

# Intern rapport

## Intern rapport nr. 2371

Resultater fra tester av  
Fastsandspredere og nytt  
strømiddel i uke 4/2004



Desember 2004



Statens vegvesen

Teknologiavdelingen

# Intern rapport nr. 2371

## Resultater fra tester av Fastsandspredere og nytt strømiddel i uke 4/2004

### Sammendrag

En viktig del av Vinterfriksjonsprosjektet har vært å gjøre forsøk med nye sandingsmetoder, og det er grundig dokumentert at Fastsandteknikken er overlegen tradisjonell sanding med tørr sand både i forhold til den friksjonsforbedrende effekten og varigheten av tiltak. Hensikten med testene på Dombås i uke 4/2004 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 4 er helt avgjørende for å kunne dokumentere at utviklingen går i riktig retning, og er viktig med tanke på at produsentene av sprederutstyr får objektive tilbakemeldinger om hvor utstyret fungerer.

Testene av sprederutstyr/strømetoder gikk over 3 dager (20. – 22. januar 2004) og omfattet følgende utstyr og metoder:

#### Fastsandspredere:

- Stratos Lava I, bil fra Tynset (Mesta), leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, bil fra Luftforsvaret Bodø lufthavn, leverandør: Schmidt Norge AS
- Arctic Machine, bil fra Sverige, leverandør: Tellefsdal AS
- LTFV Falköping, bil fra Geilo (Mesta), leverandør: Sigurd Stave Maskin AS

#### Øvrige strømetoder:

- Miljøstrø, fabrikkframstilt strømiddel, strøbil med tallerkenspreder
- Tørr sand, strøbil med tallerkenspreder (Fastsandspreder uten befuktning)

En sammenligning av utstyr fra de forskjellige leverandørene viste at det var relativt lite som skilte de ulike Fastsandsprederne som ble testet i forhold til målt effekt på veg i form av friksjon når en først fikk utstyret til å fungere. Hovedinntrykket var imidlertid at med unntak av Stratos Lava I, var forberedelsene og kvalitetssikringen av utstyret for dårlig fra produsentenes/leverandørenes side. Testene som ble gjennomført avdekket også at fortsatt er det behov for forbedringer i forhold til å få stilt inn strøapparatene på riktige mengder. Også her var det bare Stratos Lava I som kan få godkjent karakter.

Emneord: *Vinterdrift, sanding, friksjon*

Kontor: *Veg- og trafikkfaglig senter i Trondheim*

Saksbehandler: *Roar Støtterud*

Dato: *Desember 2004*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
Teknologiavdelingen

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo  
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44





# SINTEF RAPPORT

## SINTEF Teknologi og samfunn Veg og samferdsel

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

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

TITTEL

**Resultater fra tester av Fastsandspredere og nytt strømiddel i uke 4/2004**

FORFATTER(E)

Torgeir Vaa

OPPDRAGSGIVER(E)

Veg- og trafikkfaglig senter

RAPPORTNR. STF22 A04350	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Roar Støtterud	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-03559-6	PROSJEKTNR. 223300.01	ANTALL SIDER OG BILAG 59
ELEKTRONISK ARKIVKODE I:\pro\223300\Fastsand_dombås_uke 4.doc	PROSJEKTLIDER (NAVN, SIGN.) Torgeir Vaa	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Terje Giæver <i>Terje Giæver</i>	
ARKIVKODE 223300	DATO Mai 2004	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Forsknings sjef Lillian Fjerdings <i>Lillian Fjerdings</i>	

### SAMMENDRAG

En viktig del av Vinterfriksjonsprosjektet har vært å gjøre forsøk med nye sandingsmetoder, og det er grundig dokumentert at Fastsandteknikken er overlegen tradisjonell sanding med tørr sand både i forhold til den friksjonsforbedrende effekten og varigheten av tiltak. Hensikten med testene på Dombås i uke 4/2004 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 4 er helt avgjørende for å kunne dokumentere at utviklingen går i riktig retning, og er viktig med tanke på at produsentene av sprederutstyr får objektive tilbakemeldinger om hvor utstyret fungerer.

Følgende utstyr ble testet i uke 4/2004:

- Stratos Lava I, bil fra Tynset (Mesta)
- Stratos Lava II, bil fra Luftforsvaret Bodø lufthavn
- Arctic Machine, bil fra Sverige
- LTFV Falköping, bil fra Geilo (Mesta)

En sammenligning av utstyr fra de forskjellige leverandørene viste at det var relativt lite som skilte de ulike sprederne som ble testet i forhold til målt effekt på veg i form av friksjon når en først fikk utstyret til å fungere. Hovedinntrykket var imidlertid at med unntak av Stratos Lava I, var forberedelsene og kvalitetssikringen av utstyret for dårlig fra produsentenes/leverandørens side. Testene som ble gjennomført avdekket også at fortsatt er det behov for forbedringer i forhold til å få stilt inn strøpparatene på riktige mengder. Også her var det bare Stratos Lava I som kan få godkjent karakter.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Samferdsel	Transport
GRUPPE 2	Veg	Road
EGENVALGTE	Vinterdrift	Winter Maintenance
	Sanding	Gritting
	Friksjon	Friction

# Innhold

Sammendrag .....	ii
Summary.....	v
Definisjoner/forklaringer .....	viii
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Utvikling av Fastsandmetoden .....	1
1.3 Feltstudier .....	1
2. Forsøksopplegg i uke 4 / 2004.....	2
2.1 Sprederstyr / metoder som ble testet .....	2
2.2 Utstyr og metoder som ble testet ut.....	2
2.2.1 Stratos Lava I.....	2
2.2.2 Stratos Lava II .....	3
2.2.3 Spreader fra Falköping.....	4
2.2.4 Spreader fra Arctic Machine .....	4
2.3 Plan for testene .....	7
2.4 Oppfølgingsrutiner .....	12
2.4.1 Klimadata .....	12
2.4.2 Friksjonsmålinger .....	12
2.4.3 Spormålinger og fotografering med Vidkon .....	13
2.4.4 Øvrige bilder.....	14
3. Resultater.....	15
3.1 Generelt .....	15
3.2 Kalibrering.....	15
3.3 Forsøksbetingelser under testene.....	16
3.4 Strøtiltak .....	17
3.5 Kommentarer til utførte tiltak.....	18
3.6 Tilstanden på strøbilene.....	19
3.6.1 Generell kommentar .....	19
3.6.2 Rapporter fra observatører.....	19
3.6.3 Øvrig kontroll av Fastsandenhetene .....	20
3.7 Kontroll av spredemønster .....	26
3.8 Friksjonsmålinger .....	32
3.9 Test på bar asfalt.....	36
Vedlegg 1: Evaluering av Fastsandsprederne.....	39
Vedlegg 2: Siktekurver av grusmaterialer som ble benyttet .....	44

## 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 - 2002/2003. Det foreligger egne rapporter fra hver av de foregående sesongene.

Til sesongen 2003/2004 tilbød følgende leverandører utstyr for Fastsandmetoden på det norske markedet:

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

Til sesongen 2002/2003 forelå alle disse i en noe modifisert utgave, men det ble ikke lansert helt nytt utstyr. Størst endring i forhold til forrige sesong var det på Stratos Lava hvor den siste versjonen har fått betegnelsen Stratos Lava II. Til sesongen 2003/2004 har de største endringene skjedd med Arctic Machine med et nytt brennersystem. 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 (20. – 22. januar 2004) og omfattet følgende utstyr og metoder:

Fastsandspredere:

- Stratos Lava I, bil fra Tynset (Mesta), leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, bil fra Luftforsvaret Bodø lufthavn, leverandør: Schmidt Norge AS
- Arctic Machine, bil fra Sverige, leverandør: Tellefsdal AS
- LTFV Falköping, bil fra Geilo (Mesta), leverandør: Sigurd Stave Maskin AS

Øvrige strømetoder:

- Miljøstrø, fabrikkframstilt strømiddel, strøbil med tallerkenspreder
- Tørr sand, strøbil med tallerkenspreder (Fastsandspreder uten befuktning)

Hovedhensikten med testene i uke 4/2004 var å undersøke Fastsandutstyr fra ulike leverandører i forhold til funksjonalitet. Arctic Machine forelå som nevnt i en ny versjon i forhold til tidligere tester, mens de øvrige 3 typene utstyr var uendret i forhold til forrige sesong.

Miljøstrø produseres av firmaet Malisca i en fabrikk på Skogn. Hovedkomponentene i Miljøstrø består av treaske, sagflis og kalk etter et bestemt blandingsforhold. Produksjonsprosessen gir et produkt som kan minne om naturgrus, men med en helt annen konsistens enn grus bl a når det gjelder egenvekt. Egenvekten er ca 0,65, dvs at Miljøstrø er svært lett. Miljøstrø er tidligere ikke testet på veg, og ble tatt med som metode under testene

på Dombås for å få framskaffet dokumentasjon for hvor egnet strømiddelet og metoden er under vanlige betingelser på veg.

Tørr sand ble inkludert i testene primært for å ha en referanse å sammenligne Miljøstrø mot. Det ble benyttet 2 ulike grustyper under testene. Første dagen ble det benyttet 0-4 mm knust fjell fra Veblungnes grustak utenfor Åndalsens. Andre og tredje dagen ble det brukt 0-4 mm knust naturgrus fra et lokalt grustak på Lesja. Den lokale grusen er mer krevende i forhold til massehåndtering enn knust fjell normalt er.

#### **Hovedkonklusjoner fra testene i uke 4/2004**

Hovedinntrykket fra testene på Dombås var at kvalitetskontrollen i forbindelse med klargjøring av bilene generelt ikke var god nok når det gjaldt Arctic Machine og Stratos Lava II, og at LTFV Falköping heller ikke var tilfredsstillende klargjort.

Stratos Lava I fungerte uten tekniske problemer under testene de 2 første dagene (deltok ikke siste dagen). En enkel justering av tallerkenen var nok til å få en jevn fordeling av grusen i hele strøbredden.

For LTFV Falköping viste det seg at hydraulikken på bilen ikke ga tilstrekkelig oljemengde første dagen slik at det ikke ble oppnådd tilstrekkelig vanntemperatur. Dette ble ordnet før testen andre dagen.

Stratos Lava II var ikke riktig innstilt fra leverandøren i forhold til å gi riktig vanntemperatur. Dette ble forsøkt justert til testene andre dagen. I tillegg til justering for å produsere riktig vanntemperatur, viste det seg at sprederen ga for stor strøbredde i forhold til innstillingen på styrepanelet. Bredden var riktig under stillstand (3 meter), men ble vesentlig for stor (opptil 6 meter) under utstrøing. I tillegg til de nevnte forhold ble det konstatert at Stratos Lava II ga for liten vannmengde pga "groing" i rørspralene. Dette er et problem som er erfart også tidligere med den samme modellen av Lava II.

På Arctic Machine var hovedproblemet knyttet til at en mekanisk innretning i gruscontaineren som ikke fungerte. Dette førte til store problemer med å få ut massen og nødvendiggjorde utstrakt staking for i det hele tatt å få grusmassene ned på transportbåndet.

Under tester av denne typen forventes det at leverandørene stiller med topp trimmet utstyr, noe som på langt nær var tilfelle. Dette er bekymringsfullt hvis det også er et bilde av kvalitetssikringssystemet til leverandører av spredertstyr.

Testene som ble gjennomført avdekket også at fortsatt er det behov for forbedringer i forhold til å få stilt inn strøapparatene på riktige mengder. Også her var det bare Stratos Lava I som kan få godkjent karakter. Avvikene for de andre Fastsandenhetene var til dels betydelig.

På tross av en rekke tekniske problemene, bekreftet testene at Fastsand er overlegen tradisjonell strøing med tørr sand. En sammenligning av utstyr fra de forskjellige leverandørene viste også at det var relativt lite som skilte de ulike sprederne som ble testet i forhold til målt effekt på veg i form av friksjon når en først fikk utstyret til å fungere. Med hensyn til Miljøstrø, viste testene at materialet ikke tålte sterk kulde og frøs ved en temperatur lavere enn -10 °C. Den første forsøksdagen fikk en imidlertid strødd ut Miljøstrø

på en vellykket måte, men det nye strømiddelet falt helt igjennom i forhold til friksjonsforbedrende effekt. Effekten av Miljøstrø viste seg å gi et friksjonstilskudd opp mot det en kan oppnå med tørr sand rett etter strøing. Pga den lave egenvekten, blir heller ikke Miljøstrø liggende og så også ut til å forsvinne enda raskere enn tørr sand.

## 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, is well documented through further scientific studies and tests on spreader equipment the winter seasons 1999/2000 – 2002/2003. There are reports available from each of the previous seasons.

