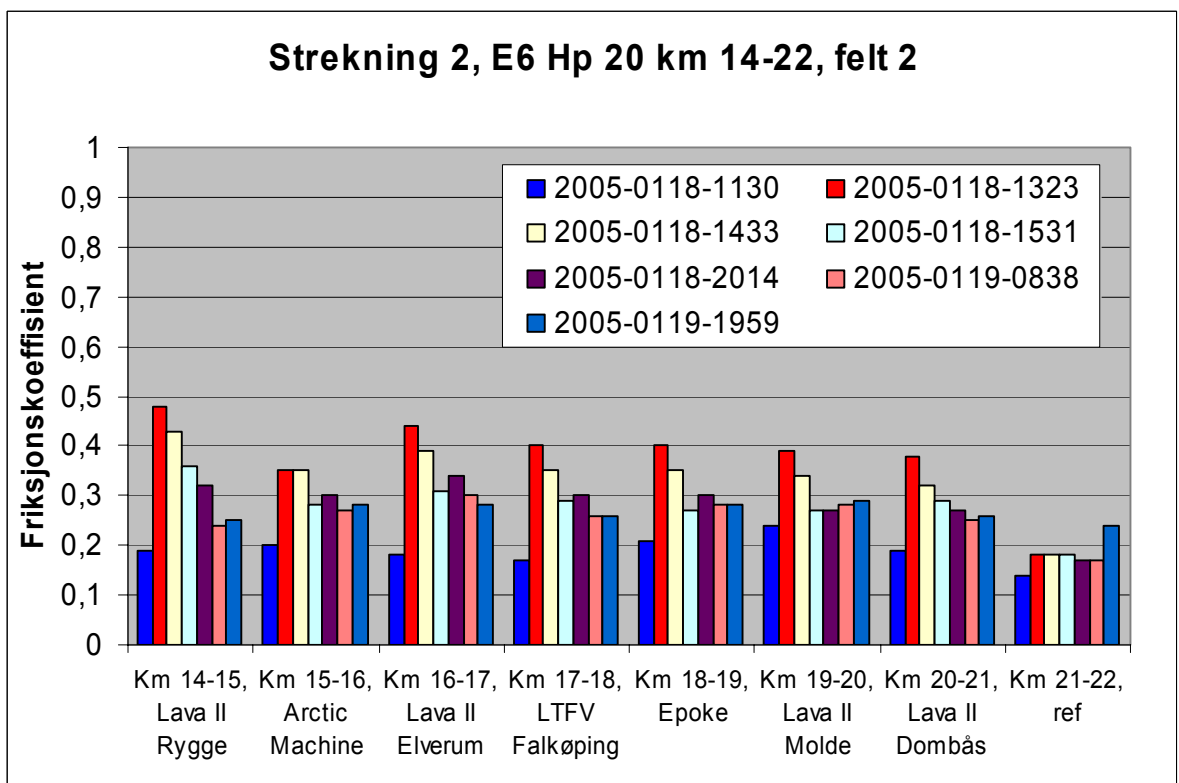
**Figur 3.32:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 1, E6, hp 20 km 6 - 14, felt 1



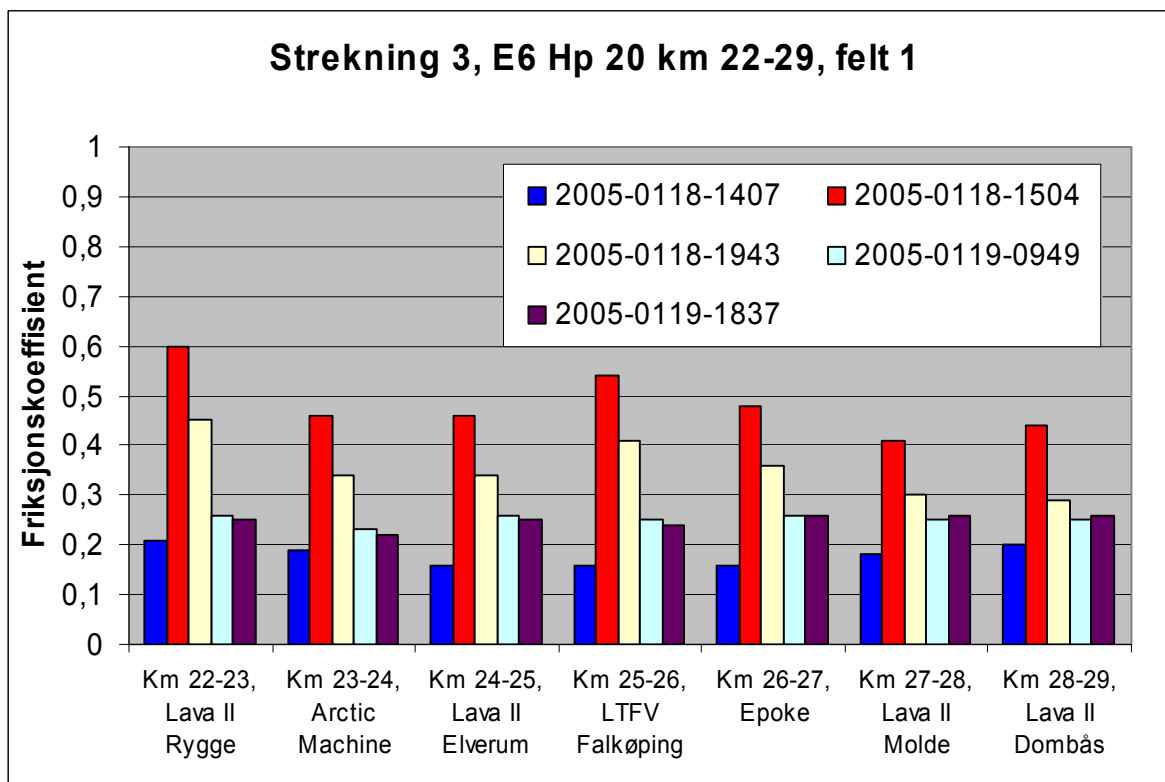
**Figur 3.33:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 1, E6, hp 20 km 6 - 14, felt 2



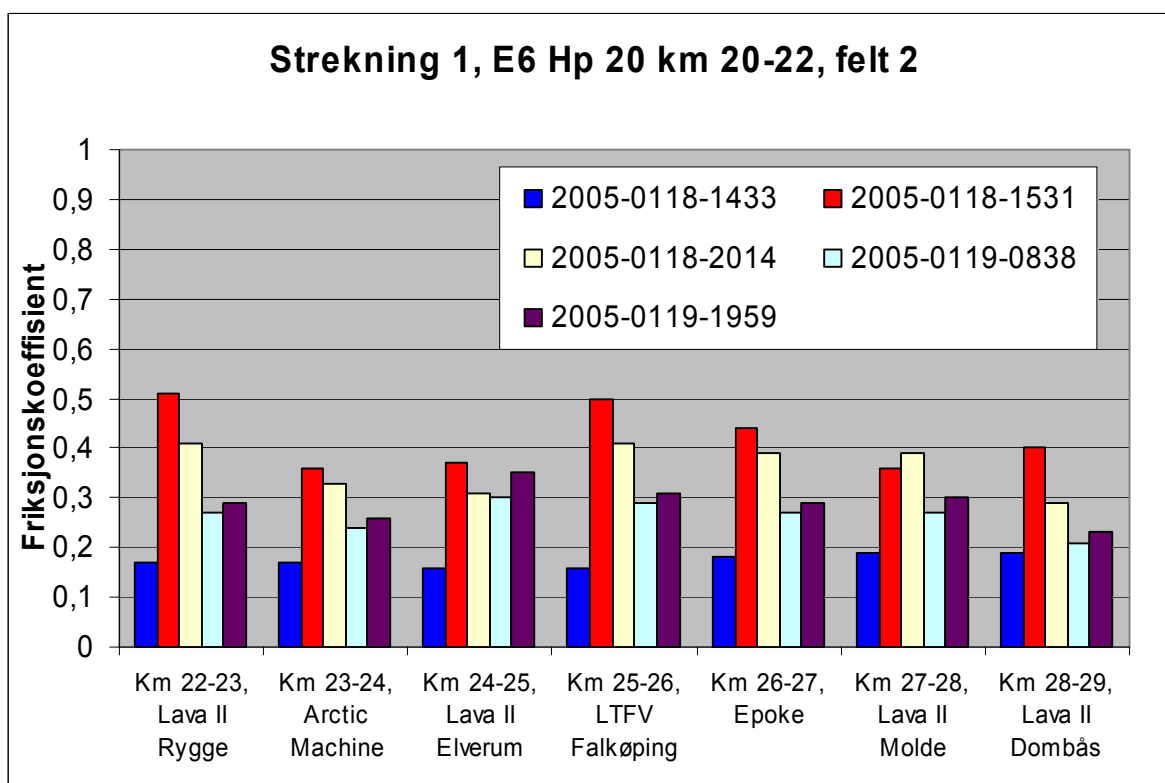
**Figur 3.34:** Frikjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 2, E6, hp 20 km 14 - 22, felt 1



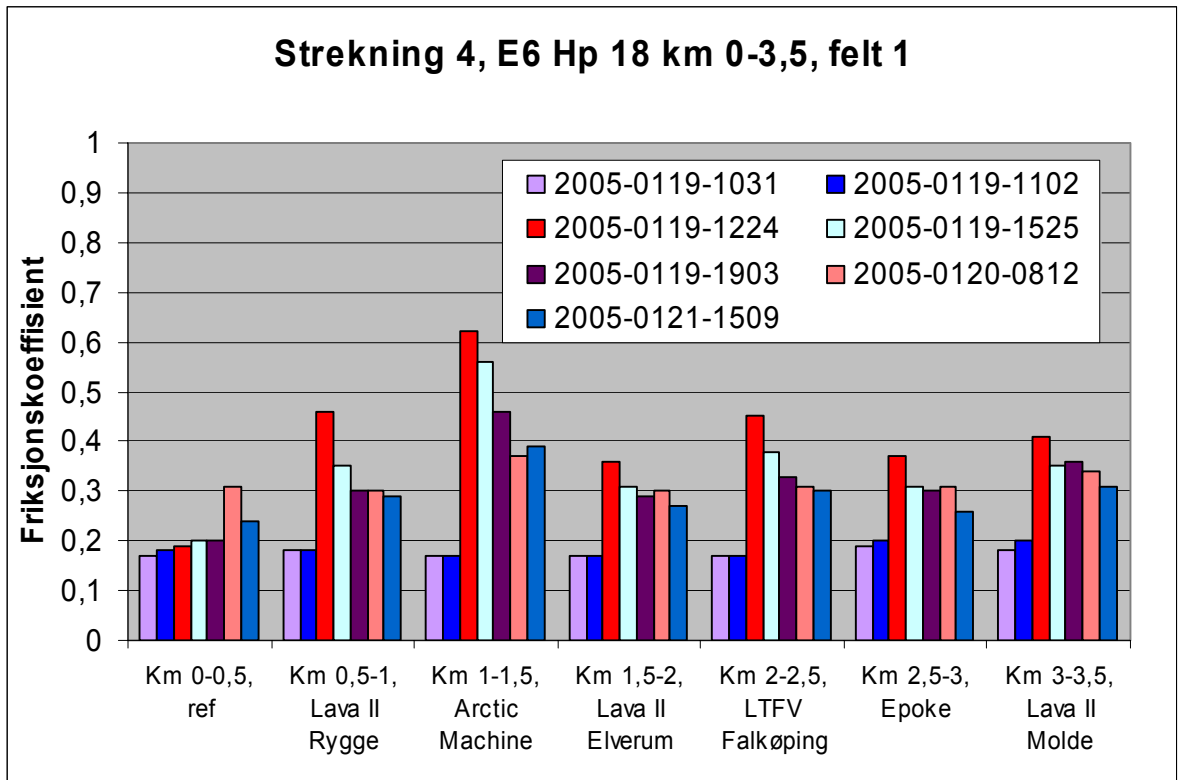
**Figur 3.35:** Frikjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 2, E6, hp 20 km 14 - 22, felt 2



