

Rapport nr. 2105

Uttesting av varmsandmetodene
Hottstone og Friction Maker
vinteren 1998/99



Oktober 1999



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Uttesting av varmsandmetodene Hottstone og Friction Maker vinteren 1998/99

Sammendrag

I denne rapporten presenteres hovedresultatene fra de vitenskaplige forsøkene som er gjennomført som en del av Vinterfriksjonsprosjektet sesongen 1998/99. Denne sesongen ble det besluttet å prioritere sandingsforsøk med vekt på uttesting av de 2 varmsandsmetodene som har vært under utprøving på strøbiler i Oppland og Møre og Romsdal, henholdsvis Friction Maker og Hottstone. De to strøbilene er bygd opp etter svenske anbefalinger.

Friction Maker metoden er basert på at det tilsettes varmt vann til sanden. I Hottstone skjer det en oppvarming av grusmaterialet til ca. 180^o C.

Det er gjort kontrollerte forsøk både på lukket bane og på veg under ulike forhold. Ut fra de forsøk som er gjort er det konkludert med at særlig Friction Maker har et bredt anvendelsesområde, og kan derfor anbefales som supplement til eksisterende strømetoder. Også Hottstone oppviser gode resultater under egnede forhold, men er beheftet med så store tekniske mangler at det per idag ikke kan anbefales videre satsing fra norsk side på Hottstone før eventuelt konseptet er vesentlig forbedret.

Selv om varmsandmetodene foreløpig har vært gjenstand for begrenset uttesting, er særlig Friction Maker så lovende at denne metoden anbefales tatt i bruk i større omfang. Forsøk har vist at tiltak utført med Friction Maker kan ha en varighet på ca. 1500 biler, tilsvarende en døgntrafikk på 3000 biler uten at dette nødvendigvis er en eksakt øvre grense. Det er samtidig viktig å presisere at metoden ikke er testet ut under alle aktuelle forhold.

Det vil fortsatt være behov for å systematisere erfaringsdata og gjøre ytterlige forsøk med Friction Maker bl.a. for å se nærmere på materialtype og korngradering, dosering og vannmengde.

Emneord: *Vinterdrift, sandingsmetoder, friksjon*

Kontor: *Produksjonsteknisk*
Saksbehandler: *Jon Dahlen/Roar Støtterud*

Statens vegvesen
Vegteknisk

Rapporten kan fås ved henvendelse til Vegteknisk avdeling, Arkivet:
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING.....	1
1.1	BAKGRUNN	1
1.2	HENSIKTEN MED PROSJEKTET	1
1.3	FELTFORSØK	1
2	FORSØK MED VARM SAND PÅ LUKKET BANE OG PÅ VEG.....	2
2.1	HENSIKT.....	2
2.2	METODER.....	2
2.2.1	<i>Generelt</i>	2
2.2.2	<i>Friction Maker</i>	2
2.2.3	<i>Hottstone</i>	2
2.3	TEKNISKE FORHOLD.....	5
2.4	OPPLEGG FOR SANDINGSFORSØK.....	5
2.4.1	<i>Generelt</i>	5
2.4.2	<i>Forsøk på lukket bane</i>	5
2.4.3	<i>Forsøk I på veg</i>	6
2.4.4	<i>Forsøk II på veg</i>	8
3	RESULTATER.....	9
3.1	GRUNNLAG FOR BEREGNING AV FRIKSJONSNIVÅ.....	9
3.2	HOVEDRESULTATER.....	11
4	BRUKERERFARINGER OG FORBEDRINGSOMRÅDER.....	17
4.1	FRICTION MAKER.....	17
4.1.1	<i>Friction Maker - brukererfaringer</i>	17
4.1.2	<i>Friction Maker - forbedringsområder:</i>	17
4.2	HOTTSTONE	18
4.2.1	<i>Hottstone - brukererfaringer</i>	18
4.2.2	<i>Hottstone - forbedringsområder:</i>	18
5	ANBEFALINGER.....	19
5.1	HOVEDKONKLUSJONER.....	19
5.2	VIDEREFØRING.....	20

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Med utgangspunkt i rapporten "Friksjonsforbedrende tiltak - forprosjekt" (september 1997) ble det satt i gang et hovedprosjektet høsten 1997 med tittelen "Vinterfriksjonsprosjektet".

Vinterfriksjonsprosjektet inngår i etatsprosjektet "Effektiv vinterdrift", og sluttrapportering skal etter planen skje i år 2002.