The winter season 2003/2004 the following suppliers offered equipment for the Fastsand technique on the Norwegian market:

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

At the beginning of the 2002/2003 winter season all of these spreaders had been subject to a certain modification, but there was not introduced totally new equipment. The greatest change compared to the previous season (2001/2002) was made to Stratos Lava I with the newest version given the name Stratos Lava II. The season 2003/2004 the greatest change was made to Arctic Machine with a new heater system. In addition to the suppliers listed above, there are still in use some units of the type Fasa 2000 from Veimas / Mec Tec in Norway, but the last-mentioned company has not delivered new spreaders since the season 2001/2002.

### The purpose with the test

The test on spreader equipment and sanding methods had 3 days duration (20. – 22. January 2004) and comprised the following equipment and methods:

Fastsand spreaders:

- Stratos Lava I, truck from Tynset (Mesta), supplier: Schmidt Norway Ltd
- Stratos Lava II, truck from Air Defence Bodø airport, supplier: Schmidt Norway Ltd
- Arctic Machine, truck from Sweden, supplier: Tellefsdal Ltd
- LTFV Falköping, truck from Geilo (Mesta), supplier: Sigurd Stave Maskin Ltd

Other methods:

- Miljøstrø, factory produced material, truck with spinner type spreader
- Dry sand, truck with spinner type spreader (Fastsand spreader without adding water to the sand)

The main purpose with the tests in week 4/2004 was to look into Fastsand equipment from different suppliers regarding the functionality of the spreaders. As mentioned Arctic Machine had been substantially modified while the other trucks were unchanged since the previous season.



Miljøstrø is produced by the Norwegian company Malisca in a factory in Skogn. The main components in Miljøstrø consists of wood ashes, sawdust and lime with a certain rate of mixture. The production process gives a product which can look like natural sand, but with a totally different consistence than sand amongst other things when it comes to specific gravity. The specific gravity is ca. 0.65, i.e. Miljøstrø is very lightweighted. Miljøstrø has not been tested for road application previously, and was included as a method in the Dombås test in order to obtain documentation for how suitable the material and the method are under ordinary conditions on winter roads.

Dry sand was included in the tests primarily to have a reference to compare Miljøstrø against.

#### **Main conclusions from the tests in week 4/2004**

The main impression from the tests in Dombås was that the quality control in preparing the trucks for the tests in general was unsatisfactory regarding Arctic Machine and Stratos Lava II, and that nor LTFV Falköping was made ready to satisfaction.

Stratos Lava I worked without any problems during the tests. One single adjustment of the spinner was enough to get a uniform spreading of the sand and water mixture in the whole spreader width.

For LTFV Falköping it showed up that the hydraulics on the truck did not give sufficient oil rate the first day to gain high enough water temperature. This was fixed till the next day.

Stratos Lava II was not properly adjusted to give the correct water temperature. This was tried to regulate the second day. In addition to the adjustment to get the correct water temperature, it showed up that the spinner gave to wide spreader width according to the reading on the control panel. The spreader width was correct at stand still (3 meters), but was considerably to wide (up till 6 metes) while driving with ordinary speed at 20-25 km/h. In addition to the things mentioned it was found that Stratos Lava II gave to small amount of water due to pitting in the spiral tube. The pitting in the tubes is a problem also experienced earlier on this model of Lava II.

On Arctic Machine the main problem was attached to malfunction of a mechanical device in the sand container. This caused great problems getting the sand on the conveyor belt and necessitated comprehensive manual rodding.

During these types of testes it is expected that suppliers displays top trimmed equipment, which was far from the case. It is reason for concern if this gives a picture of the vendors' quality control system.

The tests that were carried through revealed that there still are needs for improvement in the adjustment of the spreaders to give the correct amount of material on the roadway. Also in this case only Stratos Lava I can be approved. The difference for the other Fastsand trucks was substantial.

In spite of the series of technical problems, the tests confirmed that the Fastsand technique is superior to spreading dry sand. A comparison of equipment from different suppliers showed

that when the spreaders was functioning there were only minor variations between the trucks measured in terms of friction improvement.

Regarding Miljøstrø, the tests showed that the material did not stand up with strong cold and froze at a temperature below  $-10^{\circ}\text{C}$ . The first day of the test however Miljøstrø was strewn on a successful way, but the material fell totally through as a friction improvement material. The effect from Miljøstrø showed friction improvement up against what can be achieved with dray sand straight after spreading. Due to the low specific gravity, neither does Miljøstrø stay on the roadway and disappears even more rapidly than dry sand.

## 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

## 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 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 - 2002/2003. Det foreligger egne rapporter fra hver av de foregående sesongene.

Til sesongen 2003/2004 tilbød følgende leverandører utstyr for Fastsandmetoden på det norske markedet:

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

Til sesongen 2002/2003 forelå alle disse i en noe modifisert utgave, men det ble ikke lansert helt nytt utstyr. Størst endring i forhold til forrige sesong var det på Stratos Lava hvor den siste versjonen har fått betegnelsen Stratos Lava II. Til sesongen 2003/2004 har de største endringene skjedd med Arctic Machine med et nytt brennersystem. 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 5 år, og det har hele tiden vært et mål å forbedre Fastsandutstyret bl a i forhold til:

- effekt på veg
- bruk av tallerkenspreder
- 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 gjennom 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 hvor utstyret fungerer. Denne rapporten inneholder en oppsummering av resultatene fra testene av Fastsandspredere som ble gjennomført på Dombås 20. – 22. januar 2004 (uke 4 / 2004).

## 2. Forsøksopplegg i uke 4 / 2004

### 2.1 Spreaderutstyr / metoder som ble testet

Testene av spreaderutstyr/strømetoder omfattet følgende utstyr og metoder:

Fastsandspredere:

- Stratos Lava I, bil fra Tynset (Mesta), leverandør: Schmidt Norge AS
- Stratos Lava II, bil fra Luftforsvaret Bodø lufthavn, leverandør: Schmidt Norge AS
- Arctic Machine, bil fra Sverige, leverandør: Tellefsdal AS
- LTFV Falköping, bil fra Geilo (Mesta), leverandør: Sigurd Stave Maskin AS

Øvrige strømetoder:

- Miljøstrø, fabrikkframstilt strømiddel, strøbil med tallerkenspreder
- Tørr sand, strøbil med tallerkenspreder (Fastsandspreder uten befuktning)

Hovedhensikten med testene i uke 4/2004 var å undersøke Fastsandutstyr fra ulike leverandører i forhold til funksjonalitet. Arctic Machine forelå som nevnt i en ny versjon i forhold til tidligere tester, mens de øvrige 3 typene utstyr var uendret i forhold til forrige sesong.

Miljøstrø produseres av firmaet Malisca i en fabrikk på Skogn. Hovedkomponentene i Miljøstrø består av treaske, sagflis og kalk etter et bestemt blandingsforhold. Produksjonsprosessen gir et produkt som kan minne om naturgrus, men med en helt annen konsistens enn grus bl a når det gjelder egenvekt. Egenvekten er ca 0,65, dvs at Miljøstrø er svært lett. Miljøstrø er tidligere ikke testet på veg, og ble tatt med som metode under testene på Dombås for å få framskaffet dokumentasjon for hvor egnet strømiddelet og metoden er under vanlige betingelser på veg.

Tørr sand ble inkludert i testene primært for å ha en referanse å sammenligne Miljøstrø mot.

### 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/produzentene av utstyret.

#### 2.2.1 Stratos Lava I

Figur 2.1 viser enheten fra Tynset som ble testet på Dombås i uke 4/2004. Dette er den første generasjonen Stratos Lava som ble produsert av Nido fabrikken i Nederland. Brennersystemet fra Nido har en total effekt på 250 kW fordelt med 80 kW på hver brenner. Til hver brenner er det en vannpumpe som gir 20 l/min. Antall brennere og pumper som går på Stratos Lava I er ikke direkte hastighetsavhengig, men går i 3 trinn. Tidspunktet for når neste trinn slår inn er knyttet til bestemte hastigheter.



På bildet av Stratos Lava I kan en se friksjonsmåler av typen Kofriks montert like foran boggieakslingen. Dette er et utstyr som har vært under uttesting på strøbil sesongen 2003/2004.



*Figur 2.1: Stratos Lava I, Mesta Tynset*

### 2.2.2 Stratos Lava II

Figur 2.2 viser enheten fra Luftforsvaret i Bodø av typen Stratos Lava II som ble testet på Dombås i uke 4/2004.



*Figur 2.2: Stratos Lava II, Luftforsvaret Bodø*

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.

### 2.2.3 Spreder fra Falköping

Figur 2.3 viser bilde av Falköpings Fastsandenhet som ble levert sesongen 2002/2003.



*Figur 2.3: Fastsandspreder levert av Falköping til sesongen 2002/2003*

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 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

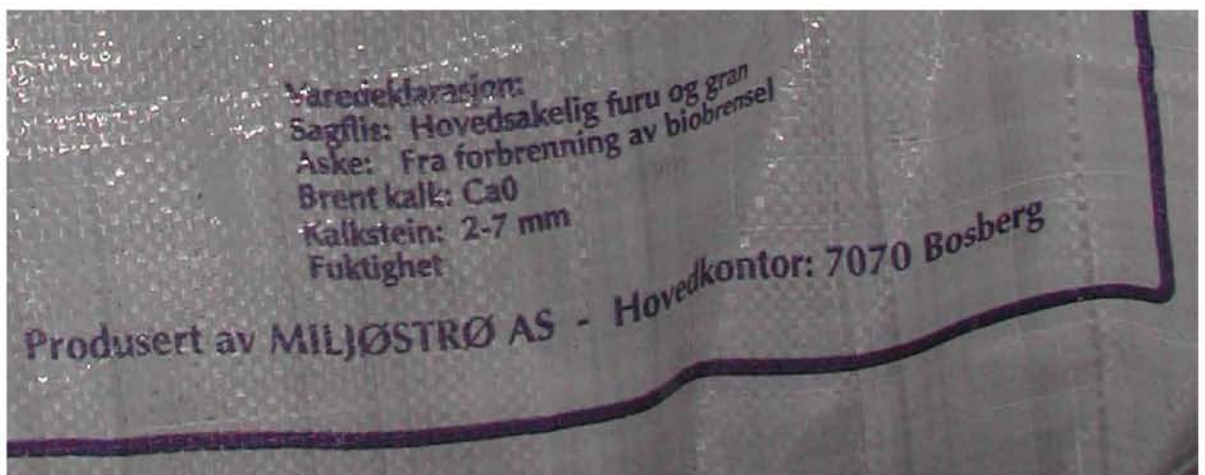
Figur 2.4 viser sandsprederen fra Arctic Machine som ble testet på Dombås i uke 4/2004. Systemet er bygd opp på en Teho spreder og med basis i en dampgenerator som på siste modell er flyttet bak strøcontaineren. Dampgeneratoren har en effekt på 200 kW. Dampsystemet består av en brenner, hydraulisk vannpumpe, elektrisk kontrollpanel, fjernstyrt kontrollpanel og varsel- og reguleringsfunksjoner. Varmen fra dampgeneratoren kan kontrolleres og reguleres under kjøring.





**Figur 2.4:** Fastsandspreder fra Arctic Machine

Varedeklarasjonen for Miljøstrø framgår av figur 2.5. Som en kan se er selve blandingsforholdet ikke oppgitt. Det er heller ikke angitt hvor stor mengde kalkstein som er tilsatt. Korngraderingen for kalkstein er oppgitt til 2-7 mm. Ut fra problemstillingene rundt grove steinstørrelser (bl a skader på frontruter), bør det vurderes å gå ned i steinstørrelse f eks til 2-4 mm. Fuktighet tilsettes for å dempe støvet under utstrøing.



**Figur 2.5:** Varedeklarasjon Miljøstrø

Miljøstrø leveres i 10 liter poser til privat bruk på gårds plasser og lignende. Til testen på Dombås ble Miljøstrø pakket i storsekk, se figur 2.6 og 2.7.