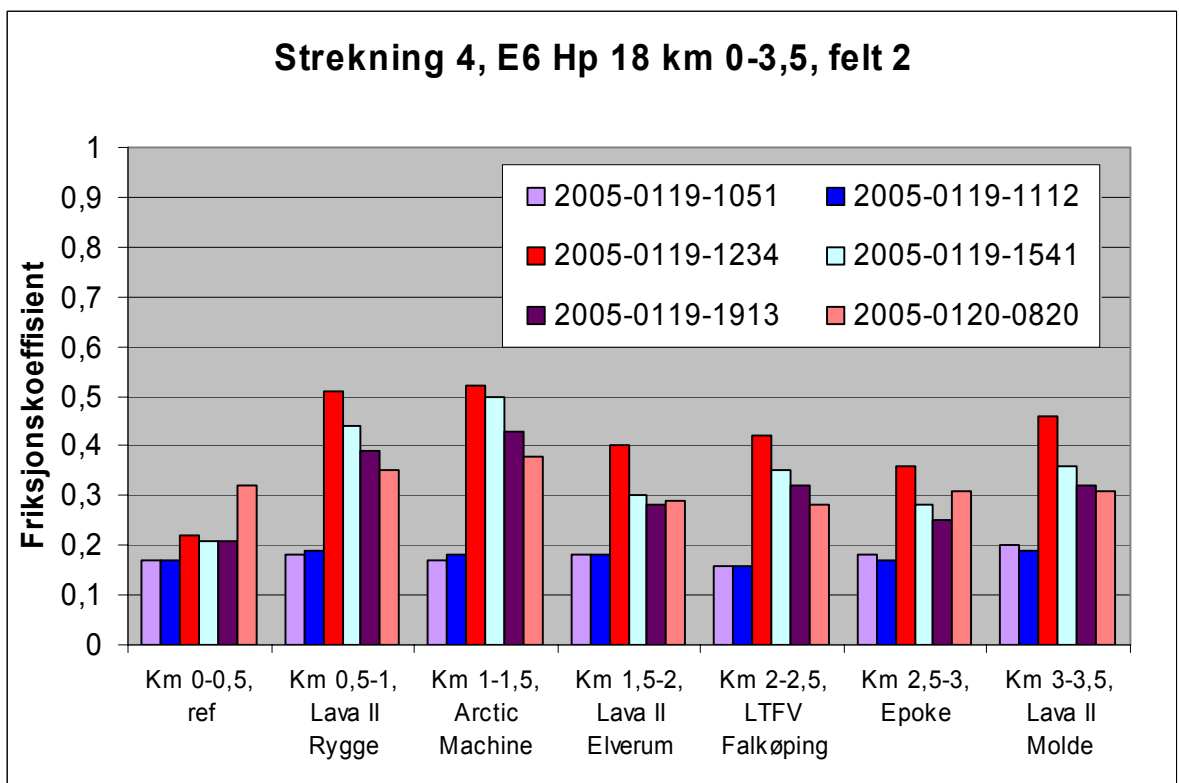
**Figur 3.36:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 3, E6, hp 20 km 22 - 29, felt 1



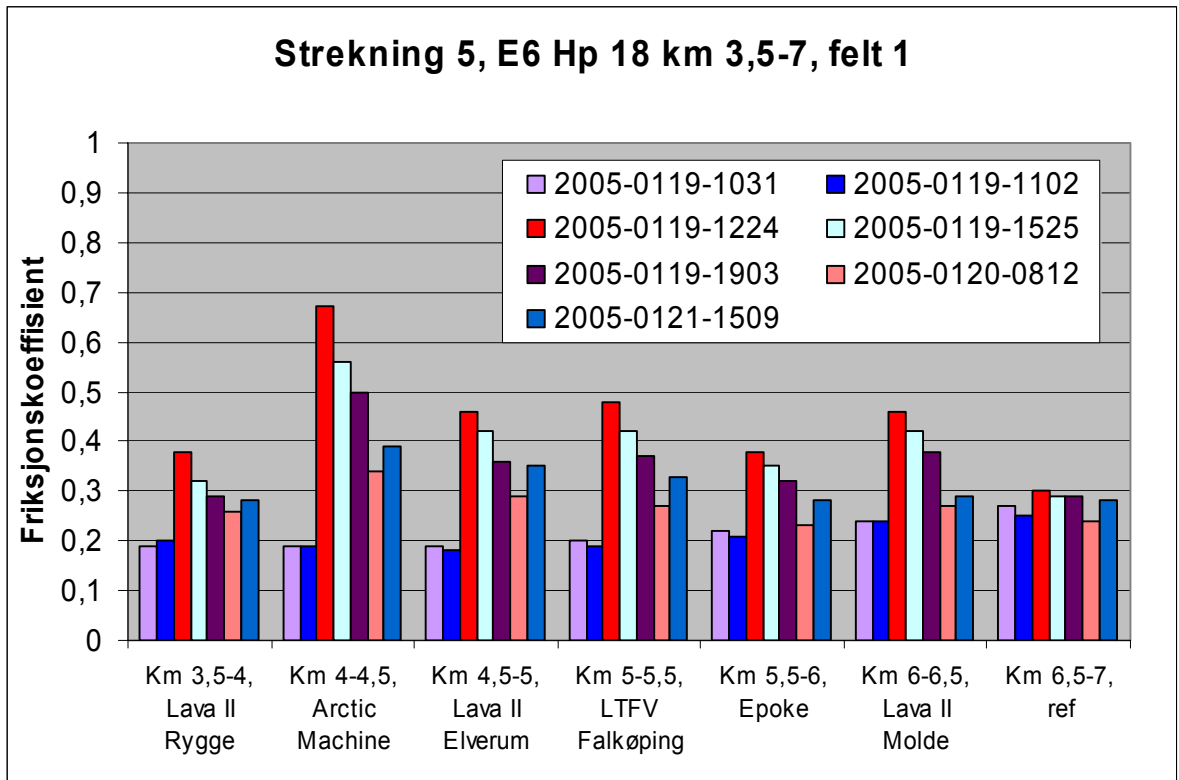
**Figur 3.37:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 3, E6, hp 20 km 22 - 29, felt 2



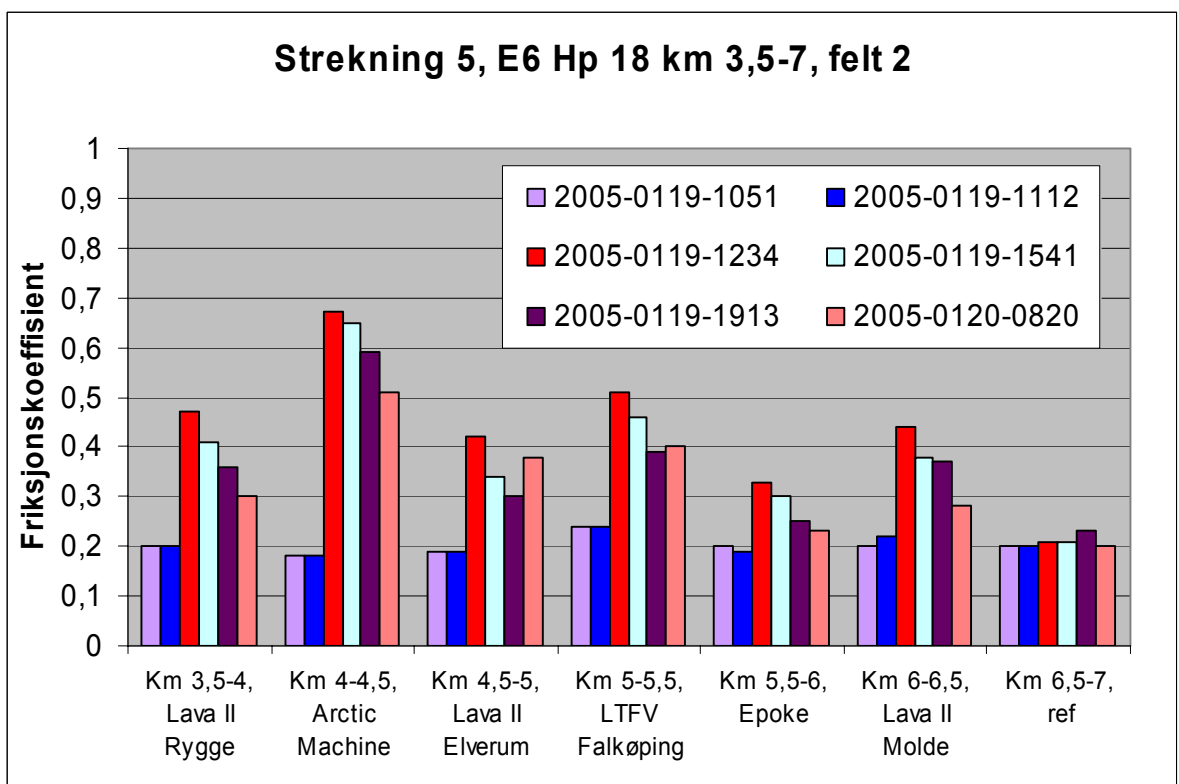
**Figur 3.38:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 4, E6, hp 18 km 0 - 3,5, felt 1



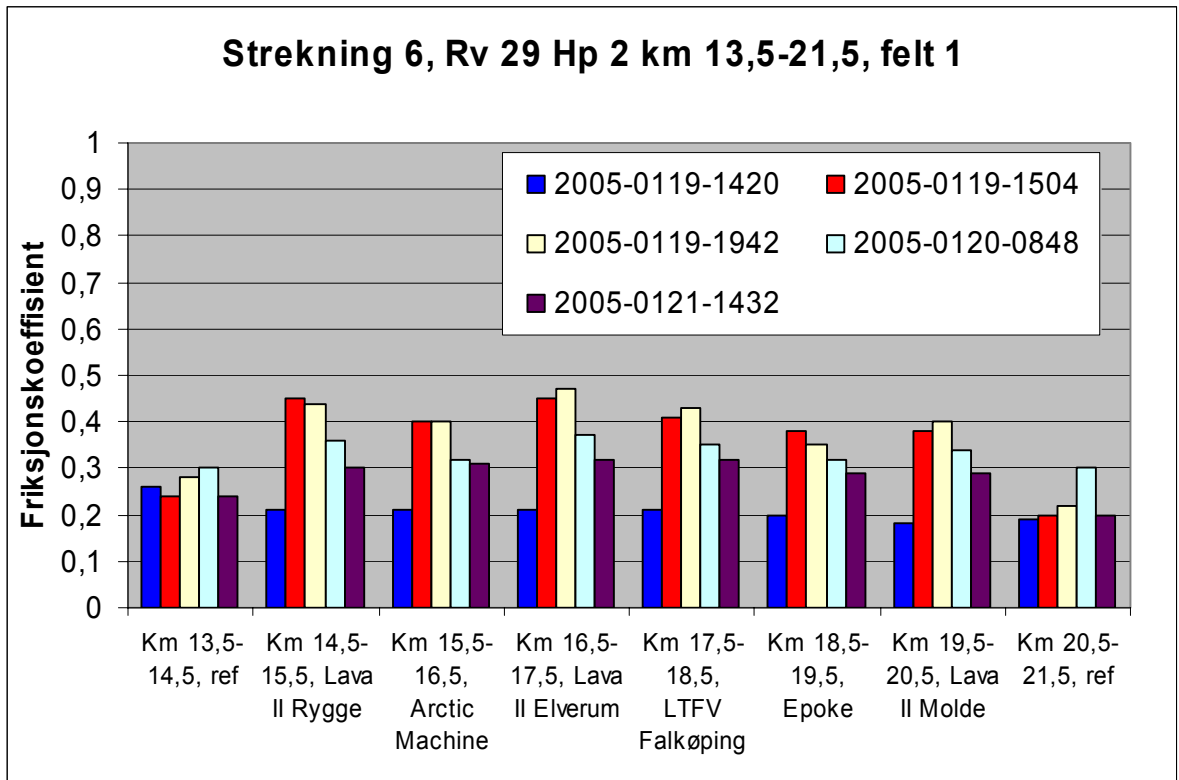
**Figur 3.39:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 4, E6, hp 18 km 0 - 3,5, felt 2