1.2 Hensikten med prosjektet

Målsettingen er å finne frem til hvilke friksjonstiltak og metoder som bør benyttes under gitte forhold (hensyn tatt til stedlige, trafikkmessige og klimatiske forhold). Prosjektet er driftsorientert, og målet er å komme frem til praktisk anvendelige metoder og anbefalinger. Særlig viktig er det å finne ut mer om hvordan timetrafikken og trafikkvariasjonen over døgnet spiller inn når det gjelder effekten av tiltak.

Prosjektet omfatter alle former for friksjonsforbedrende tiltak; og målsettingen er også å se ulike tiltak i sammenheng. Dvs at en behandler både salting, sanding og brøyting/høvling.

1.3 Feltforsøk

Feltstudier vil være en sentral aktivitet gjennom hele prosjektet. Disse feltstudiene er delt inn i:

- Del 1. Forsøksfelt med vitenskapelige målinger, kan foregå både på veg og på lukket bane
- Del 2. Driftsmessige erfaringer gjennom oppfølging av strø- og brøyteroder (rodeoppfølging til faste tidspunkter)
- Del 2a. Spesialoppfølging på utvalgte roder (standardoppfølging for å undersøke varigheten av ulike typer tiltak)

2 Forsøk med varm sand på lukket bane og på veg

2.1 Hensikt

Det ble besluttet å prioritere sandingsforsøk sesongen 1998/99 med vekt på uttesting av de 2 varmsandmetodene som er under utprøving på strøbiler i Oppland og Møre og Romsdal, henholdsvis Friction Maker og Hottstone. De to strøbilene er bygd opp etter svenske anbefalinger.

Begge bilene inngår i driftsopplegget i de 2 fylkene og følges opp gjennom den daglige rodeoppfølgingen. I tillegg er det gjennomført kontrollerte vitenskapelig forsøk både for å sammenligne de 2 metodene innbyrdes, og for å se på varigheten av varmsandmetodene i forhold til eksisterende kaldsand metoder.

2.2 Metoder

2.2.1 Generelt

Friction Maker metoden er basert på at det tilsettes varmt vann til sanden. I Hottstone skjer det en oppvarming av grusmaterialene til ca 180 °C.

Det presiseres at de vitenskapelige forsøkene med varm sand har vært konsentrert om å studere effekten i form av friksjonstilskudd og varigheten av tiltak med de ulike metodene slik de er levert fra Sverige. Det er derfor ikke gjort forsøk med tanke på ytterligere optimalisering som f eks type grusmateriale, dosering og temperatur på massen.

2.2.2 Friction Maker

Friction Maker bilen er utstyrt med en vanntank som tar 2,5 m³ vann, se figur 1. Tankenheten består av pumpe og to dieseldrevne brennere. Vanntanken er montert i en ramme slik at lasteplanet kan tippes på vanlig måte under utstrøing. Metoden er tilpasset etterhengende spreder hvor det er montert et perforert rør rett over omrøreren. Ved transport holder vannet en temperatur på 40⁰ C. Ved sanding økes vanntemperaturen til ca 95⁰ C. Vannet pumpes gjennom de isolerte slangene ned til og ut gjennom det perforerte røret. Vannet holder da en temperatur på ca 85⁰ C. Blandingen med sand skjer delvis gjennom vanntrykk og delvis med hjelp av omrøreren i sprederen.

Lastekapasiteten for sand er ca 6 m³. Vannforbruket er oppgitt til å være 40 l/min. Med en kjørehastighet på 20 km/t tilsvarer dette en kjøretid på ca 1 time eller 10 km tur retur med ett drag i hver retning. Strøapparatet gir med en innstilling på 200 g/m² en sandmengde på 400 g/m. Dette tilsvarer en lengde på ca 12 km tur/retur. Dvs at en full vanntank rekker til et lass med strøsand.