*Figur 2.6: Miljøstrø levert i storsekk*



*Figur 2.7: Miljøstrø*

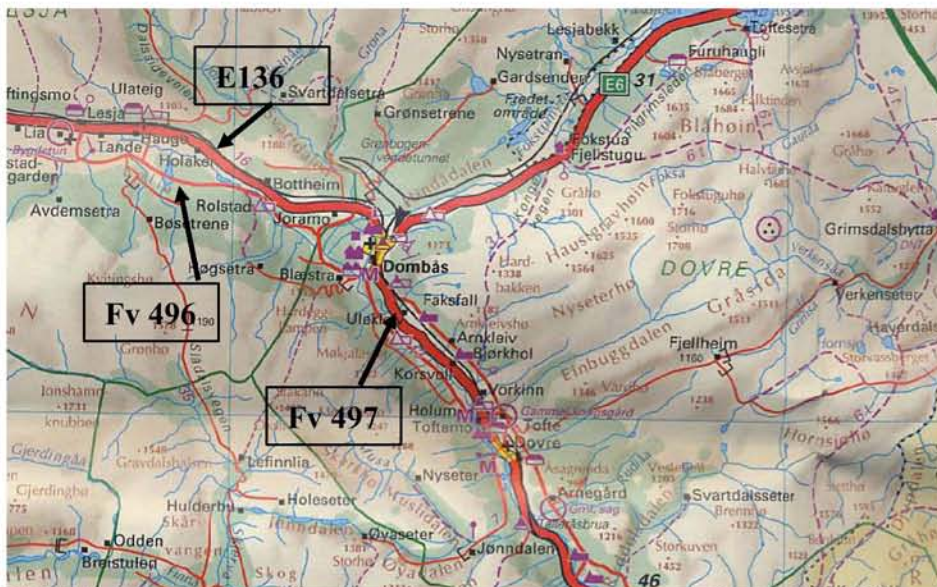




*Figur 2.8: Utstrøring av Miljøstrø*

### 2.3 Plan for testene

Fv 496, Fv 497 og E136 ble benyttet som prøveområder under testene på Dombås i uke 4. Lokaliseringen av prøvestrekningene framgår av figur 2.9.



*Figur 2.9: Forsøksstrekninger som ble benyttet under testene i uke 4/2004*

Vegene som ble benyttet har følgende karakteristika:

- Fv 496, ÅDT = 130 - 250
- Fv 497, ÅDT = 150
- E136, ÅDT = 1500 - 1900



Testene foregikk i perioden 20. – 22. januar etter følgende plan:

Tirsdag 20. januar:

2 teststrekninger à 6 delfelt på Fv 496. Strøing med 4 Fastsandspredere, Miljøstrø og tørr sand på isdekke. 0-4 mm knust fjell fra Veblungnes sandtak.

Onsdag 21. januar:

1 teststrekning inndelt i 12 delfelt på Fv 497. Strøing med 4 Fastsandspredere, Miljøstrø og tørr sand på snø-/isdekke. 0-4 mm knust naturgrus fra Lesja Buldoserlag.

Torsdag 22. januar:

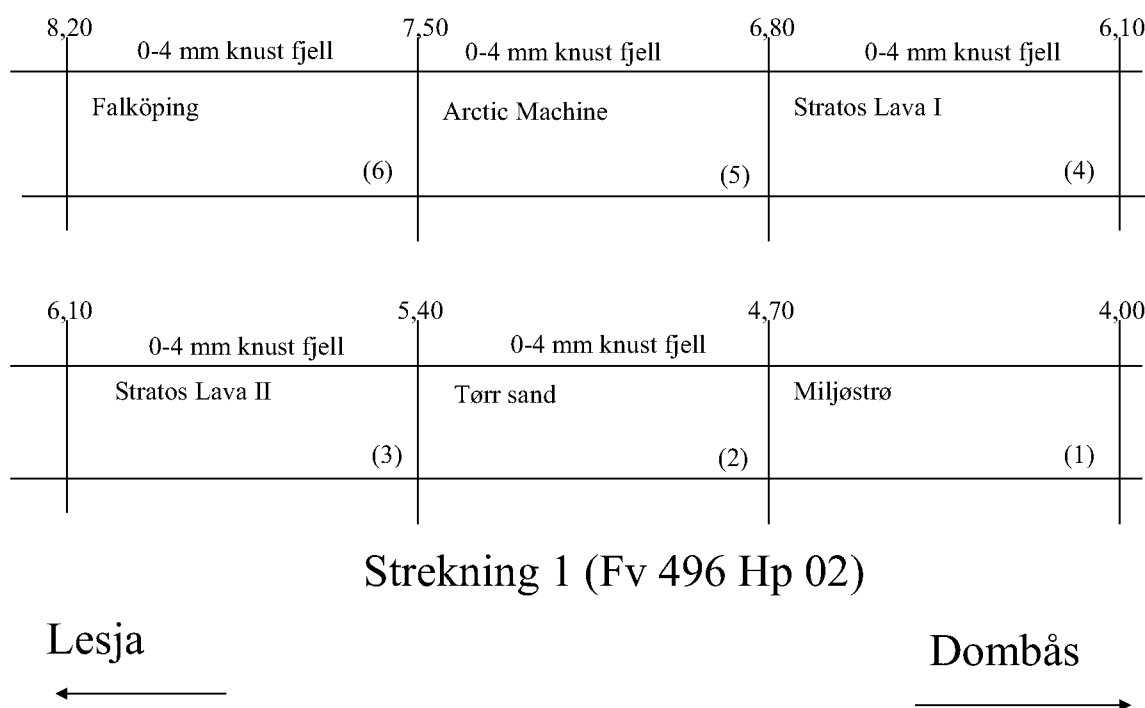
1 teststrekning inndelt i 3 delfelt på E136. Strøing med 3 Fastsandspredere på bar veg med flekker av tynn ishinne. 0-4 mm knust naturgrus fra Lesja Buldoserlag.

En hadde i utgangspunktet et ønske om å legge alle testene til en mer trafikkert veg som E136, men der var det ikke egnede føreforhold i den perioden testene foregikk.

I tillegg til testene på veg ble det utført følgende kontroller:

- En observatør fulgte strøbilene under testene de 2 første dagene
- Kalibrering av strøapparater basert på veiing av tørrstoffdelen
- Kontroll av utlagte mengder befuktet grus
- Kontroll av vanntemperatur
- Opptak med varmekamera under utstrøing både 21. og 22. januar

Inndelingen av teststrekningene i delstrekninger er gjengitt i figurene 2.10 – 2.13. På strekning 1 og 2 (Fv 496) ble det strødd ett drag midt i vegen, mens det andre dagen ble strødd begge retninger (Fv 497). Totalt ble det foretatt strøing av 24 delfelt på snø- isdekke hvorav halvparten ble strødd begge retninger.



**Figur 2.10:** *Strekning 1*



5,20	0-4 mm knust natur	4,20	0-4 mm knust natur	3,20	0-4 mm knust natur	2,45
Arctic Machine		Falköping		Stratos Lava II		
	(7)		(8)		(9)	
2,45	0-4 mm knust natur	1,70	0-4 mm knust natur	0,950	0-4 mm knust natur	0,200
Stratos Lava I		Arctic Machine		Falköping		
	(10)		(11)		(12)	

### Strekning 3, del 2 (Fv 497 Hp 01)

Dombås



Otta



**Figur 2.13:** Strekning 3, del 2

Figurene 2.14 - 2.16 viser førsituasjonen før strøing på henholdsvis strekning 1 og strekning 2 på Fv 496 og strekning 3 på Fv 497.



**Figur 2.14:** Situasjonen før strøing på Fv 496, strekning 1



*Figur 2.15: Situasjonen før strøing på Fv 496, strekning 2*



*Figur 2.16: Situasjonen før strøing på Fv 497, strekning 3*



## 2.4 Oppfølgingsrutiner

### 2.4.1 Klimadata

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

### 2.4.2 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
- Sarsys, friksjonsmåler fra Luftforsvaret i Bodø

Figurene 2.17 - 2.20 viser bilder av de ulike typene friksjonsmålere som ble benyttet.



*Figur 2.17: Roar Mark III*



*Figur 2.18: Roar Mark I*



*Figur 2.19: Oscar*



*Figur 2.20: Sarsys friksjonsmåler*

Alle Roar-målerne og Oscar måler variabel slipp, mens Oscar og Roar Mark III også kan benyttes for måling av fastslipp. Sarsys er en fastslipp måler.



Fast slip vil si at målehjulet bremses med en fast slipp prosent (bremsekraft) i forhold til underlaget.

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.

### 2.4.3 Spormålinger og fotografering med Vidkon

I tillegg til friksjonsmålebilene deltok en spormålebil fra Region sør, se figur 2.21 både for å foreta målinger av spor og jevnhet samt ta bilder med VidKon. Vidkon systemet var stilt inn på bildetagning hver 20. meter.



*Figur 2.21: Målebil for spormålinger*

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

#### **2.4.4 Øvrige bilder**

Ved testene både i uke 4/2004 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. En har heller ikke har sett på varigheten av tiltak i forhold til trafikkpåkjenningen fordi trafikken både på Fv 496 og Fv 497 er liten særlig vinterstid.

#### 3.2 Kalibrering

Kalibrering av strøbilene ble foretatt etter standard prosedyre, se figur 3.1 og 3.2.



*Figur 3.1: Kalibrering av strøapparater*





*Figur 3.2: Kalibrering av strøpparater, oppsamling av grus*

Til kalibreringen benyttes det en gummitatte på 3 m<sup>2</sup>. Etter en overfart samles grusen opp og veies. Testen gjentas inntil kalibreringsmålet på 180 eller 200 gram/m<sup>2</sup> er nådd.

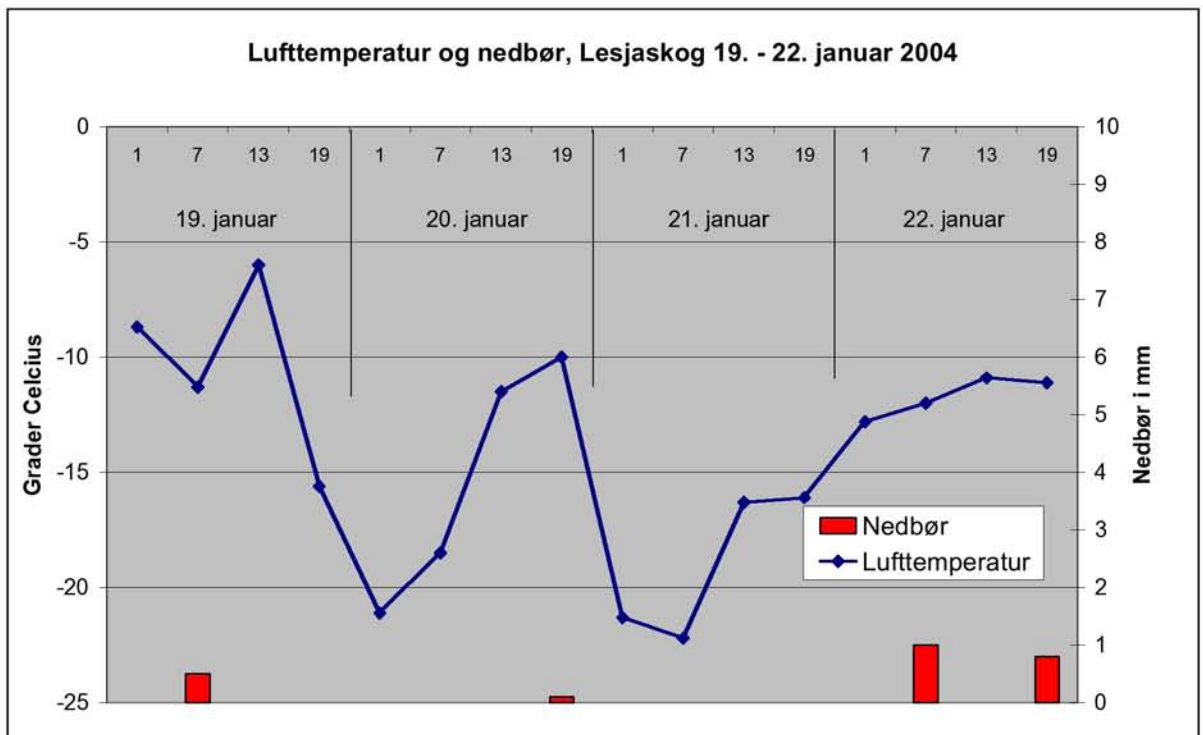
### 3.3 Forsøksbetingelser under testene

I tabell 3.1 er det gjengitt temperaturdata fra testene i uke 4/2004.