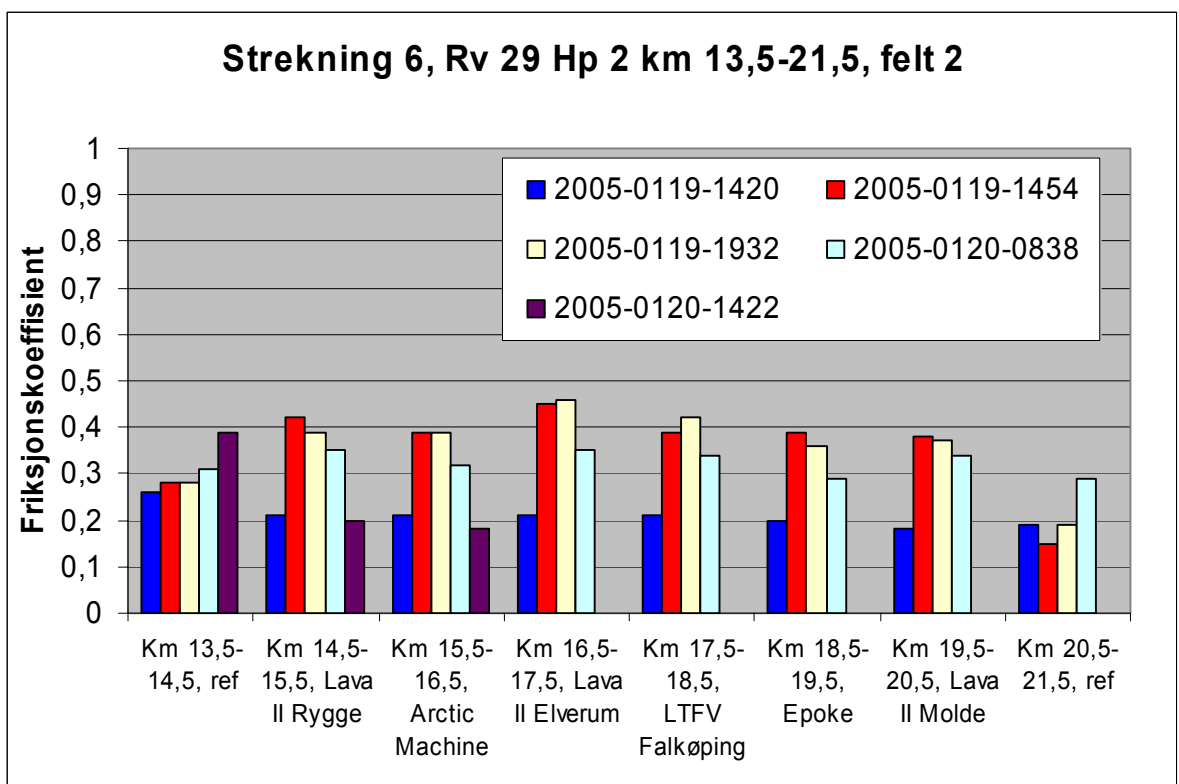
**Figur 3.40:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 5, E6, hp 18 km 3,5 - 7 felt 1



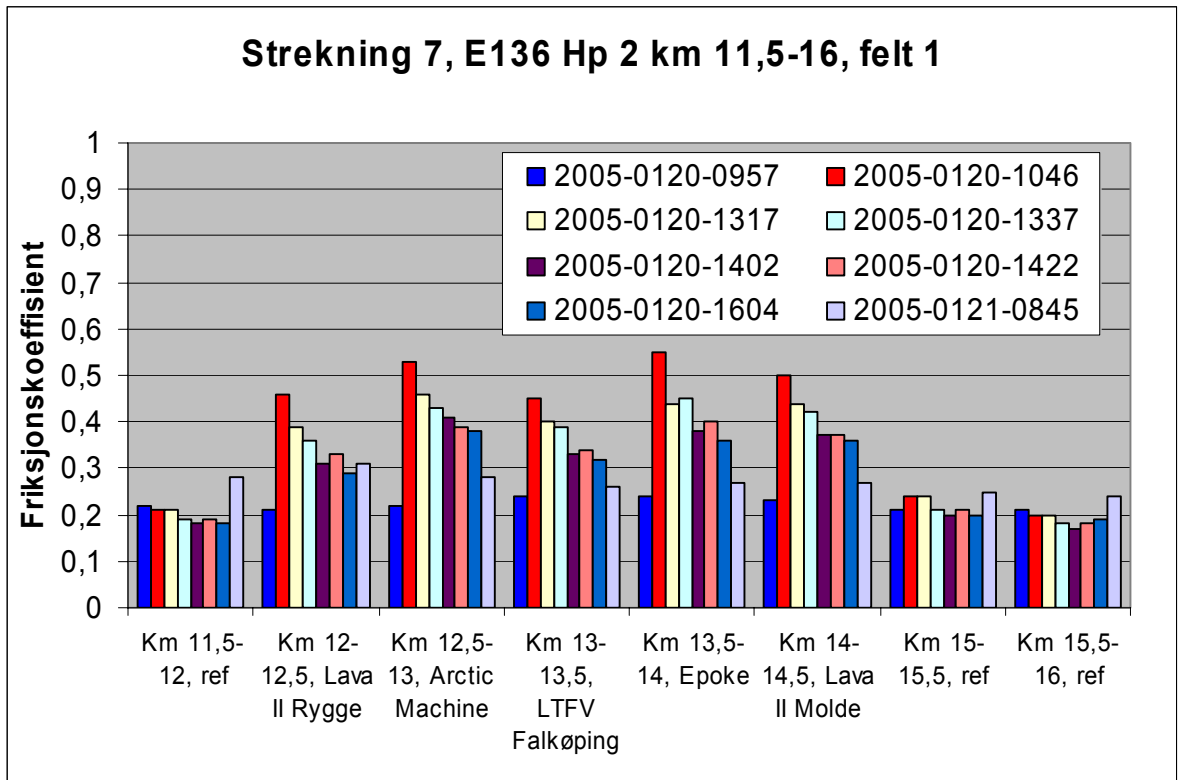
**Figur 3.41:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 5, E6, hp 18 km 3,5 - 7, felt 2



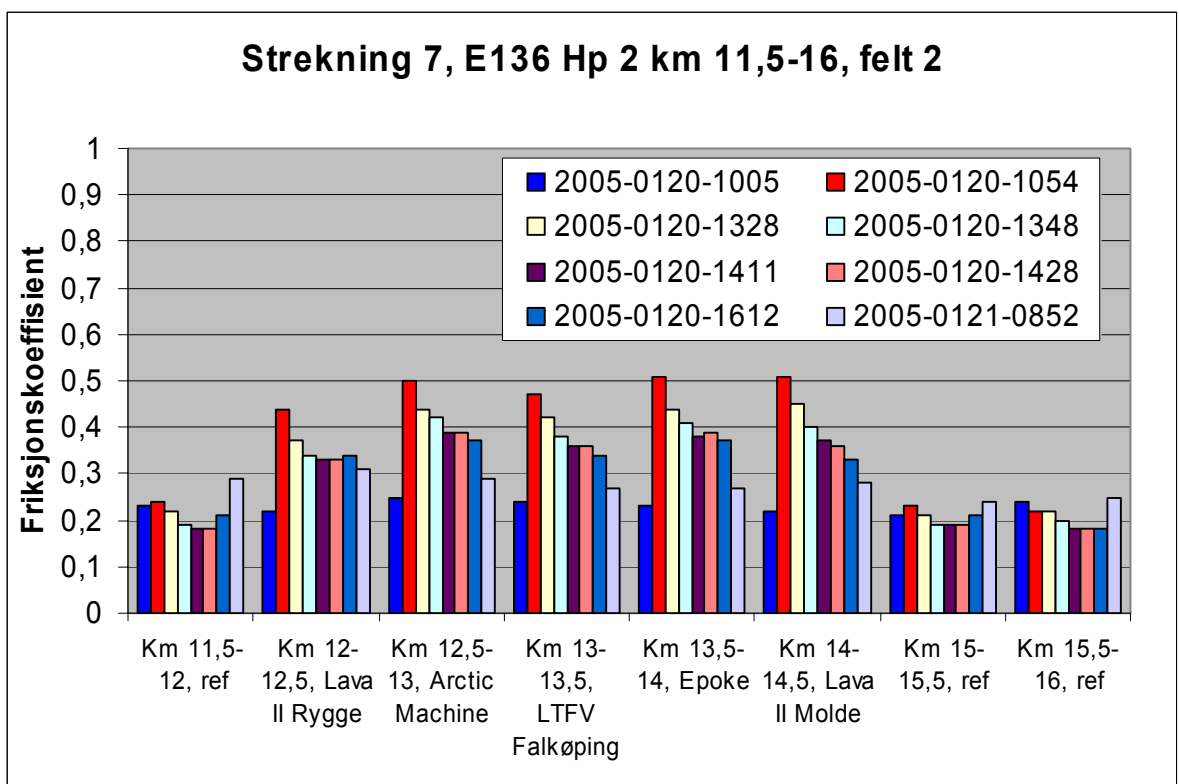
**Figur 3.42:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 6, Rv 29, hp 2 km 13,5 -21,5, felt 1