2.2.3 Hottstone

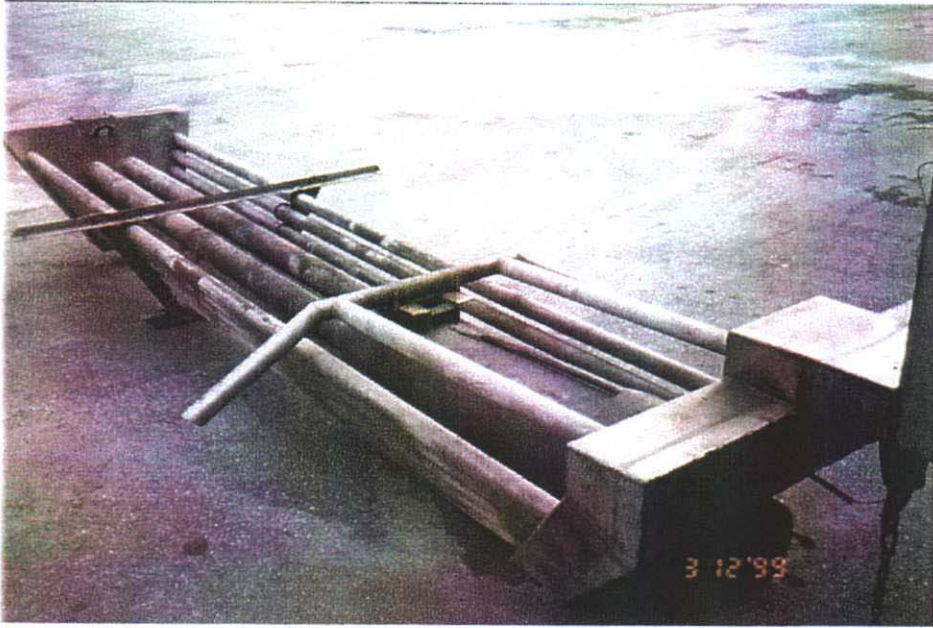
Grunnenheten for Hottstone er en tallerkenspreder hvor det er montert en varmekassett, se figur 2 og 3. Oppvarmingen skjer ved bruk av en dieselbrenner som er montert i forkant av spredekassa, se figur 4. Varmekassetten består av i alt 13 rør som fører varmluft fra dieselbrenneren. Utrustningen gjør det mulig å varme opp strømaterialer til over 180⁰ C. Bilen som går i Åndalsnesområdet er utstyrt med skrumating. Lastekapasiteten for sand er ca 7 m³.



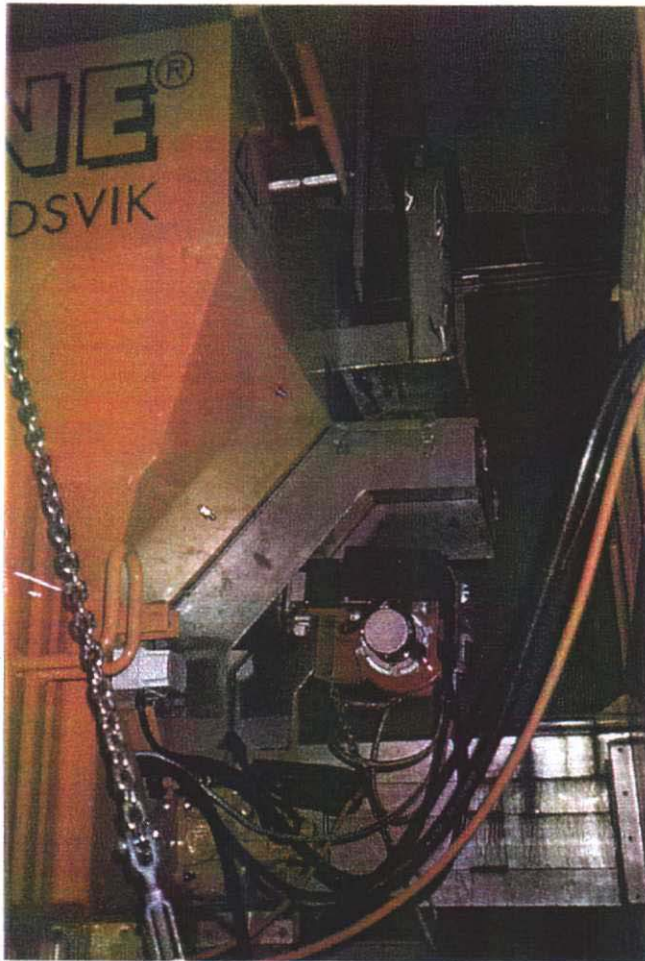
Figur 1: Friction Maker bilen som har gått i Øyer produksjonsområde



Figur 2: Hottstone bilen som har gått i Åndalsnes produksjonsområde



Figur 3: Varmekassetten i Hottstone sprederen



Figur 4: Diesalbrenner i Hottstone sprederen

2.3 Tekniske forhold

Strøenheten Friction Maker i Oppland har så langt fungert uten tekniske problemer av betydning.