*Tabell 3.1: Temperaturdata fra testene Dombås i uke 4/200*

Veg, Hp	Dato	Tidspunkt	Km	Luft	Dekke
Fv 496, Hp 02	20. januar	12:32	4,5	-13	-13
		14:27	2,5	-11	-10
		16:25	4,5	-10	-11
		16:35	8,0	-9	-10
		16:45	3,0	-11	-10
		16:55	1,0	-12	-10
Fv 497, Hp 01	21. januar	15:25	9,0	-22	-19
		15:45	1,0	-22	-18

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



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

### 3.4 Strøtiltak

Strøingen på strekningene 1-3 ble gjennomført i henhold til planer som framgår av tabellene 3.2 – 3.4:

**Tabell 3.2:** Tidspunkter for strøing 20. januar, 0-4 mm knust fjell fra Åndalsnes. Strekning 1

Utstyr	Delfelt	Masse	Mengde tørt	Tidspunkt
Miljøstrø	1	Miljøstrø	90	14:20
Lava II, tørt	2	0-4 mm	200	14:25
Stratos Lava II	3	0-4 mm	200	12:05
Stratos Lava I	4	0-4 mm	200	11:50
Arctic Machine	5	0-4 mm	200	12:00
LTFV Falköping	6	0-4 mm	200	11:44

**Tabell 3.3:** Tidspunkter for strøing 20. januar, 0-4 mm knust fjell fra Åndalsnes. Strekning 2

Utstyr	Delfelt	Masse	Mengde tørt	Tidspunkt
Miljøstrø	1	Miljøstrø	90	15:30
Lava II, tørt	2	0-4 mm	200	15:25
Stratos Lava II	3	0-4 mm	200	15:15
Stratos Lava I	4	0-4 mm	200	15:10
Arctic Machine	5	0-4 mm	200	15:00
LTFV Falköping	6	0-4 mm	190	14:50



**Tabell 3.4:** Tidspunkter for strøing 21. januar, 0-4 mm knust natur fra Lesja. Strekning 3

Utstyr	Delfelt	Masse	Mengde tørt	Tidspunkt
Miljøstrø	1 og 3	Miljøstrø	90	Ingen masse ut
Lava II, tørt	2 og 4	0-4 mm	200	12:00 - 12:15
Stratos Lava II	5 og 9	0-4 mm	200	12:15 – 12:30
Stratos Lava I	6 og 10	0-4 mm	200	11:40 – 12: 20
Arctic Machine	7 og 11	0-4 mm	200	11:45 – 12:15
LTFV Falköping	8 og 12	0-4 mm	190	11:42 – 12:15

Siktekurver for grusmaterialene er gjengitt i vedlegg 2.

### 3.5 Kommentarer til utførte tiltak

Strøingen tirsdag 20. gikk tilsynelatende greitt med alle enhetene, men det var nødvendig med betydelig manuell innsats for å få ut grusmassene fra Arctic Machine enheten.

Utstrøing av Miljøstrø gikk greitt uten noen vanskeligheter, se figur 2.8. Onsdag 21. hadde en de samme problemene med Arctic Machine. I tillegg viste det seg at Miljøstrø frøs og ikke lot seg strø ut på ordinær måte. Ved senere tester i kulderom ble det konstatert at blandingen av Miljøstrø ikke tålte temperaturer under ca minus 10 °C.

### 3.6 Tilstanden på strøbilene

#### 3.6.1 Generell kommentar

**Kommentarer til tilstanden på strøbilene:**

Stratos Lava I fungerte uten problemer under testene alle 3 dagene. En enkel justering av tallerkenen var nok til å få en jevn fordeling av grusen i hele strøbredden.

For LTFV Falköping viste det seg at hydraulikken på bilen ikke ga tilstrekkelig oljemengde første dagen slik at det i følge sjåføren ikke ble oppnådd tilstrekkelig vanntemperatur. Dette ble ordnet før testen andre dagen.

Stratos Lava II var ikke riktig innstilt fra leverandøren i forhold til å gi riktig vanntemperatur. Dette ble forsøkt justert til testene andre dagen. I tillegg til justering for å produsere riktig vanntemperatur, viste det seg at sprederen ga for stor strøbredde i forhold til innstillingen på styrepanelet. Bredden var riktig under stillstand (3 meter), men ble vesentlig for stor (opptil 6 meter) under utstrøing. I tillegg til de nevnte forhold ble det konstatert at Stratos Lava II ga for liten vannmengde pga ”groing” i rørsiralene. Dette er et problem som er erfart også tidligere med den samme modellen av Lava II.

På Arctic Machine var hovedproblemet knyttet til at en mekanisk innretning i gruscontaineren som ikke fungerte. Dette førte til store problemer med å få ut massen og nødvendiggjorde utstrakt staking for i det hele tatt å få grusmassene ned på transportbåndet.

**Hovedinntrykket fra testene på Dombås var at kvalitetskontrollen i forbindelse med klargjøring av bilene generelt ikke var god nok når det gjaldt Arctic Machine og Stratos Lava II, og at LTFV Falköping heller ikke var tilfredsstillende klargjort.**

**Under tester av denne typen forventes det at leverandørene stiller med topp trimmet utstyr, noe som på langt nær var tilfelle. Dette er bekymringsfullt hvis det også er et bilde av kvalitetssikringssystemet til leverandører av sprederutstyr.**

#### 3.6.2 Rapporter fra observatører

For å følge bilene gjennom testene ble det plassert egne observatører på hver bil som hadde til oppgave å kontrollere en del funksjoner samt sørge for at innstillingen av strøapparatene ikke ble endret etter kalibrering. Rapportene fra observatørene er gjengitt i vedlegg 1.

Hovedinntrykket var:

- Stratos Lava I: Ingen problemer verken med å få utstyret til å virke eller noen mangler for å oppfylle av HMS-krav
- Stratos Lava II: Ingen problemer med brennersystemet, men for liten tilførsel av varmt vann. Ikke tilfredsstillende justering av sprederbredde. Oppfyller HMS-krav
- Arctic Machine: Ingen problemer med brennersystemet, men for dårlig massehåndtering. For dårlig i forhold til HMS-krav
- LTFV Falköping: Ingen problemer med brennersystemet, men håndterer ikke problemmasse tilfredsstillende. For dårlig i forhold til HMS-krav

### 3.6.3 Øvrig kontroll av Fastsandenhetene

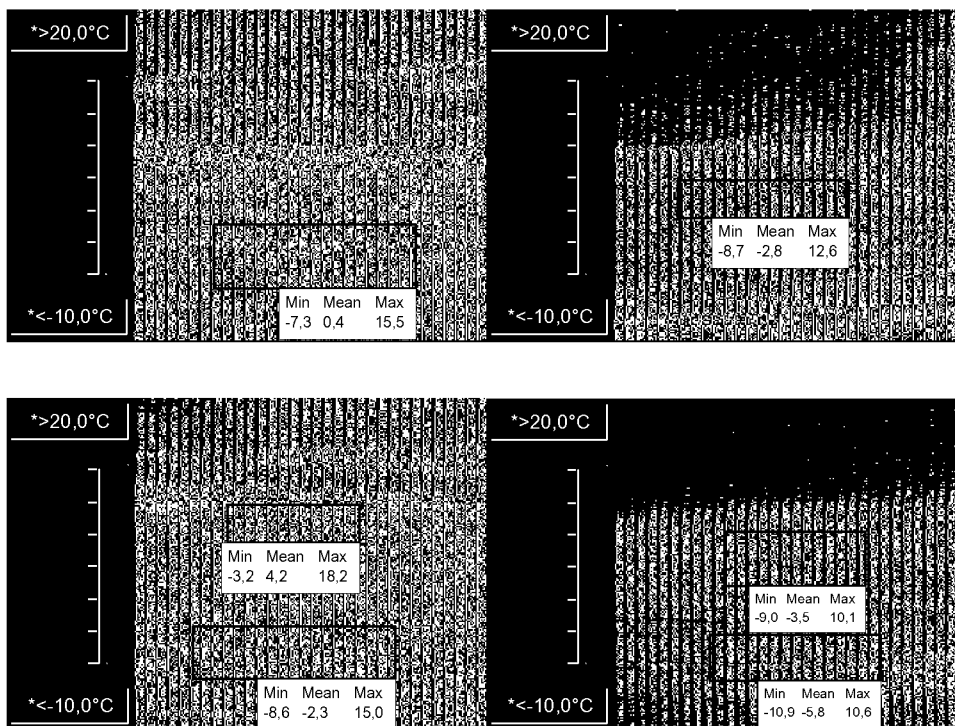
I tillegg til målinger av resultatene på vegen etter utstrøing og rapportene fra observatørene ble det foretatt følgende kontroller av strøbilene:

- Fotografering med varmekamera
- Kontroll av vanntemperatur og strøbredder
- Kontroll av mengden materialer under utstrøing med befuktning

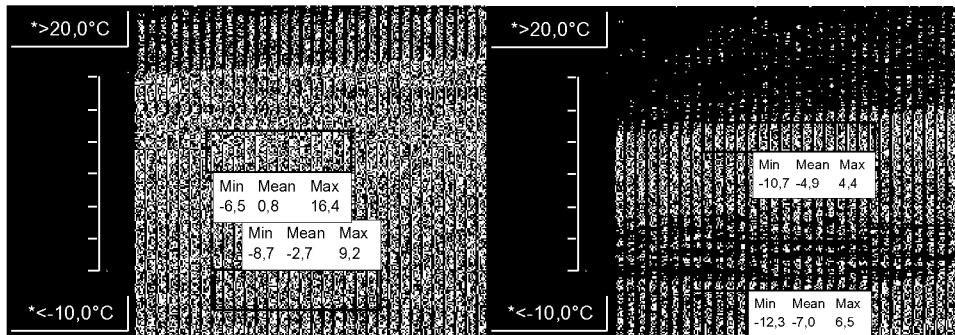
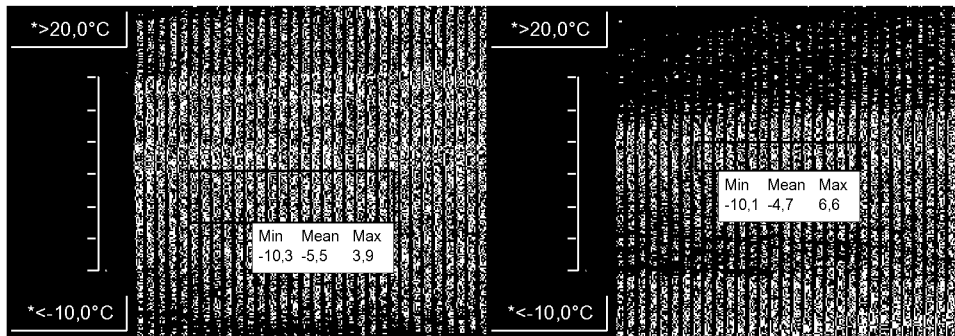
Resultatene fra de ulike kontrollene er gjengitt i det følgende.

#### Varmekamerabilder

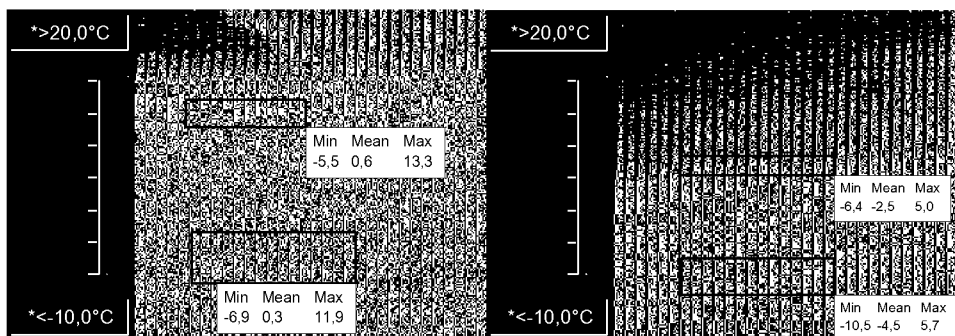
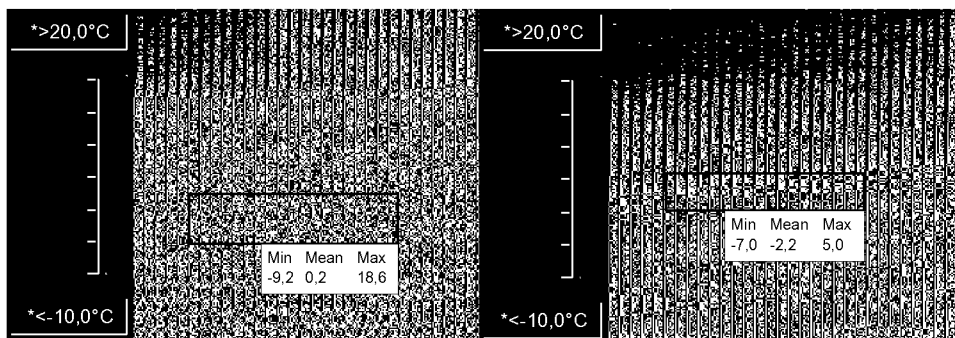
I figurene 3.4 – 3.7 er gjengitt varmekamerabilder tatt første forsøksdagen i forskjellige avstander bak strøbilene. I figur 3.8 er det sammenstilt bilder tatt 20. januar fra omtrent samme posisjon, og i figur 3.9 er vist en tilsvarende montasje tatt 21. januar.