**Figur 3.43:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 6, Rv 29, hp 2 km 13,5-21,5, felt 2

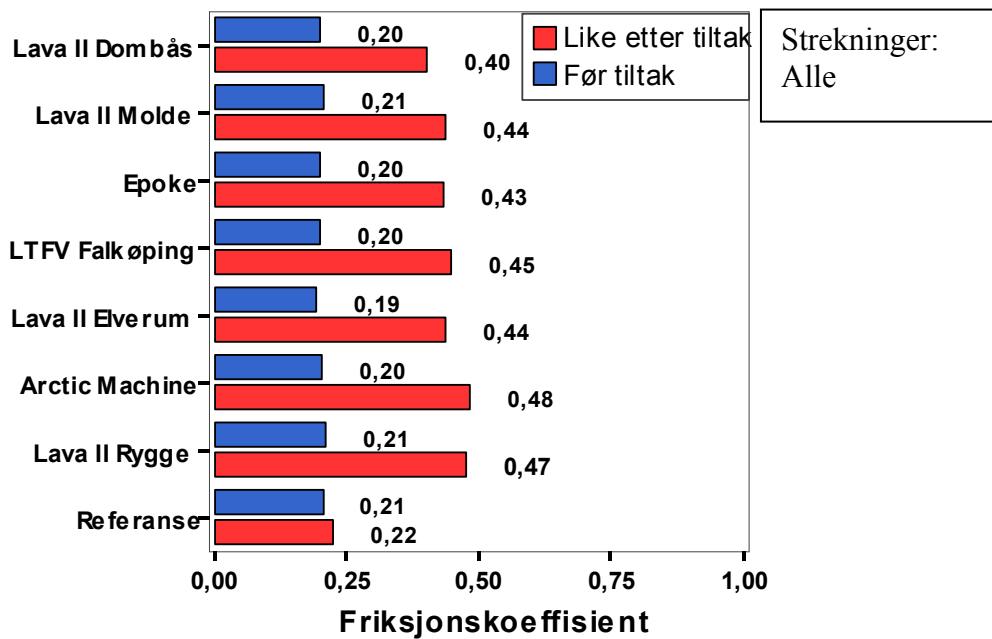


**Figur 3.44:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 7, E136, hp 2 km 11,5 -16, felt 1

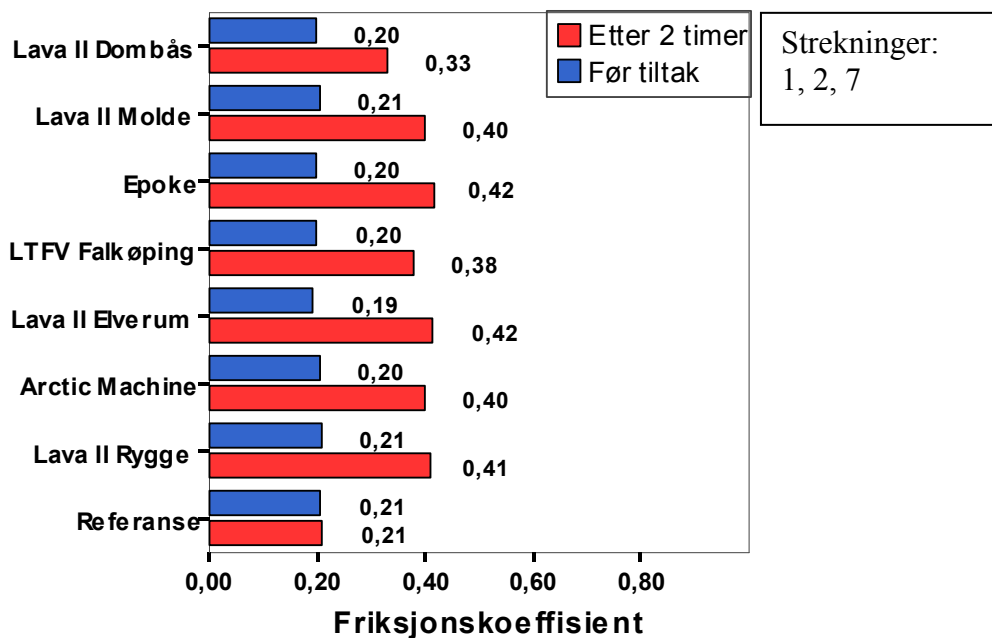


**Figur 3.45:** Friksjonsmålinger under test av Fastsandutstyr. Strekning 7, E136, hp 2 km 11,5 -16, felt 2

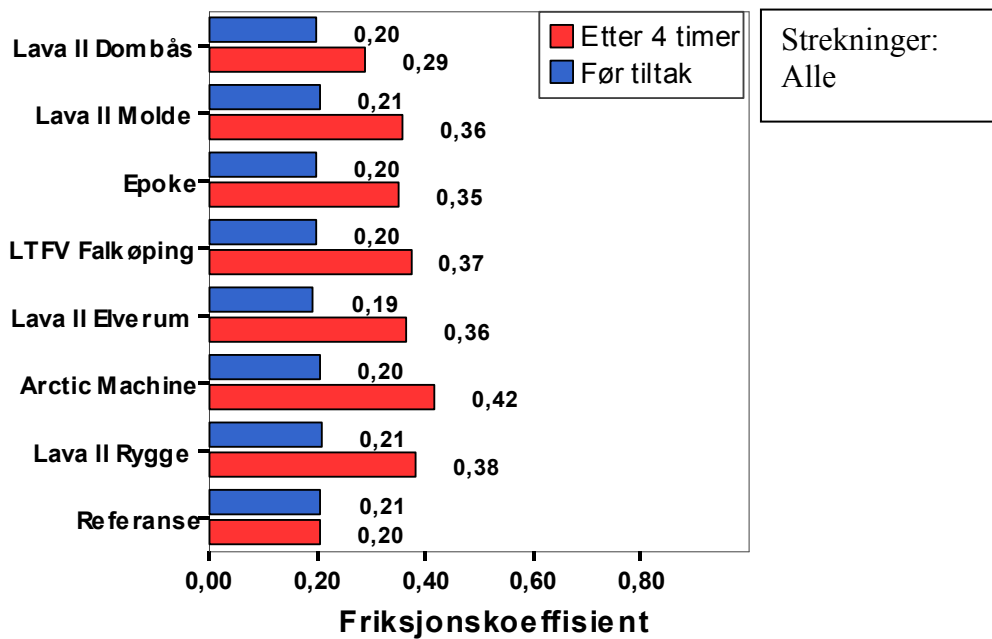




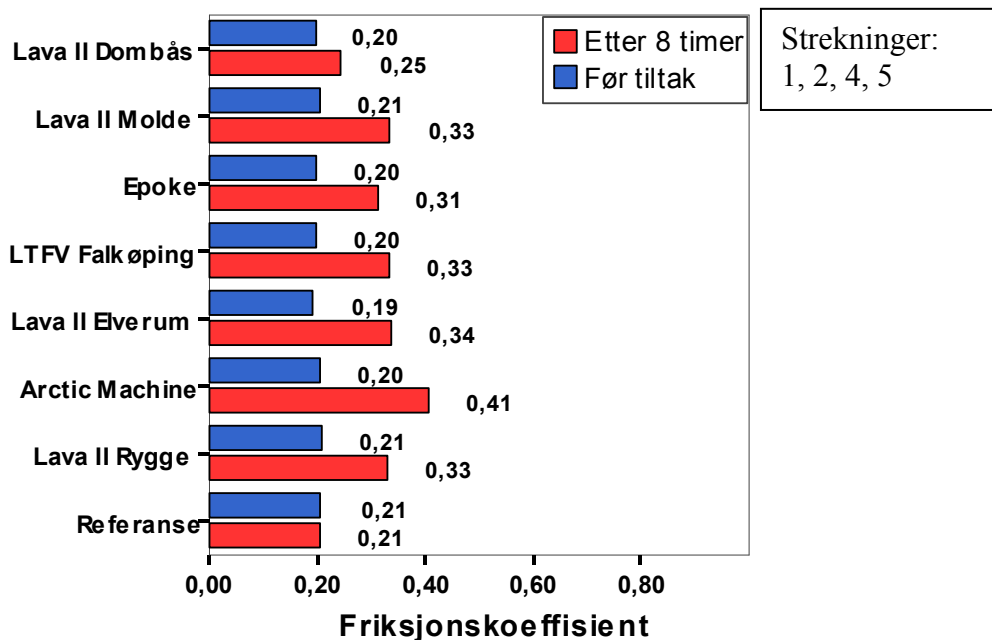
Figur 3.46: Gjennomsnittlig friksjon før og etter tiltak for de ulike sprederenhetene



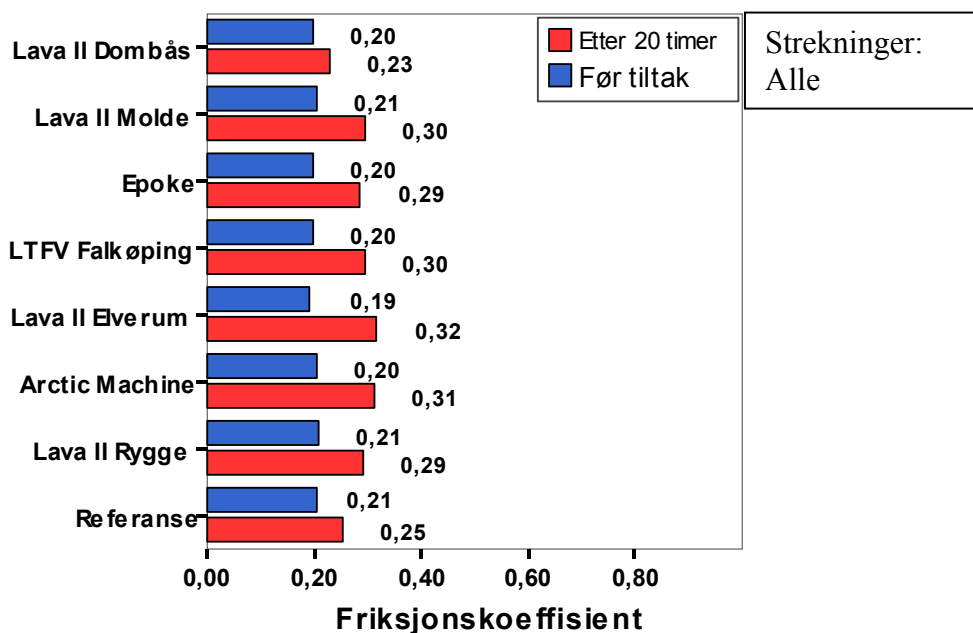
Figur 3.47: Gjennomsnittlig friksjon før og 2 timer etter tiltak for de ulike sprederenhetene



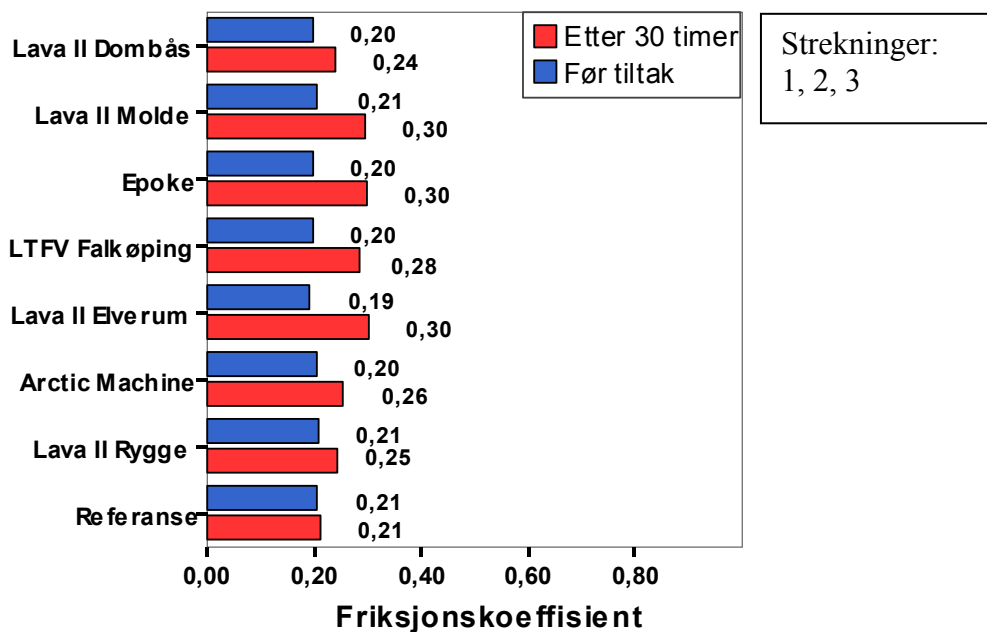
Figur 3.48: Gjennomsnittlig friksjon før og 4 timer etter tiltak for de ulike spredereenhetene