Det har vært en del tekniske problemer med Hottstone sprederen. Problemene har knyttet seg både til skrumatinga, innfestinga av dieselbrenneren og lang oppvarmingstid for å oppnå høy nok temperatur på steinmaterialene. Kontroll som er utført viser at det i praksis ikke er mulig å gjennomvarme hele grusmengden til anbefalt temperatur.

2.4 Opplegg for sandingsforsøk

2.4.1 Generelt

Det er gjennomført følgende vitenskapelige forsøk med varm sand:

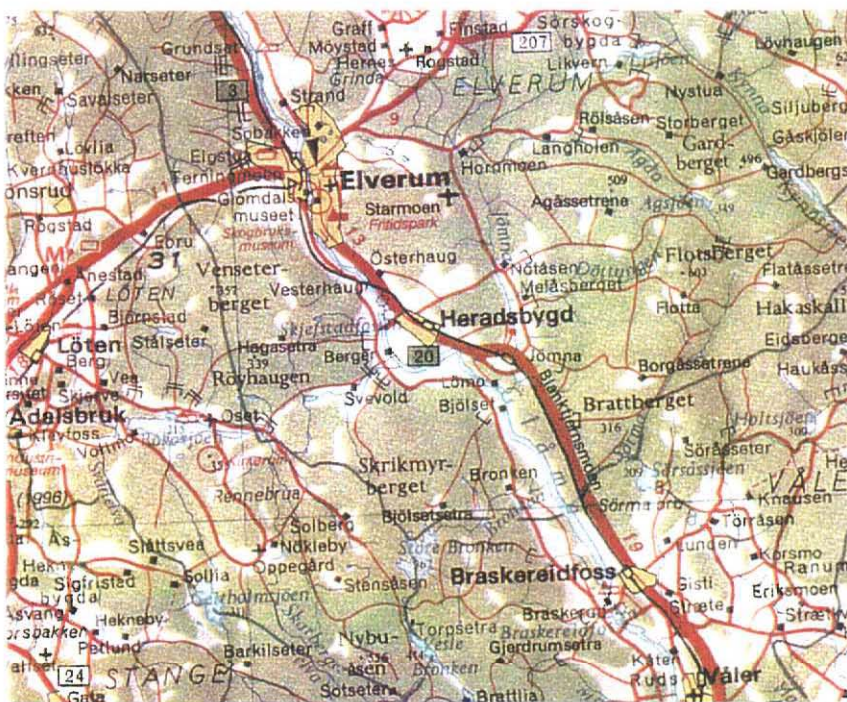
- Forsøk på lukket bane, Norsk Trafikksenter på Våler 26. - 27. januar
- Forsøk på veg, E136 vest for Dombås 10. - 12. februar
- Forsøk på veg, Fv 535 og Rv 3 ved Elverum 2. - 4. mars

I tillegg til de to varmsandmetodene er det under alle 3 forsøkene foretatt strøing med kalde materialer.

Det første forsøket ble gjort under kontrollerte betingelser på lukket bane for å ha dette som basis for å vurdere potensialet for varmsandmetodene under ideelle forsøksbetingelser. De 2 forsøkene på veg er gjort under mest mulig ordinære driftsforhold for undersøke under hvilke forhold disse metodene egner seg og eventuelle begrensinger i anvendelse av metodene.

2.4.2 Forsøk på lukket bane

Til forsøkene på lukket bane var det leid den delen av Norsk Trafikksenters baneanlegg på Braskereidfoss i Våler kommune som kalles Kjøregården.



Figur 5: Norsk Trafikksenter AS ligger på Braskereidfoss i Våler kommune

Kjøregården har 2 rettstrekninger som egner seg godt for denne typen forsøk, men det ligger en begrensning ved at det ikke er mulig å holde høyere hastighet enn ca 50 km/t rundt banen. Dvs at forsøket ikke blir fullt ut representativt for høyere fartssoner.