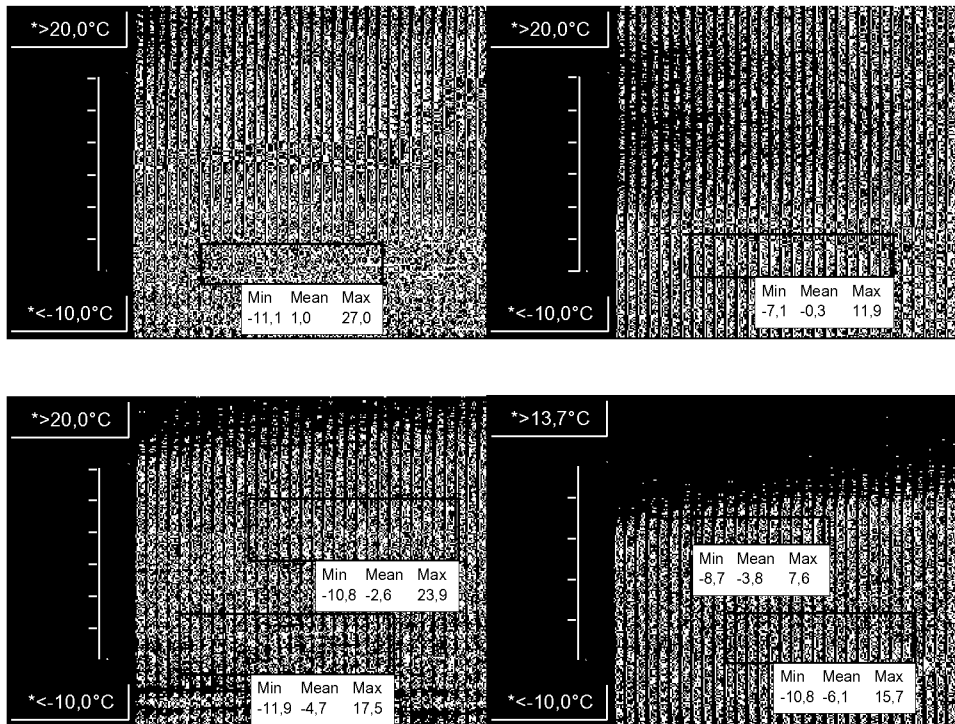
*Figur 3.4: Stratos Lava I i forskjellige avstander. Bilde tatt 20.01.2004*



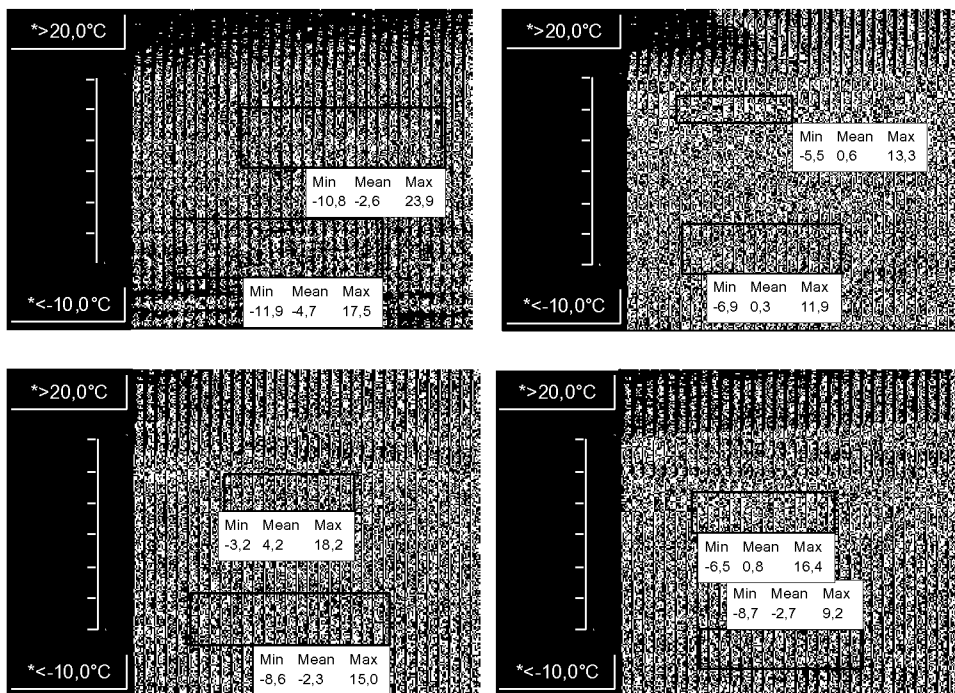
*Figur 3.5: Stratos Lava II i forskjellige avstander. Bilde tatt 20.01.2004*



*Figur 3.6: Arctic Machine i forskjellige avstander. Bilde tatt 20.01.2004*



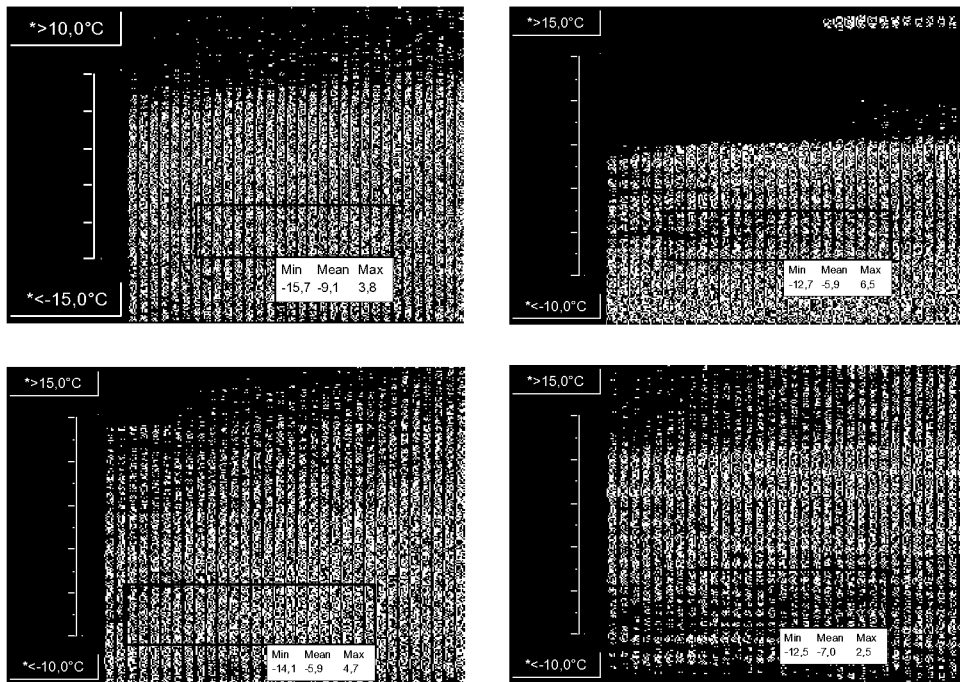
**Figur 3.7:** LTFV Falköping i forskjellige avstander. Bilde tatt 20.01.2004



**Figur 3.8:** Sammenligning mellom de ulike Fastsandenhetene. Bilde tatt 20.01.2004

Figur 3.8 viser at det er en viss forskjell mellom de ulike strøenhetene når det gjelder temperaturen på blandingen av grus og vann etter at materialet har lagt seg på vegbanen. Stratos Lava II skiller seg ut med den laveste temperaturen. Som kommentert tidligere ga LTFV Falköping pga for liten oljemengde i hydraulikken ikke full vanntemperatur. Sammenstillingen i figur 3.8 tyder imidlertid ikke på at masstemperaturen ble nevneverdig

påvirket av dette. Faktisk var det LTFV Falköping som oppnådde de høyeste temperaturene første forsøksdagen.



**Figur 3.9:** Sammenligning mellom de ulike Fastsandenhetene. Bilde tatt 21.01.2004

Andre forsøksdagen var det betydelig kaldere, og temperaturnivået er derved generelt lavere på grunn av en sterkere nedkjøling av grusblandingen. Som en ser av figur 3.9 var det også andre forsøksdagen en viss forskjell mellom de ulike Fastsandenhetene. Andre forsøksdagen kom Arctic Machine best ut temperaturmessig, mens Stratos Lava II fortsatt hadde lavest gjennomsnittstemperatur innenfor det angitte måleområdet.



Kontroll av vanntemperatur

21. januar ble det foretatt en kontroll av vanntemperaturen, se figur 3.10.



*Figur 3.10: Kontroll av vanntemperatur*

Kontrollen av vanntemperaturen ble foretatt slik at alle enhetene fylte opp vanntankene og startet brennersystemet med kaldt vann i tankene. Leverandørens instruks var å gi klarsignal når bilen var driftsklar, for at en derved også å kunne kontrollere oppvarmingstida. Det ble under den samme testen også foretatt kontroll av strøbredden ved stillstand. Resultatene fra denne testen er oppsummert i tabell 3.5.

*Tabell 3.5: Resultater fra kontroll av oppvarmingstid og strøbredder*

Enhet	Oppvarmingstid	Målt vanntemperatur	Strøbredde stillstand, innstilling på 3 meter
Stratos Lava I	22 minutter	77,3 grader	3,10 meter
Stratos Lava II	19 minutter	92,3 grader	3,23 meter
Arctic Machine	11 minutter	96,5 grader	3,00 meter
LTFV Falköping	22 minutter	89,3 grader	3,20 meter

Den lave temperaturen for Stratos Lava I sin del tyder på en feil i plassering av føleren som gir vanntemperaturen inn på displayet i bilen. Dette er senere bekreftet av leverandøren. Det er ellers verdt å merke seg den korte oppvarmingstida for Arctic Machine. De oppnådde resultatene for de andre enhetene med hensyn på oppvarmingstid er imidlertid også tilfredsstillende for de andre utstyrene.

Kontroll av mengden materialer under utstrøing med befuktning

Under testene på Dombås i januar 2004 ble det tatt i bruk en metode med å benytte fiberduk på 2 m<sup>2</sup> for å kontrollere utlagte mengder grus og vann, se figur 3.11.





**Figur 3.11:** Materialprøvetaking ved bruk av fiberduk

Resultatene fra masseopptakingen som ble gjentatt 2 påfølgende dager er gjengitt i tabell 3.6 og 3.7.

**Tabell 3.6:** Resultater fra opptak 21.01.2004 av ferdig utlagt Fastsand.  
Masse: knust fjell 0-4 mm fra Åndalsnes

Type utstyr	Våt vekt	Tørr vekt	Vann	Tørrstoff	Vekt % vann	Grus per m <sup>2</sup>	Vann per m <sup>2</sup>
Stratos Lava I	1156 g	1019 g	137 g	539 g	20,2 %	269 g	68
Stratos Lava II	864 g	751 g	113 g	271 g	29,4 %	135 g	56
Arctic Machine	2282 g	1933 g	349 g	1452 g	19,4 %	726 g	175
LTFV Falköping	999 g	754 g	245 g	274 g	47,2 %	137 g	122

**Tabell 3.7:** Resultater fra opptak 22.01.2004 av ferdig utlagt Fastsand.  
Masse: knust natur 0-4 mm fra Lesja

Type utstyr	Våt vekt	Tørr vekt	Vann	Tørrstoff	Vekt % vann	Grus per m <sup>2</sup>	Vann per m <sup>2</sup>
Stratos Lava II	1045 g	645 g	401 g	164 g	71,0 %	82 g	200
Arctic Machine	1590 g	1222 g	368 g	741 g	33,2 %	371 g	184
LTFV Falköping	829 g	706 g	123 g	225 g	35,3 %	113 g	62

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 20 vektprosent vann. Med 200 gram tørrstoff per m<sup>2</sup>, skal vannmengden være 40 gram. Tørrstoffmengden var kalibrert på forhånd, jfr avsnitt 3.3

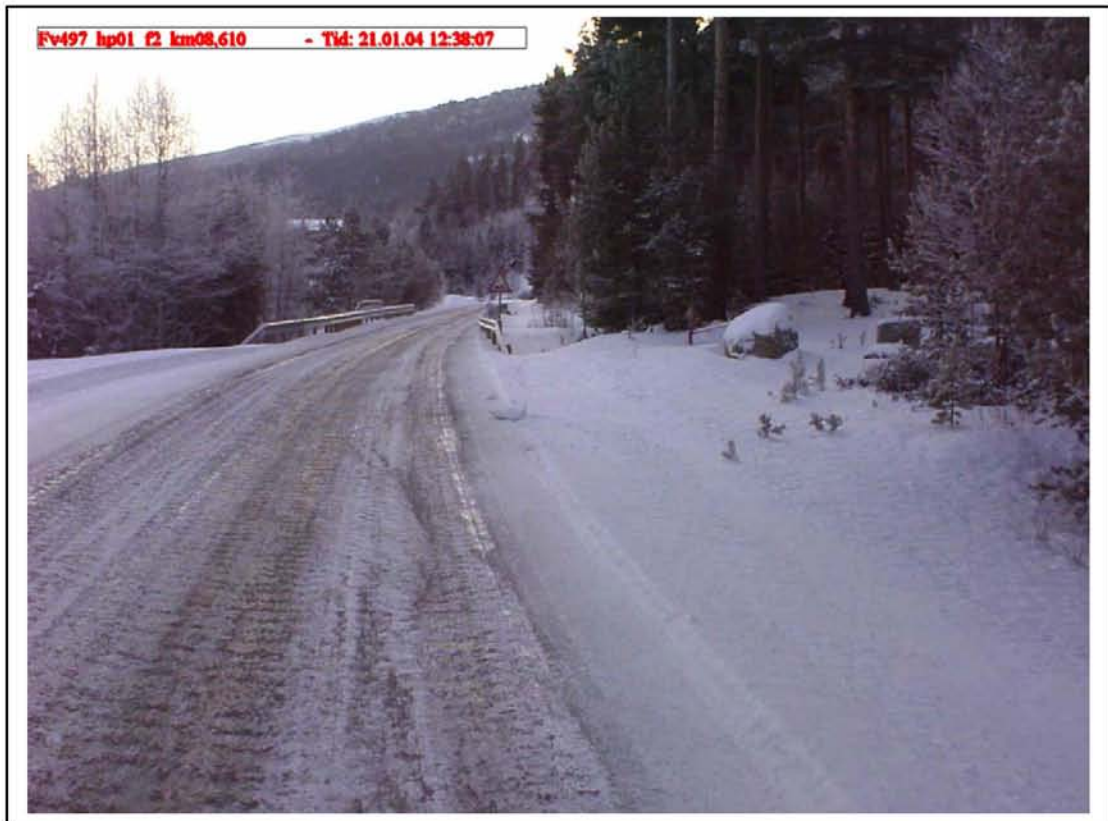
Som en kan se av både tabell 3.6 og 3.7 ble det målt til dels betydelige avvik for alle Fastsandenhetene unntatt for Stratos Lava I både i forhold til tørrstoffmengde og vannmengde:

- Stratos Lava I som hadde riktig vannprosent men for stor grusmengde på den første testen var ikke med andre dagen
- Stratos Lava II ga for lite grus., men omtrent riktig vannmengde første dagen. Andre dagen var grusmengden redusert ytterligere, men vannmengden var økt betydelig
- Arctic Machine ga altfor stor grusmengde første dagen, men hadde riktig vannprosent. Andre dagen var grusmengden på Arctic Machine halvert, men fortsatt omtrent dobbelt så stor som forutsatt. Vannmengden var ikke justert, og dermed ble vannprosenten helt feil
- LTFV Falköping ga for lite grus og for mye vann første dagen. Andre dagen var vannmengden fortsatt litt høy, mens grusmengden var redusert ytterligere

Kontrollen av utstrødde mengder bør verifiseres med ytterligere tester før en konkluderer med at mengdene som legges ut er feil i forhold til spesifikasjonen. Det er også trolig at mengdene kan stabiliseres på et riktigere nivå når sprederen har gått en viss distanse og kjører med normal driftshastighet. Variasjonene mellom de ulike sprederne tyder uansett på at produsentene ikke har full kontroll på hva som legges ut av materialmengder verken når det gjelder tørrstoff eller vann. Dette må sies å være utilfredsstillende, og det er en viktig oppgave for leverandørene å forbedre seg på dette.

### **3.7 Kontroll av spredemønster**

I figurene 3.12 – 3.21 er gjengitt VidKon bilder av spredemønster fra de enkelte delfeltene som ble strødd 21. januar. For 6 av delfeltene er det også gjengitt detaljbilder som ble tatt av egne observatører. Se side 29 for kommentarer.



*Figur 3.12: Tørr sand, Fv 297 delfelt 2*



*Figur 3.13: Tørr sand, Fv 297 delfelt 4*



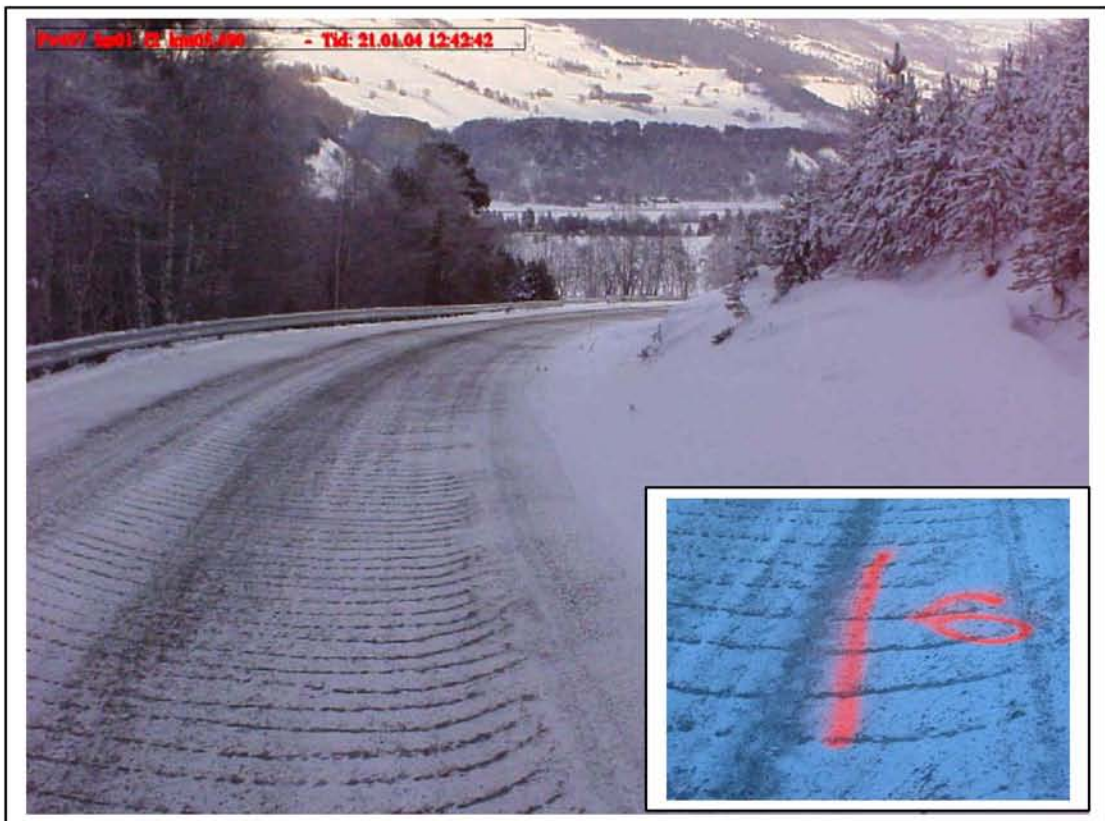


*Figur 3.14: Stratos Lava II, Fv 297 delfelt 5*

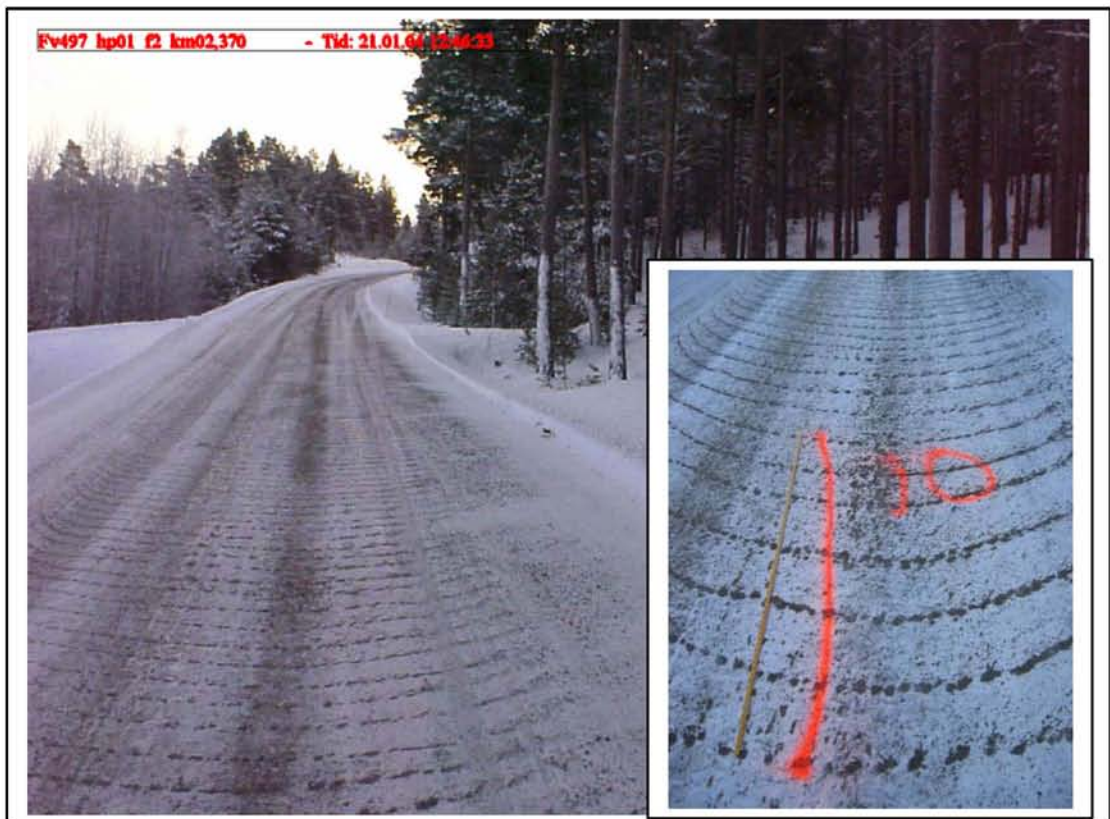


*Figur 3.15: Stratos Lava II, Fv 297 delfelt 9*





*Figur 3.16: Stratos Lava I, Fv 297 delfelt 6*



*Figur 3.17: Stratos Lava I, Fv 297 delfelt 10*





*Figur 3.18: Arctic Machine, Fv 297 delfelt 7*



*Figur 3.19: Arctic Machine, Fv 297 delfelt 11*



*Figur 3.20: LTFV Falköping, Fv 297 delfelt 8*



*Figur 3.21: Figur 3.17: LTFV Falköping, Fv 297 delfelt 12*

Kommentarer til bilder av spredemønster:

- Figur 3.12 og 3.13, tørr sand. Allerede rett etter strøing ser en at grusen er i bevegelse på overflaten
- Figur 3.14 og 3.15, Stratos Lava II. Hadde ingen vellykket utlegging. Første del av delfelt 5 ble det ikke tilført vann i det hele tatt. Heller ikke da vannsystemet kom i gang ble resultatet tilfredsstillende
- Figur 3.16 og 3.17, Stratos Lava I. Vellykket utlegging
- Figur 3.18 og 3.19, Arctic Machine. Mye grus og derav også mye løst
- Figur 3.20 og 3.21, LTFV Falköping. Pent mønster med lite grus og mye vann

Totalinntrykket var at Stratos Lava II falt igjennom i testen som ble utført 21. januar, og at det var bare Stratos Lava I som kunne få godkjent karakteristik. Arctic Machine la ut altfor store mengder, og LTFV Falköping for lite mengde.

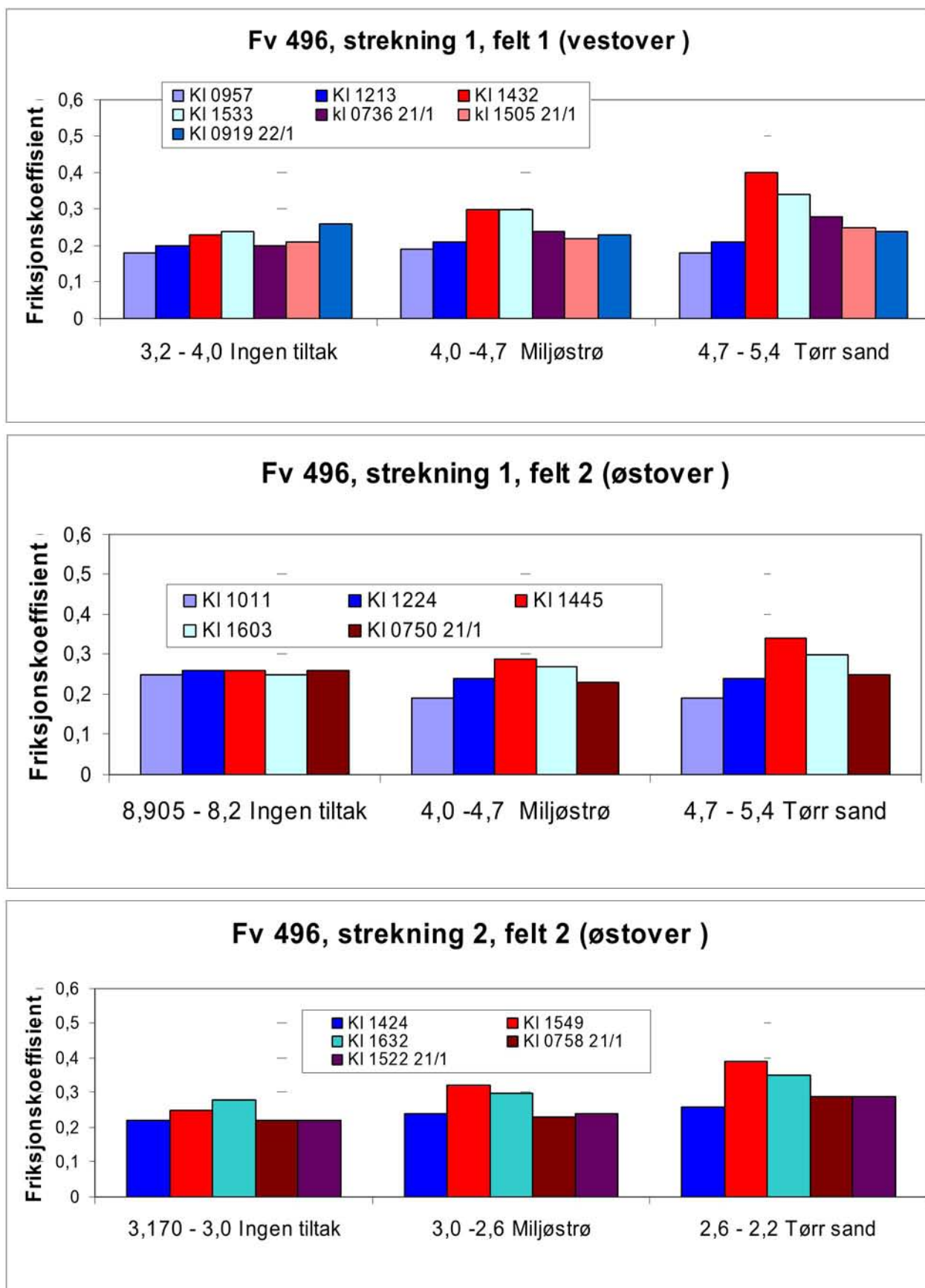
### 3.8 Friksjonsmålinger

I figurene 3.22 – 3.25 er gjengitt resultater fra friksjonsmålingene. 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.