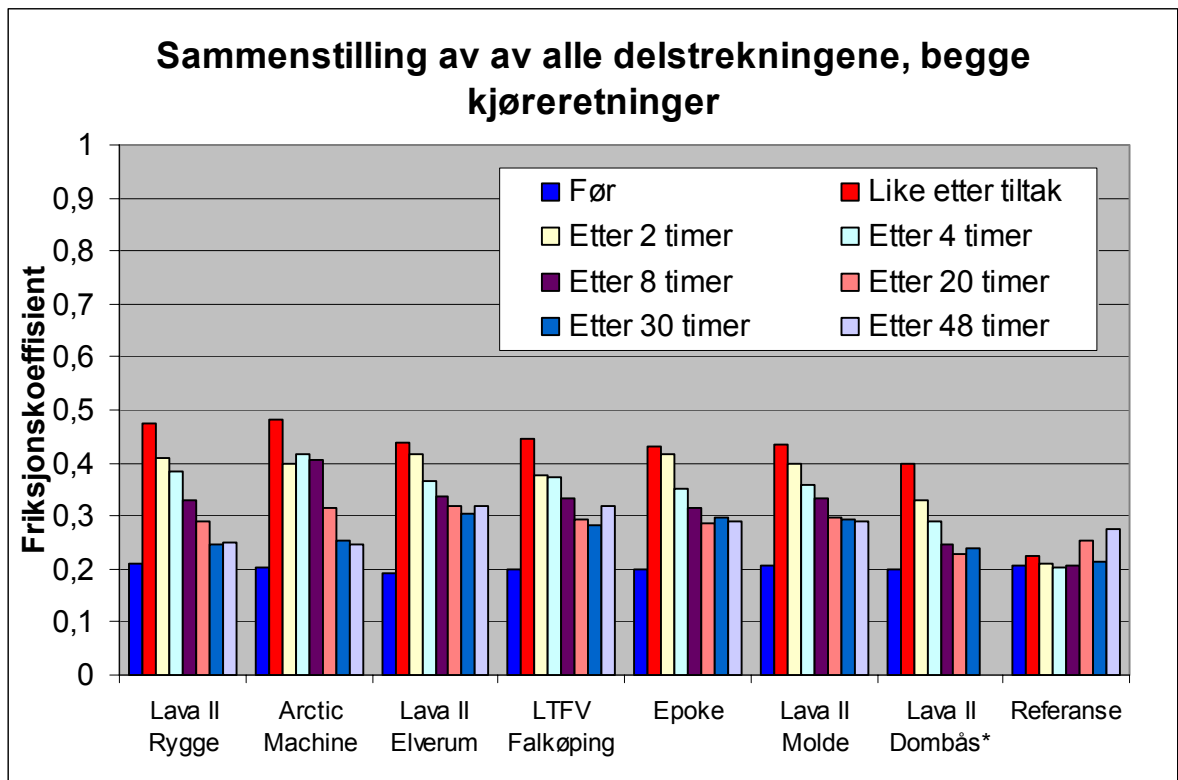
Figur 3.49: Gjennomsnittlig friksjon før og 8 timer etter tiltak for de ulike spredereenhetene



Figur 3.50: Gjennomsnittlig friksjon før og 20 timer etter tiltak for de ulike sprederenhetene



Figur 3.51: Gjennomsnittlig friksjon før og 30 timer etter tiltak for de ulike sprederenhetene



\*) Lava II Dombås benyttet saltblandet sand

**Figur 3.52:** Sammenstilling av friksjonsmålinger på alle delstrekningene, sammenligning mellom ulike Fastsandspredere. Merk at Stratos Lava II Dombås benyttet saltblandet sand

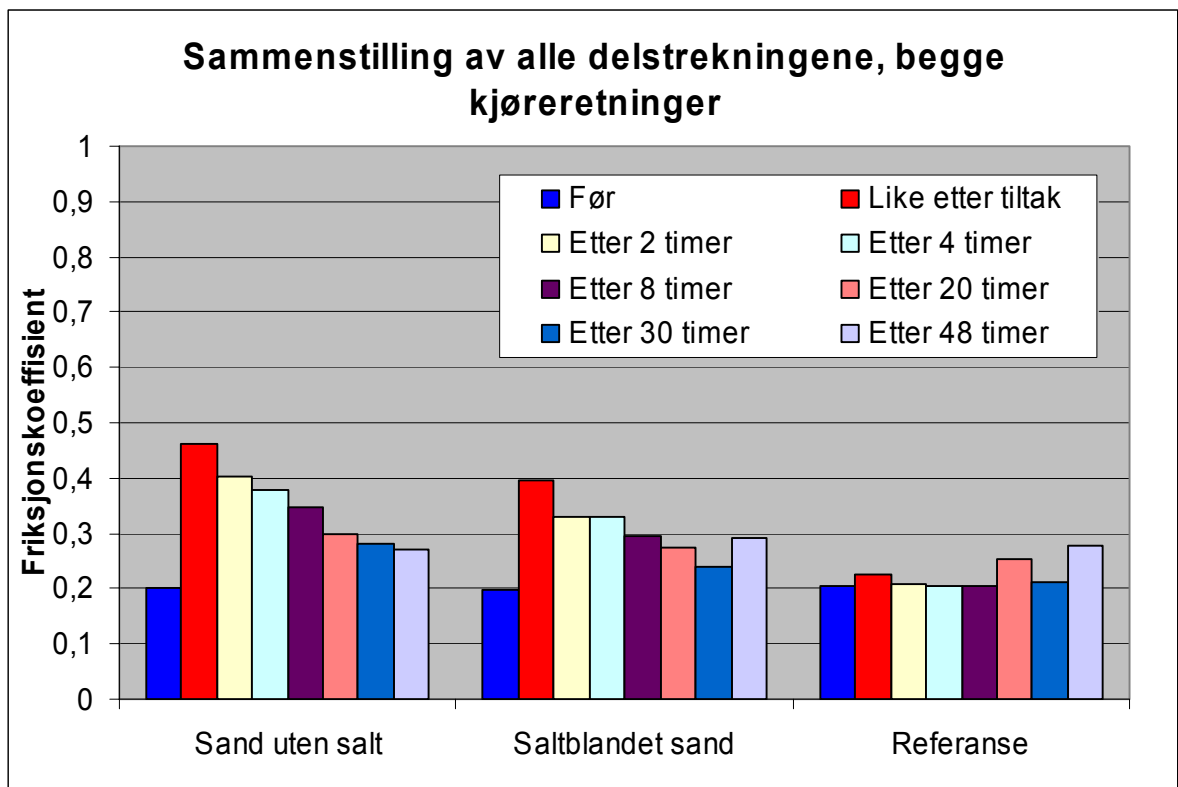
Resultatene fra friksjonsmålingene kan sammenfattes på følgende måte:

Som det framgår av Figur 3.32 - Figur 3.45, var det relativt jevne resultater første forsøksdagen (prøvestrekning 1-3), mens det var større variasjoner mellom sprederne andre og tredje dagen. Særlig gjaldt dette på E6 Hp 18 (prøvestrekning 4 og 5). Det er mulig at en årsak til dette var at det kunne være større problemer med å håndteres grusmassene som ble benyttet andre dagen.

Når en slår sammen resultatene fra hvert delfelt og beregner gjennomsnittsverdiene i ulike tidspunkt etter tiltak, se Figur 3.46 - Figur 3.51, er det interessant å merke seg at enhetene som lå best an rett etter tiltak ikke beholder denne posisjonen over tid. Dette går da også tydelig fram av Figur 3.52 hvor det er gjengitt gjennomsnittlig friksjon hver enhet i ulike tidspunkt etter tiltak. 4 av sprederne lå omtrent helt likt etter 30 timer. 2 av sprederne hadde en god utvikling fram til 20 timer etter tiltak, men falt så til et lavere nivå enn de 4 med høyest verdier etter 30 timer. Den 7. sprederen som kun benyttet saltblandet sand falt under en grense på 0,30 allerede etter 4 timer.

Målingene etter 48 timer ble gjort på Rv 29, og vil derfor ikke være representative for alle strekningene som ble omfattet av testen. Det er likevel oppløftende resultater med tanke på langtidsvirkningen av Fastsandtiltak når en ser på resultatene for 4 av sprederne etter 30 timer.

En interessant dimensjon i testene som ble gjennomført var at det på Epoke og Stratos Lava II Molde andre forsøksdagen (strekning 4, 5 og 6) ble benyttet sand med noe salt tilsatt. I Figur 3.53 er det foretatt en sammenligning mellom de 2 materialtypene.



**Figur 3.53:** Sammenstilling av friksjonsmålinger på alle delstrekningene, sammenligning mellom sand med og uten saltilsetning

Av Figur 3.53 kan en se at saltblandet sand både ga et lavere friksjonstilskudd målt rett etter tiltak, og at friksjonen lå lavere utover det undersøkte tidsforløpet der det ble benyttet saltblandet sand enn der det ble brukt ren sand. Det kan derfor se ut for at saltilsetningen har en negativ påvirkning på effekten av Fastsand, og kan ha som resultat at det må gjennomføres flere tiltak for å holde en viss standard med saltblandet sand enn når det brukes ren sand.

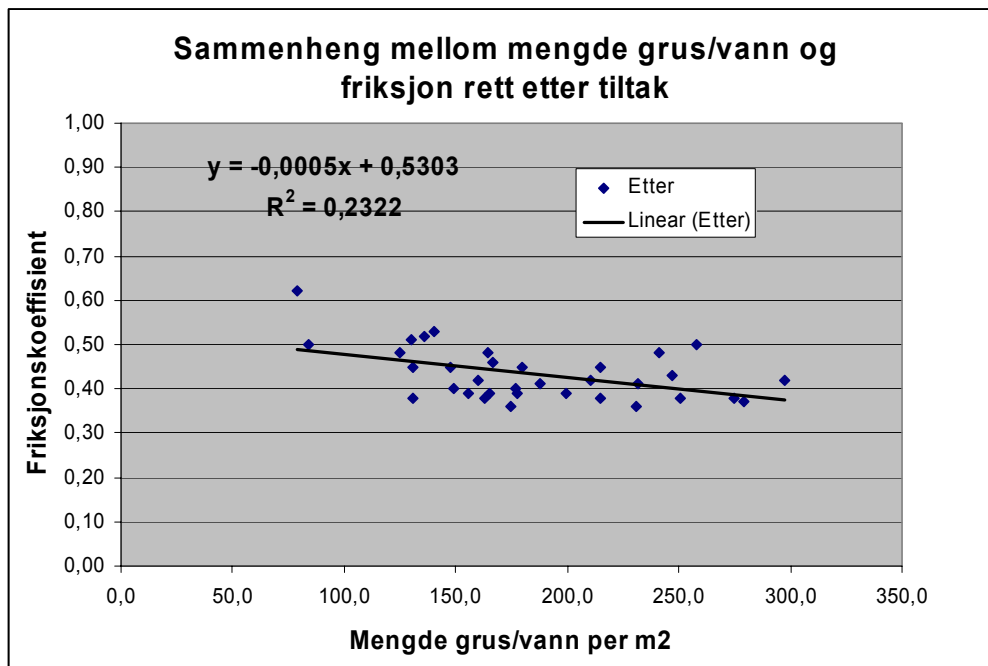
Selv om en har et begrenset datamateriale, gir stikkprøvekontrollene av utlagte mengder sand og vann et grunnlag for å analysere hvordan ulike mengder, blandingsforhold sand/vann og strøbredder påvirker friksjonen etter tiltak.