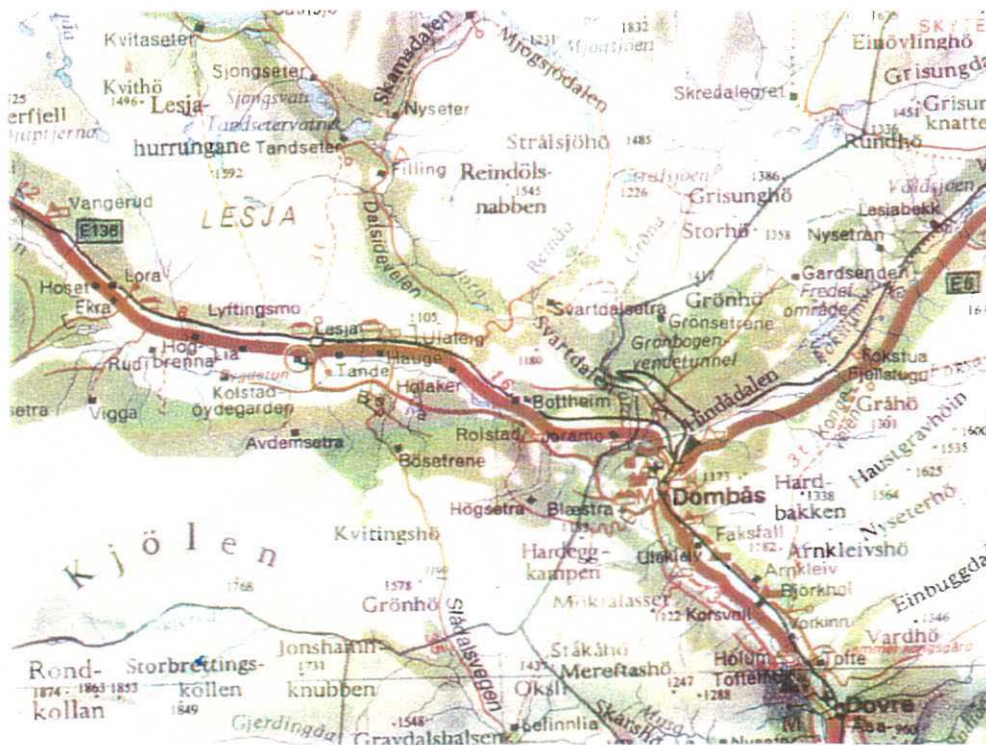
I tillegg til de to varmsandmetodene ble det også foretatt strøing med kalde materialer som referanse. Til dette ble det benyttet en strøbil fra Elverum produksjonsområde. Følgende metoder/materialtyper var valgt ut for forsøket på lukket bane:

- Friction Maker, 0-4 mm natur (90% < 2mm)
- Hottstone, 0-6 mm knust fjell (17% < 2mm)
- Kald sand, 0-8 mm u/salt (64% < 2mm)

Banen var preparert og islagt med ca 2 cm tykk is begge forsøksdagene. For å teste varigheten av tiltakene hadde en 10-12 biler til disposisjon som trafikkerte banen etter nærmere instruksjoner.