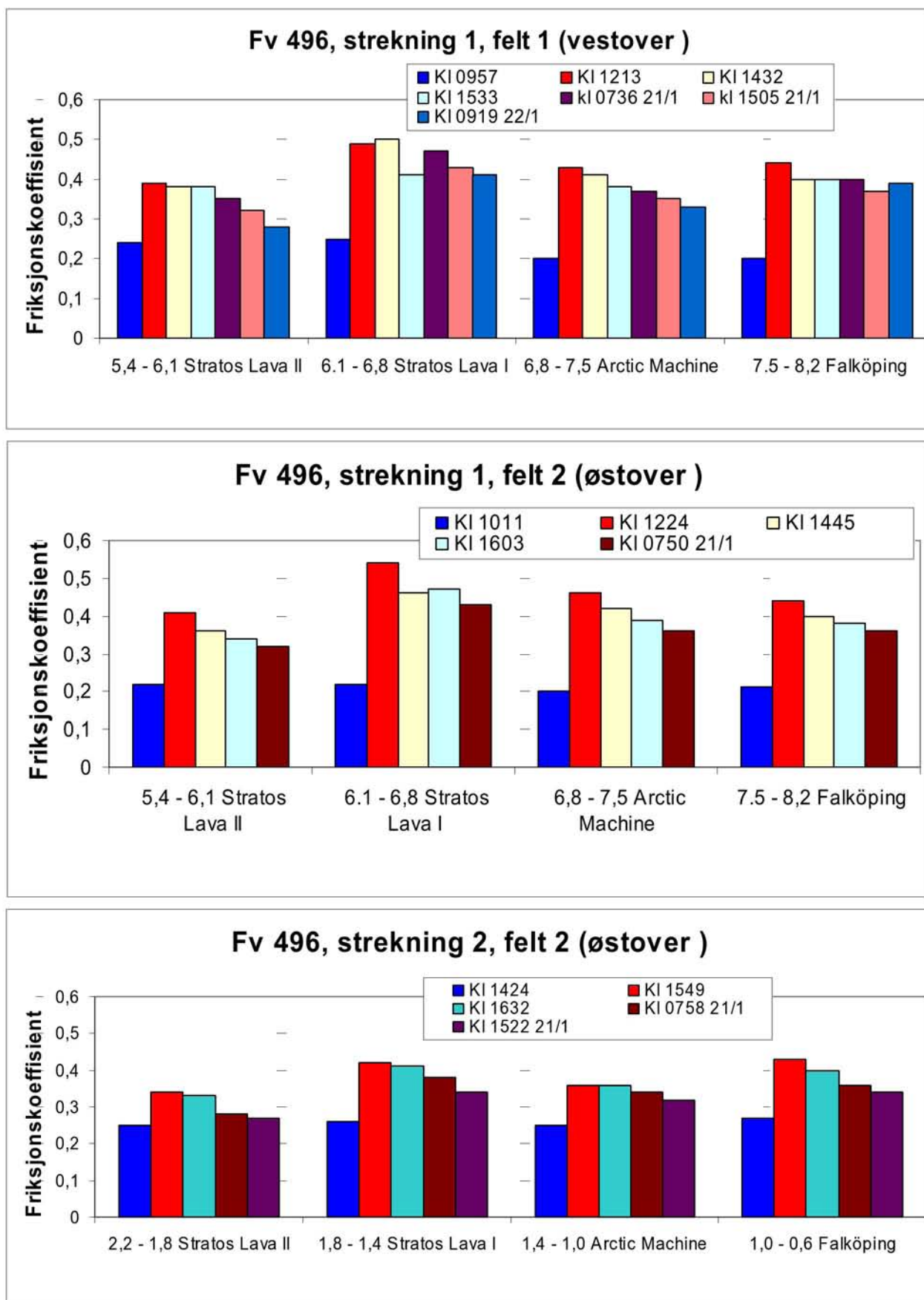
I figur 3.22 er sammenstilt resultatene fra strøing med Miljøstrø og tørr sand på strekning 1 og 2 på Fv 496. På begge strekningene ga Miljøstrø mindre friksjonstilskudd enn tørr sand, men likevel omtrent på det nivået en vanligvis erfarer som effekten av strøing med tørr sand. De unormalt høge verdiene for tørr sand på Fv 496 kan ha sammenheng med at trolig det ble lagt ut for stor mengde i forhold til det som er oppgitt. Det er også mulig at det var noe varme i grusen da den ble strødd ut siden Startos Lava II ble benyttet til tørrsandstrøing. I figur 3.26 er gjengitt et bilde fra tørrsandfeltet på strekning 1.

I figur 3.23 er sammenstilt resultatene fra Fastsandtiltak på strekning 1 og 2 på Fv 496. Stratos Lava II kom ut med det dårligste resultatet og Stratos Lava I med det beste resultatet. Inntrykket var også at LTFV Falköping kom noe bedre ut enn Arctic Machine første dagen, men forskjellene var små.

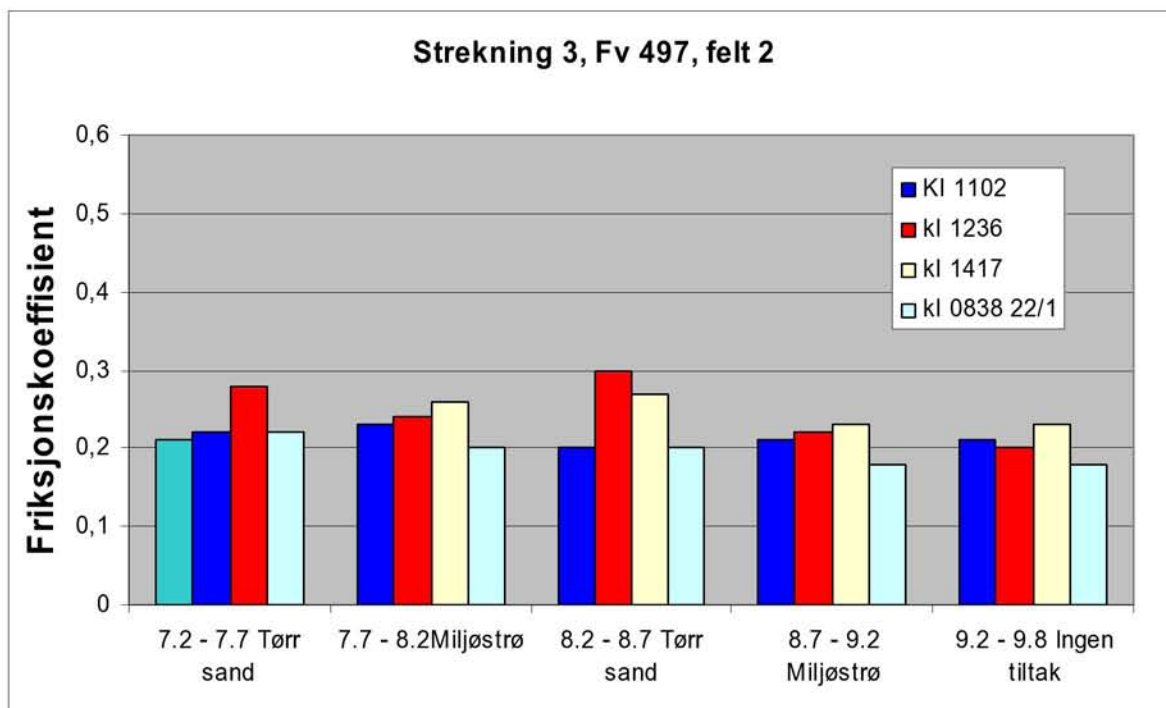




**Figur 3.22:** Test av Miljøstrø og tørr sand på Fv 496 20. januar 2004. Blå farge: friksjon like før tiltak. Rød farge: friksjon like etter tiltak

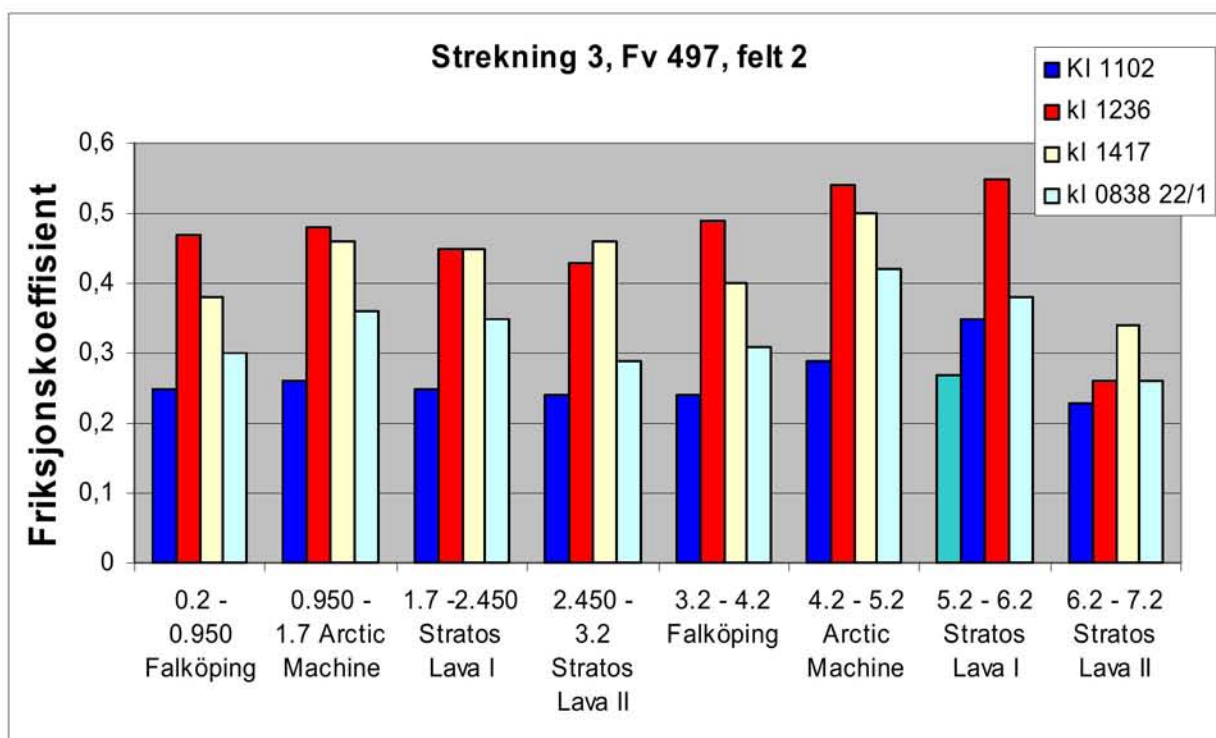


**Figur 3.23:** Test av Fastsandutstyr på Fv 496 20. januar 2004. Blå farge: friksjon like før tiltak. Rød farge: friksjon like etter tiltak



**Figur 3.24:** Test av Miljøstrø og tørr sand på Fv 497 21. januar 2004. Blå farge: friksjon like før tiltak. Rød farge: friksjon like etter tiltak

Figur 3.24 viser resultatene fra testene av Miljøstrø og tørr sand på Fv 497. Det var ingen utslag for Miljøstrø som har sammenheng med at det ikke var mulig å få ut masse i det hele tatt på grunn av kulden. For tørr sand var friksjonsverdiene mer normale andre forsøksdagen.