### 3.6 Innvirkning av materialmengde og strøbredde

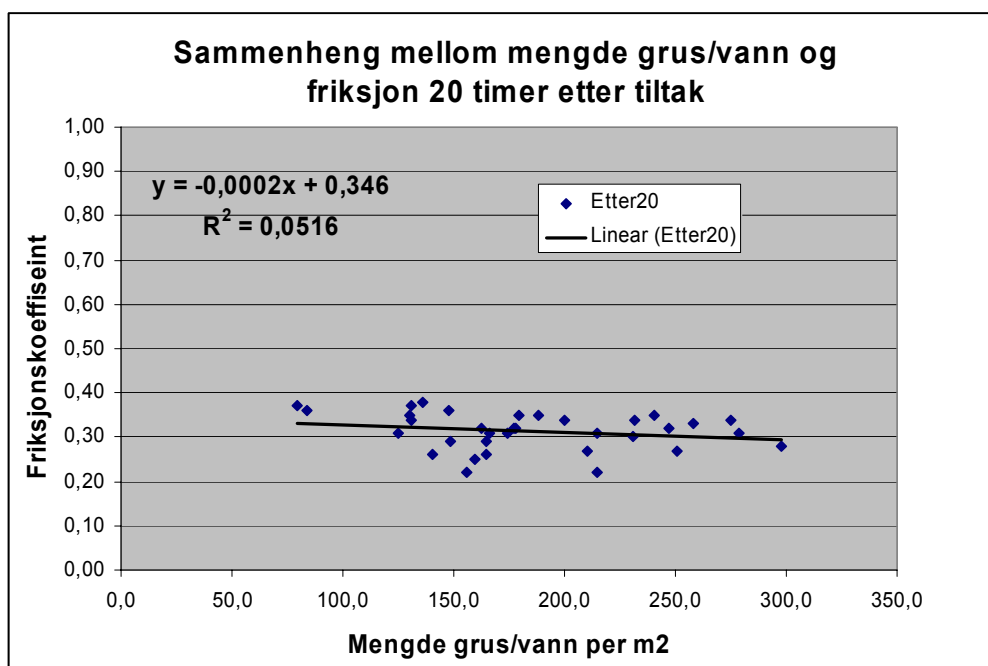
Masseopptakene og kontrollen av strøbredder som er referert tidligere gir mulighet til å se på hvordan utlagte mengder og strøbredder påvirker målt friksjon etter tiltak, se Figur 3.54 - Figur 3.57. Ut fra foreliggende materiale avtar friksjonen rett etter tiltak noe med økende mengder (signifikant). 20 timer etter tiltak er kurven omtrent flat, dvs. at mengden av grus-/vannblandingen ikke påvirket langtidseffekten av tiltaket (ikke signifikant). Dette er et resultat som er litt overraskende og som er forskjellig fra det som ble funnet ved tilsvarende tester vinteren 1999/2000 (Vaa, 2000). Det ble da funnet en svak økning i friksjonen med

økende sandmengde. Kastebredden ser ut til å ha minimal innvirkning på friksjonsnivået. Resultatet etter 20 timer er imidlertid signifikant.

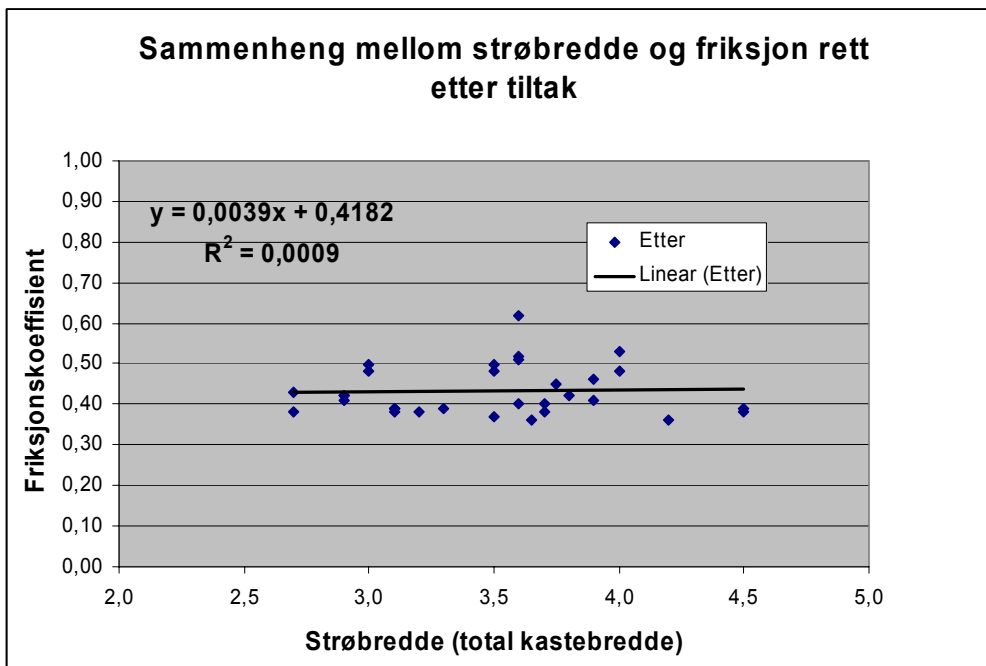
Det må presiseres at datamaterialet ikke er stort nok til å skille på den enkelte spreder, noe som bringer inn en usikkerhet i resultatene med hensyn på effektene av både materialmengde og spredebredde. Resultatene viser likevel at det vil være riktig å sette mer søkelys på å optimalisere grusmengdene i forhold til effekten på vegen. Det bør gjøres flere forsøk hvor en har en kontrollert variasjon i grusmengder og vanntilsetning for samme spreder. Flere spreder bør inngå i en slik test.



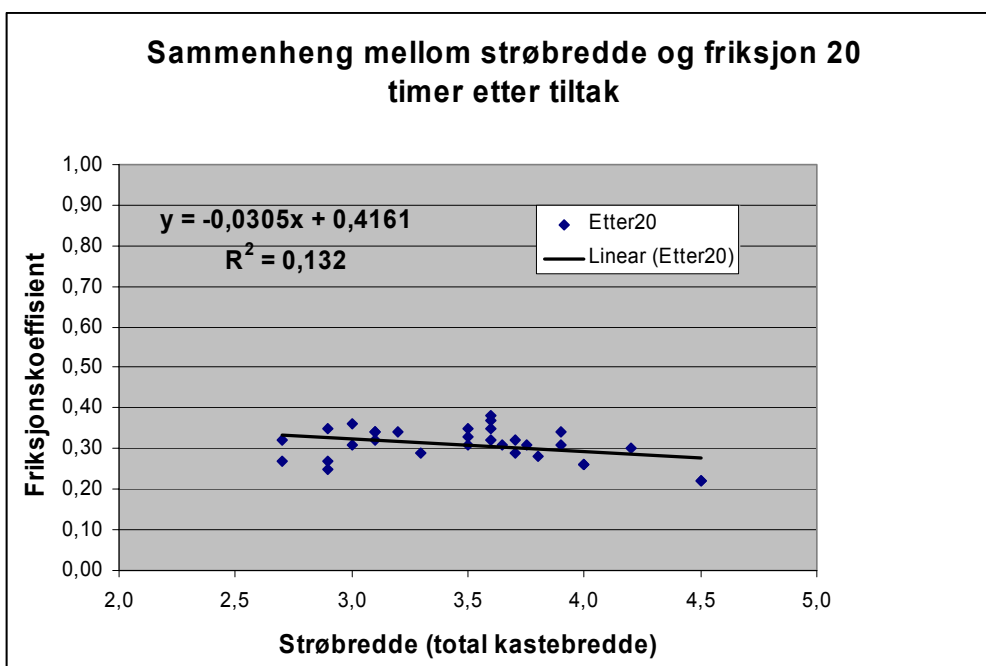
**Figur 3.54:** Sammenheng mellom mengde grus/vann og friksjon rett etter tiltak



**Figur 3.55:** Sammenheng mellom mengde grus/vann og friksjon rett 20 timer etter tiltak



**Figur 3.56:** *Sammenheng mellom strøbredde og friksjon rett etter tiltak*



**Figur 3.57:** *Sammenheng mellom strøbredde og friksjon 20 timer etter tiltak*

### 3.7 Forsøk med ICE-AWAY

Som nevnt tidligere var det planlagt utført en test med ICE-AWAY i forbindelse med forsøkene i uke 3, både som ren løsning og som befukting av sand. Siden en fikk tekniske problemer med utstyret ble denne delen av testen ikke gjennomført. Det ble i stedet gjennomført et eget forsøk med bistand fra Region midt 3. og 4. februar på E6 ved Fokstua.

Prøvestrekningen ble delt inn i 500 meter lange delfelt hvor det ble gjort tiltak i henhold til Tabell 3.7.

**Tabell 3.7:** Inndeling i prøvefelt under forsøkene med ICE-AWAY 3. 4. februar 2005

Strekning	Metode	Mengder
Delfelt 1	Sand	Ca 400 gram per m <sup>2</sup>
Delfelt 2	Sand/ICE-AWAY	Ca 80 gram ICE-AWAY, ca 160 gram sand per m <sup>2</sup>
Delfelt 3	ICE-AWAY	Ca 80 gram per m <sup>2</sup>
Delfelt 4	ICE-AWAY	Ca 40 gram per m <sup>2</sup>

De oppgitte mengdene ble ikke eksakt kontrollert, og de reelle mengdene var trolig mindre enn det som er oppgitt.

Figur 3.58 viser hvordan forholdene var under forsøkene med ICE-AWAY. Det var tynn is, delvis sol og partier med fokksnø slik at forholdene ikke var helt ideelle med tanke på å isolere effektene av strøtiltakene.



**Figur 3.58:** Utstrøing av tørr sand



Friksjonen ble målt med en fast slip målere av typen TWO, se Figur 3.59.

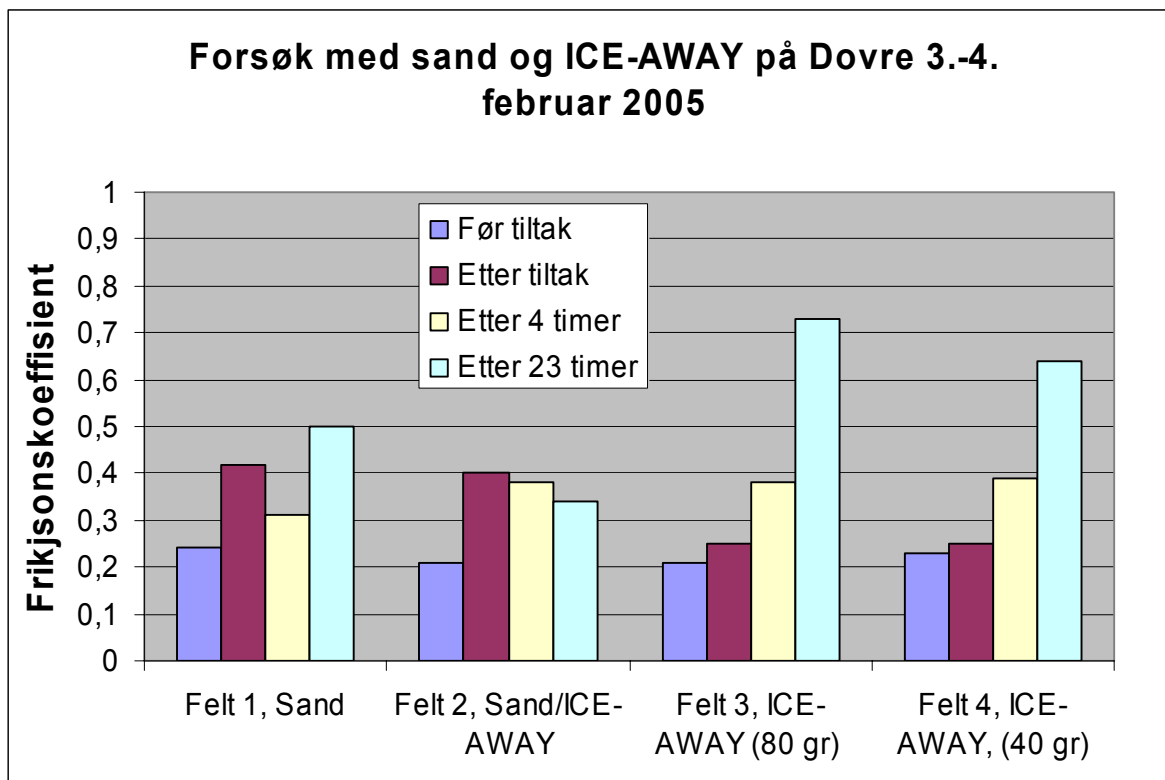
# FRIKSJONSMÅLER

## Traction Watcher One



**Figur 3.59:** Friksjonsmåler som ble benyttet under testene 3. – 4. februar

Friksjonen ble målt før tiltak, rett etter tiltak og deretter henholdsvis 4 timer og 23 timer etter tiltak. Resultatene fra friksjonsmålingene er framstilt i Figur 3.60.



**Figur 3.60:** Friksjonsmålinger i forbindelse med forsøk ICE-AWAY

Kombinasjonen av sand og ICE-AWAY ser ikke ut til å ha hatt noen annen virkning enn der det ble benyttet ren sand. Der det ble benyttet ICE-AWAY lagt ut som løsning, var det etter 4 timer samme effekt som der det ble lagt ut ICE-AWAY i samme mengde, men i kombinasjon med sand. Den klart beste langtidsvirkningen etter 23 timer hadde en imidlertid der det ble benyttet ICE-AWAY i løsningsform.

Resultatene fra de begrensede forsøkene som ble gjort 3. – 4. februar viste at ICE-AWAY er effektiv på tynn is. Det er helt klart av interesse å foreta ytterligere tester og da i sammenligning med andre kjemikalier. Bl a er det ønskelig å få undersøkt nærmere både nødvendige mengder og virkemåte under ulike forhold.


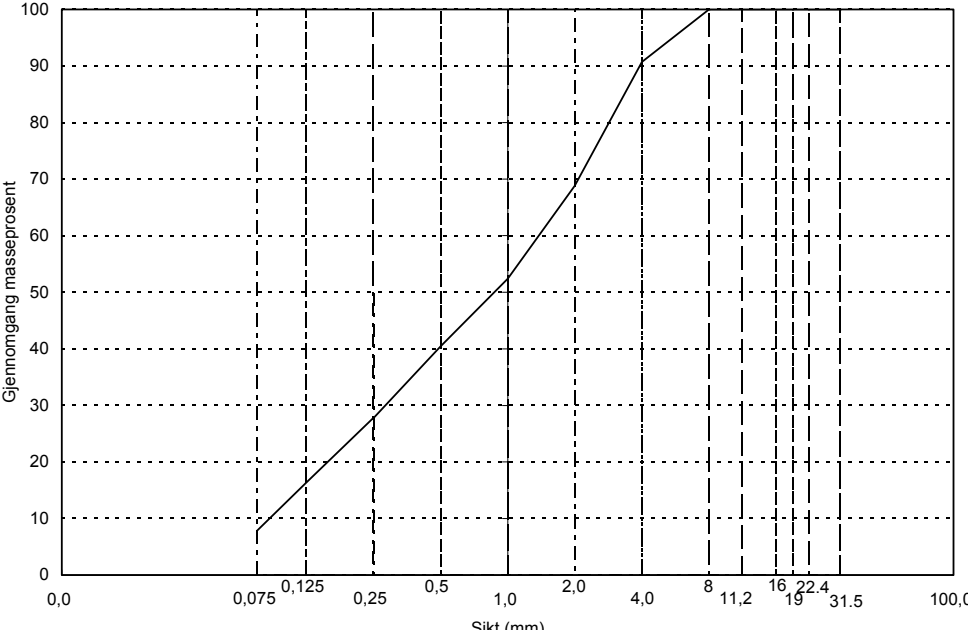
Når det gjelder de observerte endringene etter 23 timer for feltet hvor det ble benyttet ren sand, har friksjonsoppgangen trolig sammenheng med at isdekket var litt ujevnt og at en på dette delfeltet kan ha fått en del bare partier på grunn av solinnstrålingen.


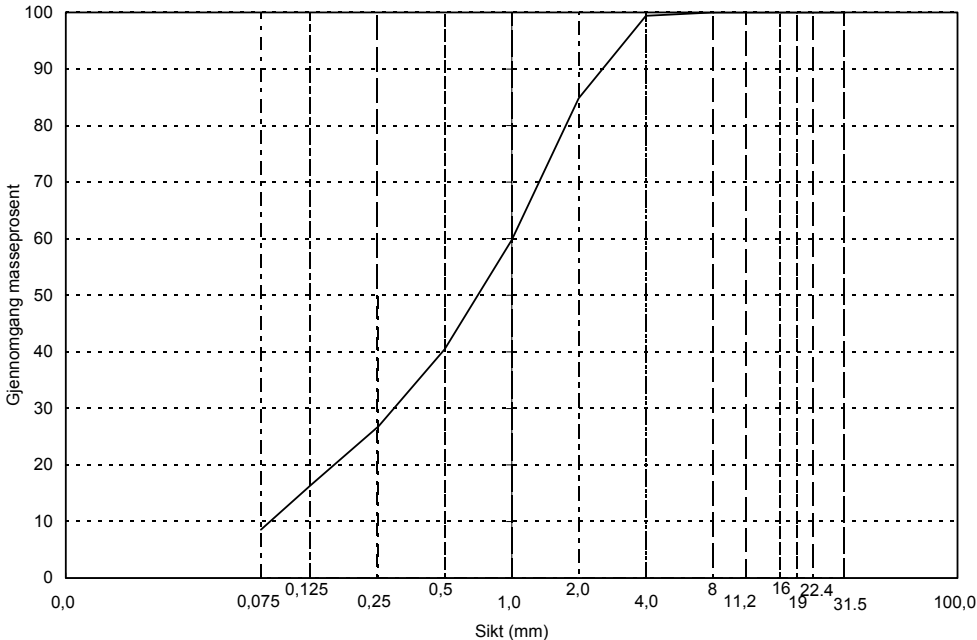
**Litteraturliste**


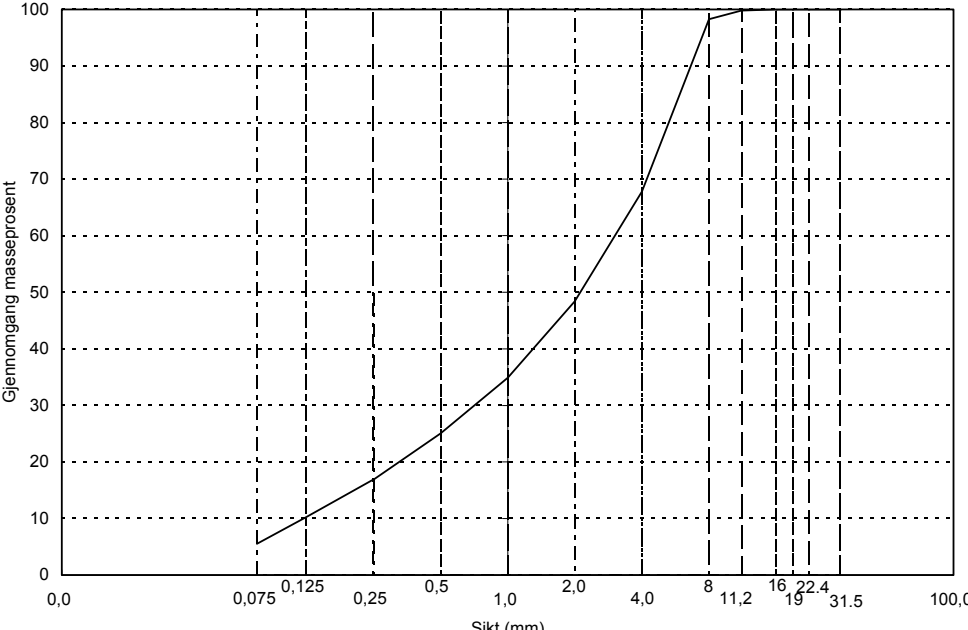
- Vaa, Torgeir      Vinterfriksjonsprosjektet – resultater fra sandingsforsøk sesongen 1999/2000. Rapport nr 108. Vegteknisk avdeling, november 2000
- Vaa, Torgeir      Resultater fra tester av Fastsandspredere og nytt strømiddel i uke 4/2004. rapport 2371. Teknologivdelingen, desember 2004
- Minsk, David L.      Snow and Ice Control Manual for Transportation Facilities. McGraw-Hill, 1998