**Figur 3.25:** Test av Fastsandutstyr på Fv 497 21. januar 2004. Blå farge: friksjon like før tiltak. Rød farge: friksjon like etter tiltak



Figur 3.25 viser resultatene fra Fastsandtiltak på Fv 497 andre forsøksdagen. Delfeltet for Stratos Lava II mellom km 6,2 og 7,2 ble helt mislykket pga problemer med vanntilførselen. De øvrige resultatene er nokså jevne på tross av til dels betydelig forskjeller i utlagte mengder, jfr side 23. En skal derfor også være forsiktig med å tolke resultatene. Det kan imidlertid være en tendens til at friksjonen etter Falköping faller noe raskere enn de for de øvrige sprederne. Muligens pga mindre dosering. Arctic Machine som la ut størst mengde strødde det feltet som holdt seg best i friksjonsnivå.



**Figur 3.26:** Fv 496, strekning 1, delfelt 2. Strødd med tørr sand 20. januar 2004

### 3.9 Test på bar asfalt

Siste forsøksdagen var planen å foreta strøing på tynn ishinne. Det viste seg imidlertid vanskelig å finne egnede forhold, og det ble besluttet å strø på bar veg på E136 som en demonstrasjon på hvor fleksibel metoden er i forhold underlaget. Figurene 3.27 – 3.29 viser bilder fra strøing med henholdsvis Stratos Lava II, Arctic Machine og LTFV Falköping.

Testen på bar asfalt ble ikke fulgt opp på en slik måte at det er grunnlag for å vurdere de ulike sprederne opp mot hverandre, men rent visuelt virket det som Arctic Machine ga det beste resultatet. Testen bekreftet også at Fastsand fester seg også til bar asfalt så lenge det er kulde i vegbanen.





*Figur 3.27: Stratos Lava II, strødd på bar asfalt 22. januar 2004*



*Figur 3.28: Arctic Machine, strødd på bar asfalt 22. januar 2004*



*Figur 3.29: Stratos Lava II, strødd på bar asfalt 22. januar 2004*

## **Vedlegg 1: Evaluering av Fastsandsprederne**

Evalueringsskjema

Observatør:

Eier av utstyr: Mesta

Sjåfør: Tor Sundli / Ivar Valråmoen, Mesta (tlf nr 913 23917 / 995 16823)

Maskintype	Stratos Lava I
CE-merking/samsvars-erklæring	OK, høyre side av spredetrakt
Volum vanntanker	2700 liter
Effekt på brennere	3x85 kW
Dieselforbruk (liter/time)	27 liter per time
Oppvarmingstid (minutter fra kald start)	25 minutter
Temperatur på tørr masse	
Kalibreringsprosedyre (veid mengde i forhold til innstilt mengde)	Gir noe mindre enn innstilt mengde
Betjening av utstyret (vurderes sammen med sjåføren på bilen)	Enkelt og greitt
Massehåndtering (hvordan sprederen håndterer vanskelige masser)	Aldri hatt problemet
Frostsikring (antall liter og brukervennlighet)	Ca 30 liter glykol. Noe tungvint
Tilgjengelighet til brennersystem (HMS), serviceintervaller	Greitt å komme til, ikke forbundet med fare. Service hvert år
Tilgjengelighet til strøkasse (HMS)	Greit
Tallerkenhøyde	40 cm
Strøbredde i forhold til apparatinnstilling, stillestående	OK
Strøbredde i forhold til apparatinnstilling, under utstrøing	OK



Evalueringsskjema

Observatør:

Eier av utstyr: Luftforsvaret Bodø

Sjåfør:

Maskintype	Stratos Lava II
CE-merking/samsvars-erklæring	STB21497
Volum vanntanker	2700 liter
Effekt på brennere	3x87 kW
Dieselforbruk (liter/time)	9 liter per time per brenner
Oppvarmingstid (minutter fra kald start)	9 minutter og 30 sekunder til 50 °C
Temperatur på tørr masse	
Kalibreringsprosedyre (veid mengde i forhold til innstilt mengde)	se egen analyse i rapporten
Betjening av utstyret (vurderes sammen med sjåføren på bilen)	Funksjonelt og oversiktlig, lett å bruke
Massehåndtering (hvordan sprederen håndterer vanskelige masser)	Erfarte at massen frøs andre dagen, lite masse på vegen
Frostsikring (antall liter og brukervennlighet)	Ca 60 liter ren glykol, god brukervennlighet
Tilgjengelighet til brennersystem (HMS), serviceintervaller	Lett tilgjengelig Årlig sjekk i henhold til forsvarets rutiner
Tilgjengelighet til strøkasse (HMS)	God tilgjengelighet
Tallerkenhøyde	Ca 33 cm
Strøbredde i forhold til apparatinnstilling, stillestående	
Strøbredde i forhold til apparatinnstilling, under utstrøing	

Evalueringsskjema

Observatør:

Eier av utstyr: Gabrielssons Åkeri

Sjåfør: Mattias Gabrielsson (tlf nr 0046 703817055)

Maskintype	Arctic Machine
CE-merking/samsvars-erklæring	Ja
Volum vanntanker	3200 liter (standard 2200)
Effekt på brennere	300 kW
Dieselforbruk (liter/time)	Ca 15 liter/time
Oppvarmingstid (minutter fra kald start)	Ca 9 minutter
Temperatur på tørr masse	
Kalibreringsprosedyre (veid mengde i forhold til innstilt mengde)	Enkel prosedyre, men dårlig resultat. Årsak er muligens at vibrator i kasse vare i ustand
Betjening av utstyret (vurderes sammen med sjåføren på bilen)	Enkel og lettbetjent for fører
Massehåndtering (hvordan sprederen håndterer vanskelige masser)	Dårlig (vibrator i ustand)
Frostsikring (antall liter og brukervennlighet)	Permanent i brennerkrets. Enkel drenering av rørsystem
Tilgjengelighet til brennersystem (HMS), serviceintervaller	For dårlig
Tilgjengelighet til strøkasse (HMS)	For dårlig
Tallerkenhøyde	Ca 35 cm
Strøbredde i forhold til apparatinnstilling, stillestående	
Strøbredde i forhold til apparatinnstilling, under utstrøing	Varierende pga mateproblemer

Evalueringsskjema

Observatør:

Eier av utstyr: Sigurd Stave / Falköping

Sjåfør: Ståle Evjen, Mesta (tlf nr 958 11989)

Maskintype	Falköping C-7 LTFV
CE-merking/samsvars-erklæring	Ikke sjekket, går ut fra at alt er OK
Volum vanntanker	800 liter
Effekt på brennere	300 kW
Dieselforbruk (liter/time)	Ikke oppgitt fra leverandør
Oppvarmingstid (minutter fra kald start)	9 minutter
Temperatur på tørr masse	
Kalibreringsprosedyre (veid mengde i forhold til innstilt mengde)	
Betjening av utstyret (vurderes sammen med sjåføren på bilen)	OK
Massehåndtering (hvordan sprederen håndterer vanskelige masser)	Problemmasse er et problem
Frostsikring (antall liter og brukervennlighet)	Varmekolbe
Tilgjengelighet til brennersystem (HMS), serviceintervaller	Lett fra siden, men ingen sikring av stige. Hydraulikkfilter 1x per år. Oljeskift etter 50-60 timers drift. Smøring 2x per sesong. Feiing av brennerpanne hvert 3. år. Ukentlig skifte av vannfilter. Skifte av filter til brenner hvert år
Tilgjengelighet til strøkasse (HMS)	Medfører klatring over hytta eller varmedel
Tallerkenhøyde	31
Strøbredde i forhold til apparatinnstilling, stillestående	4 m (etter kalibrering av Christer ble den 3 m)
Strøbredde i forhold til apparatinnstilling, under utstrøing	3 m gir 3,7 m på veg

## **Vedlegg 2: Siktekurver av grusmaterialer som ble benyttet**





SINTEF Bygg og miljø  
Veg og samferdsel

## SIKTEANALYSE

Standard: Statens vegvesen - håndbok 014

Trondheim, 08.03.2004

Utført av: \_\_\_\_\_

Materiale: **Veblongnes knust fjell 0 - 4**

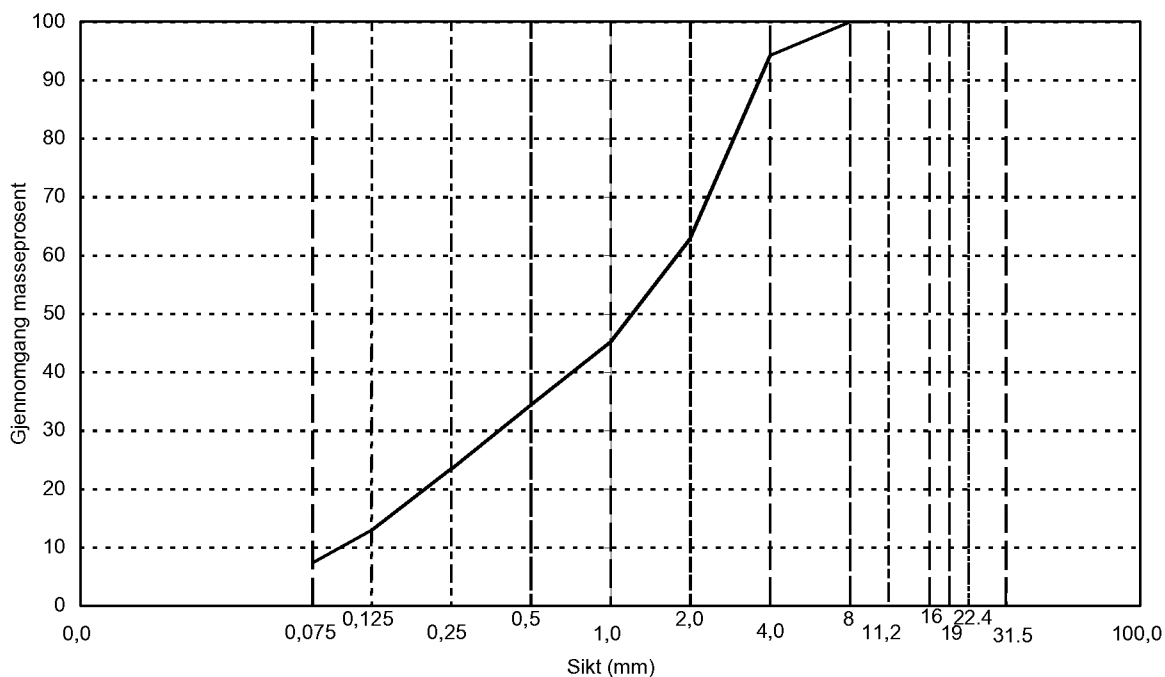
Sted: **Åndalsnes 20,01,04**

Analysert for:

Densitet: 2,736

SIKTEANALYSE			
SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2
	(g)	(g)	(%)
31,50	0,0	0,0	0,0
22,40	0,0	0,0	0,0
19,00	0,0	0,0	0,0
16,00	0,0	0,0	0,0
11,20	0,0	0,0	0,0
8,00	2,0	0,0	0,1
4,00	69,4	56,4	5,7
2,00	442,0	374,7	37,1
1,00	644,7	558,2	54,7
0,50	766,8	675,0	65,6
0,25	887,7	795,0	76,5
0,125	1006,5	909,0	87,1
0,075	1067,4	970,5	92,7
BUNN	1148,8	1049,6	100,0

## SIKTEKURVE





SINTEF Bygg og miljø  
Veg og samferdsel

## SIKTEANALYSE

Standard: Statens vegvesen - håndbok 014

Trondheim, 08.03.2004

Utført av: \_\_\_\_\_

Materiale: **Bulldoserlaget Knust natur**

Sted: **Lesja 21.01.04**

Analysert for:

Densitet: 2,645

SIKTEANALYSE			
SIKT	Prøve 1	Prøve 2	1+2
	(g)	(g)	(%)
31,50	0,0	0,0	0,0
22,40	0,0	0,0	0,0
19,00	0,0	0,0	0,0
16,00	0,0	0,0	0,0
11,20	0,0	0,0	0,0
8,00	0,0	0,0	0,0
4,00	4,4	6,0	0,5
2,00	165,4	182,9	16,9
1,00	447,8	467,2	44,3
0,50	653,1	666,7	63,9
0,25	785,4	789,8	76,3
0,125	884,5	885,1	85,7
0,075	944,3	939,8	91,2
BUNN	1038,8	1026,6	100,0

## SIKTEKURVE