## **Vedlegg 1: Siktekurver av grusmaterialer som ble benyttet**


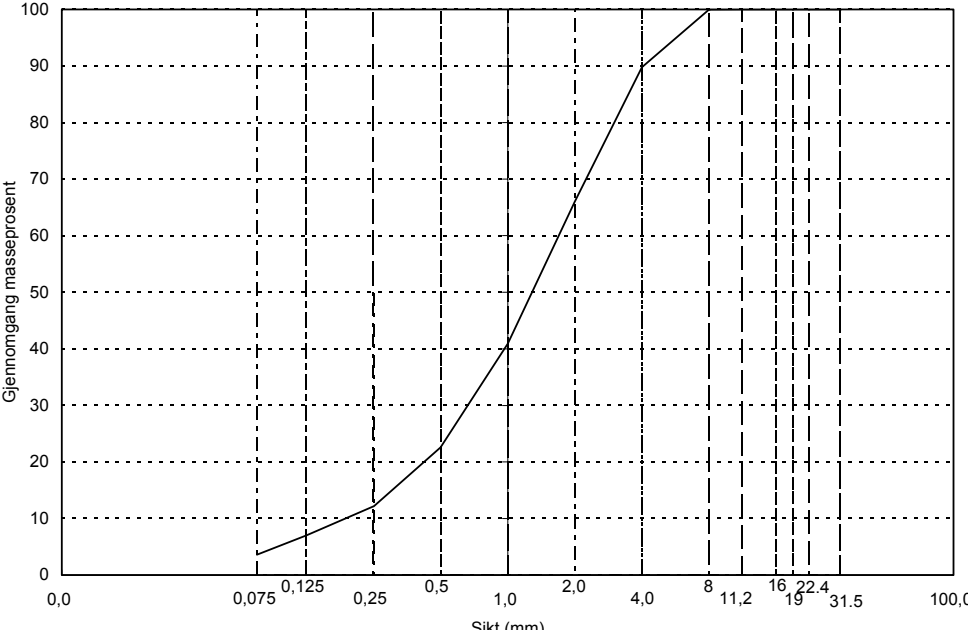


 <p><b>SINTEF</b></p> <p>SINTEF Bygg og miljø Veg og samferdsel</p>	<b>SIKTEANALYSE</b>																																																																			
	Standard: Statens vegvesen - håndbok 014  Trondheim, _____ 25.01.2005  Utført av: _____																																																																			
Materiale: <b>Knust fjell</b> 0 - 4 mm																																																																				
Sted: <b>Dombås</b>																																																																				
Analysert for: <b>18,01,05</b> <span style="float: right;">Densitet: 2,731</span>																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">SIKTEANALYSE</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">SIKT</th> <th>Prøve 1</th> <th>Prøve 2</th> <th>1+2</th> </tr> <tr> <th>(g)</th> <th>(g)</th> <th>(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>31,50</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>22,40</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>19,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>16,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>11,20</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>8,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>4,00</td><td>106,2</td><td>99,1</td><td>9,3</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>361,7</td><td>328,2</td><td>31,2</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>559,4</td><td>493,6</td><td>47,6</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>703,7</td><td>613,9</td><td>59,5</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>856,8</td><td>740,4</td><td>72,2</td></tr> <tr><td>0,125</td><td>994,9</td><td>855,4</td><td>83,6</td></tr> <tr><td>0,075</td><td>1098,2</td><td>941,7</td><td>92,2</td></tr> <tr><td>BUNN</td><td>1190,0</td><td>1022,7</td><td>100,0</td></tr> </tbody> </table>		SIKTEANALYSE				SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2	(g)	(g)	(%)	31,50		0,0	0,0	22,40		0,0	0,0	19,00		0,0	0,0	16,00		0,0	0,0	11,20		0,0	0,0	8,00		0,0	0,0	4,00	106,2	99,1	9,3	2,00	361,7	328,2	31,2	1,00	559,4	493,6	47,6	0,50	703,7	613,9	59,5	0,25	856,8	740,4	72,2	0,125	994,9	855,4	83,6	0,075	1098,2	941,7	92,2	BUNN	1190,0	1022,7	100,0
SIKTEANALYSE																																																																				
SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2																																																																	
	(g)	(g)	(%)																																																																	
31,50		0,0	0,0																																																																	
22,40		0,0	0,0																																																																	
19,00		0,0	0,0																																																																	
16,00		0,0	0,0																																																																	
11,20		0,0	0,0																																																																	
8,00		0,0	0,0																																																																	
4,00	106,2	99,1	9,3																																																																	
2,00	361,7	328,2	31,2																																																																	
1,00	559,4	493,6	47,6																																																																	
0,50	703,7	613,9	59,5																																																																	
0,25	856,8	740,4	72,2																																																																	
0,125	994,9	855,4	83,6																																																																	
0,075	1098,2	941,7	92,2																																																																	
BUNN	1190,0	1022,7	100,0																																																																	
<p><b>SIKTEKURVE</b></p> 																																																																				
Skjema:sikte <span style="float: right;">Datakatalog: P:\</span>																																																																				

 <p>SINTEF Bygg og miljø Veg og samferdsel</p>	<b>SIKTEANALYSE</b>																																																																			
	Standard: Statens vegvesen - håndbok 014																																																																			
	Trondheim, _____ 25.01.2005																																																																			
Utført av: _____																																																																				
Materiale: <b>Buldoserlaget</b>	Knust natur 0 - 4																																																																			
Sted: <b>Dombås</b>																																																																				
Analysert for: <b>19,01,05</b>	Densitet: 2,751																																																																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">SIKTEANALYSE</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">SIKT</th> <th>Prøve 1</th> <th>Prøve 2</th> <th>1+2</th> </tr> <tr> <th>(g)</th> <th>(g)</th> <th>(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>31,50</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>22,40</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>19,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>16,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>11,20</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>8,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>4,00</td><td>8,5</td><td>6,5</td><td>0,6</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>198,8</td><td>171,3</td><td>15,2</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>533,3</td><td>447,8</td><td>40,2</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>797,7</td><td>656,6</td><td>59,6</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>987,1</td><td>803,6</td><td>73,3</td></tr> <tr><td>0,125</td><td>1126,8</td><td>914,8</td><td>83,6</td></tr> <tr><td>0,075</td><td>1231,8</td><td>1001,5</td><td>91,4</td></tr> <tr><td>BUNN</td><td>1347,3</td><td>1094,8</td><td>100,0</td></tr> </tbody> </table>		SIKTEANALYSE				SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2	(g)	(g)	(%)	31,50		0,0	0,0	22,40		0,0	0,0	19,00		0,0	0,0	16,00		0,0	0,0	11,20		0,0	0,0	8,00		0,0	0,0	4,00	8,5	6,5	0,6	2,00	198,8	171,3	15,2	1,00	533,3	447,8	40,2	0,50	797,7	656,6	59,6	0,25	987,1	803,6	73,3	0,125	1126,8	914,8	83,6	0,075	1231,8	1001,5	91,4	BUNN	1347,3	1094,8	100,0
SIKTEANALYSE																																																																				
SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2																																																																	
	(g)	(g)	(%)																																																																	
31,50		0,0	0,0																																																																	
22,40		0,0	0,0																																																																	
19,00		0,0	0,0																																																																	
16,00		0,0	0,0																																																																	
11,20		0,0	0,0																																																																	
8,00		0,0	0,0																																																																	
4,00	8,5	6,5	0,6																																																																	
2,00	198,8	171,3	15,2																																																																	
1,00	533,3	447,8	40,2																																																																	
0,50	797,7	656,6	59,6																																																																	
0,25	987,1	803,6	73,3																																																																	
0,125	1126,8	914,8	83,6																																																																	
0,075	1231,8	1001,5	91,4																																																																	
BUNN	1347,3	1094,8	100,0																																																																	
<p><b>SIKTEKURVE</b></p>  <p style="font-size: small;">Gjennomgang masseprosent</p> <p style="font-size: small;">Sikt (mm)</p>																																																																				
Skjema:sikte	Datakatalog: P:\																																																																			

 <p>SINTEF Bygg og miljø Veg og samferdsel</p>	<b>SIKTEANALYSE</b>																																																																					
	Standard: Statens vegvesen - håndbok 014																																																																					
	Trondheim, _____ 25.01.2005																																																																					
Utført av: _____																																																																						
Materiale: <b>Saltblandetsand</b>		Knust natur 0 - 6																																																																				
Sted: <b>Dombås</b>		Dombås vegstasjon																																																																				
Analysert for: <b>19,01,05</b>		Densitet: 2,736																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">SIKTEANALYSE</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">SIKT</th> <th>Prøve 1</th> <th>Prøve 2</th> <th>1+2</th> </tr> <tr> <th>(g)</th> <th>(g)</th> <th>(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>31,50</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>22,40</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>19,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>16,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>11,20</td><td>2,8</td><td>1,9</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>8,00</td><td>6,4</td><td>30,9</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>4,00</td><td>322,5</td><td>375,7</td><td>32,2</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>537,1</td><td>582,3</td><td>51,6</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>688,4</td><td>723,5</td><td>65,1</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>797,6</td><td>827,7</td><td>74,9</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>884,9</td><td>917,1</td><td>83,1</td></tr> <tr><td>0,125</td><td>956,1</td><td>990,1</td><td>89,7</td></tr> <tr><td>0,075</td><td>1006,7</td><td>1042,7</td><td>94,5</td></tr> <tr><td>BUNN</td><td>1064,8</td><td>1104,2</td><td>100,0</td></tr> </tbody> </table>				SIKTEANALYSE				SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2	(g)	(g)	(%)	31,50		0,0	0,0	22,40		0,0	0,0	19,00		0,0	0,0	16,00		0,0	0,0	11,20	2,8	1,9	0,2	8,00	6,4	30,9	1,7	4,00	322,5	375,7	32,2	2,00	537,1	582,3	51,6	1,00	688,4	723,5	65,1	0,50	797,6	827,7	74,9	0,25	884,9	917,1	83,1	0,125	956,1	990,1	89,7	0,075	1006,7	1042,7	94,5	BUNN	1064,8	1104,2	100,0
SIKTEANALYSE																																																																						
SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2																																																																			
	(g)	(g)	(%)																																																																			
31,50		0,0	0,0																																																																			
22,40		0,0	0,0																																																																			
19,00		0,0	0,0																																																																			
16,00		0,0	0,0																																																																			
11,20	2,8	1,9	0,2																																																																			
8,00	6,4	30,9	1,7																																																																			
4,00	322,5	375,7	32,2																																																																			
2,00	537,1	582,3	51,6																																																																			
1,00	688,4	723,5	65,1																																																																			
0,50	797,6	827,7	74,9																																																																			
0,25	884,9	917,1	83,1																																																																			
0,125	956,1	990,1	89,7																																																																			
0,075	1006,7	1042,7	94,5																																																																			
BUNN	1064,8	1104,2	100,0																																																																			
<b>SIKTEKURVE</b>																																																																						
 <p>The graph plots cumulative mass percentage (Gjennomgang masseprosent) on the y-axis (0 to 100) against sieve size (Sikt (mm)) on the x-axis (0.0 to 100.0). The curve shows a sharp increase between 4 mm and 8 mm, reaching 100% at 8 mm.</p>																																																																						
Skjema:sikte		Datakatalog: P:\																																																																				



 <p>SINTEF Bygg og miljø Veg og samferdsel</p>	<b>SIKTEANALYSE</b>																																																																			
	Standard: Statens vegvesen - håndbok 014																																																																			
	Trondheim, _____ 25.01.2005																																																																			
Utført av: _____																																																																				
Materiale: <b>Åndalsnes</b>	Knust fjell 0 - 6																																																																			
Sted: <b>Dombås</b>																																																																				
Analysert for: <b>20,01,05</b>	Densitet: 2,709																																																																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">SIKTEANALYSE</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">SIKT</th> <th>Prøve 1</th> <th>Prøve 2</th> <th>1+2</th> </tr> <tr> <th>(g)</th> <th>(g)</th> <th>(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>31,50</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>22,40</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>19,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>16,00</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>11,20</td><td></td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>8,00</td><td>0,9</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>4,00</td><td>110,0</td><td>129,0</td><td>10,2</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>359,9</td><td>434,7</td><td>34,0</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>627,6</td><td>752,7</td><td>59,1</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>824,9</td><td>983,7</td><td>77,4</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>937,4</td><td>1115,7</td><td>87,9</td></tr> <tr><td>0,125</td><td>992,1</td><td>1180,3</td><td>93,0</td></tr> <tr><td>0,075</td><td>1028,4</td><td>1224,6</td><td>96,4</td></tr> <tr><td>BUNN</td><td>1065,9</td><td>1270,7</td><td>100,0</td></tr> </tbody> </table>		SIKTEANALYSE				SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2	(g)	(g)	(%)	31,50		0,0	0,0	22,40		0,0	0,0	19,00		0,0	0,0	16,00		0,0	0,0	11,20		0,0	0,0	8,00	0,9	0,0	0,0	4,00	110,0	129,0	10,2	2,00	359,9	434,7	34,0	1,00	627,6	752,7	59,1	0,50	824,9	983,7	77,4	0,25	937,4	1115,7	87,9	0,125	992,1	1180,3	93,0	0,075	1028,4	1224,6	96,4	BUNN	1065,9	1270,7	100,0
SIKTEANALYSE																																																																				
SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2																																																																	
	(g)	(g)	(%)																																																																	
31,50		0,0	0,0																																																																	
22,40		0,0	0,0																																																																	
19,00		0,0	0,0																																																																	
16,00		0,0	0,0																																																																	
11,20		0,0	0,0																																																																	
8,00	0,9	0,0	0,0																																																																	
4,00	110,0	129,0	10,2																																																																	
2,00	359,9	434,7	34,0																																																																	
1,00	627,6	752,7	59,1																																																																	
0,50	824,9	983,7	77,4																																																																	
0,25	937,4	1115,7	87,9																																																																	
0,125	992,1	1180,3	93,0																																																																	
0,075	1028,4	1224,6	96,4																																																																	
BUNN	1065,9	1270,7	100,0																																																																	
<p><b>SIKTEKURVE</b></p> 																																																																				
Skjema:sikte	Datakatalog: P:\																																																																			





**Statens vegvesen**

Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep  
N - 0033 Oslo

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

ISSN 1504-5005