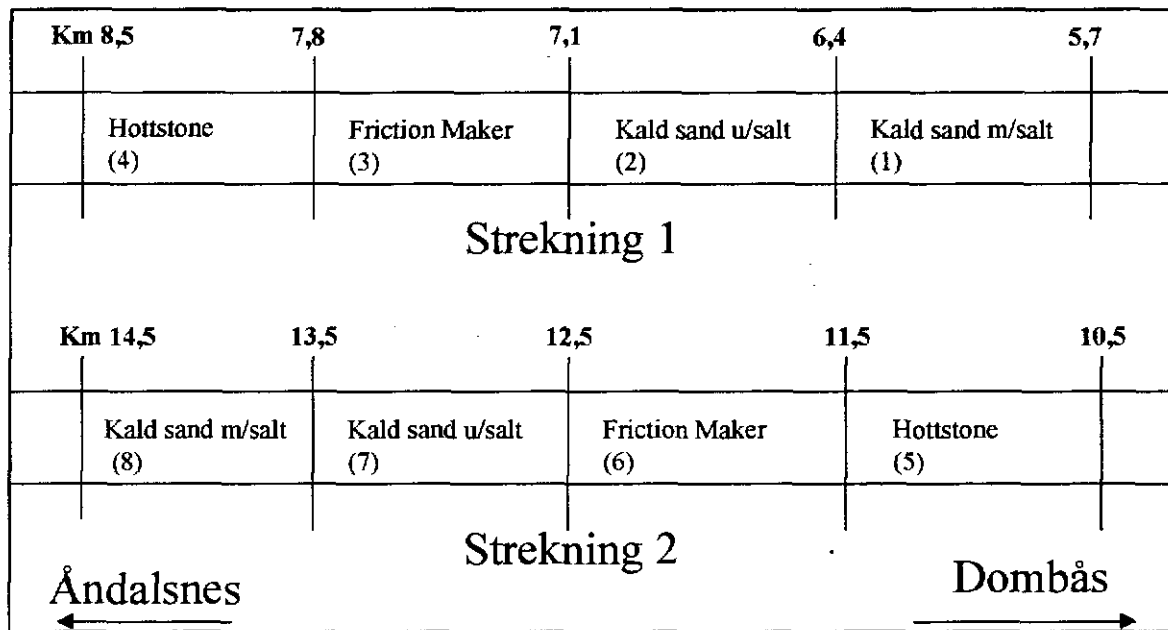
2.4.3 Forsøk I på veg

Dombås var valgt som utgangspunkt for det første forsøket på veg fordi en der har alternative veger med tilstrekkelig trafikkbelastning (minimum ca 1000 kjøretøyer i døgnet). På forhånd var E6 og E136 ansett å være omtrent likeverdige alternativer. Ved befaring på begge strekningene ble E136 vest for Lesja funnet som mest aktuell på det gitte tidspunktet fordi en der hadde forhold som egnet seg godt for begge varmsandmetodene.



Figur 6: Forsøk I på veg ble gjennomført på E136 vest for Lesja

Det ble valgt ut 2 prøvestrekninger (på Hp 02) noen kilometer vest for Lesja sentrum på henholdsvis 2,8 og 4 kilometer som vist i figuren på neste side. Begge strekningene ligger i 80-soner som grenser inntil 60-soner på begge sider. Figur 1 viser den prinsipielle oppbyggingen som er benyttet for forsøksstrekninger på veg.



Figur 7: Forsøksstrekninger på E136 vest for Lesja. Hp 02, kilometreringsretning vestover fra Dombås

Dagene før forsøket på E136 hadde det vært et snøfall og vegen var relativt nyhøvlet. Dette hadde resultert i et ganske jevnt is- og snødekke med en tykkelse på 1-2 cm. Det ideelle ville vært å hatt et noe tykkere lag med snø og is, men forholdene ble likevel ansett å være gunstige rent føremessig. Den varslede temperaturen var imidlertid lavere enn de temperaturene det vanligvis strøs ved.

I tillegg til de to varmsandmetodene ble det under forsøket på E136 også foretatt strøing med kalde materialer med og uten salttilsetning. Til dette ble det benyttet en strøbil fra Dombås (Otta produksjonsområde) og en bil fra Oppdal (Støren produksjonsområde).

Følgende metoder/materialtyper var valgt ut for forsøket ved Dombås:

- Friction Maker, 0-4 mm natur (90% < 2mm)
- Hottstone, 0-8 mm knust fjell (12% < 2mm)
- Kald sand, 0-8 mm u/salt
- Kald sand, 0-8 mm m/salt (16% < 2mm)

Innvendinger mot å bruke saltblanda sand ved lave temperaturer (meldt 15-20 minusgrader) ble vurdert, men det ble likevel besluttet å legge ut begge kaldsand variantene. Ved lave temperaturer er det erfart at bruk av saltblanda sand kan resultere i en svært hard issåle, og kan derfor gi en ugunstigere føreutvikling enn når det benyttes sand uten salttilsetning.

2.4.4 Forsøk II på veg

Det ble først valgt ut i alt 3 prøvestrekninger på Fv 535 noen kilometer nord for Elverum. I tillegg ble det gjort forsøk på Rv 3 mellom Elverum og Løten.



Figur 8: Forsøk II på veg ble foretatt på Fv 535 og Rv 3

Følgende metoder/materialtyper var valgt ut for forsøket ved Elverum:

- Friction Maker, 0-6 mm natur (54% < 2mm)
- Hottstone, 0-6 mm knust fjell (14% < 2mm)
- Kald sand, 0-8 mm u/salt (69% < 2mm)
- Kald sand, 0-8 mm m/salt (73% < 2mm)

Det som karakteriserer forsøkene de enkelte dagene er:

Fv 535, strekning 1 og 2: Snø- og isdekke. Mildt under utlegging. Noe oppvarming pga solinnstråling

Fv 535, strekning 3: Snø- og isdekke. Kuldegrader under utlegging. Noe løs snø under utlegging. Tiltagende snøvær

Rv 3, strekning 4: Tynn rimhinne. Noe snødrev

3 Resultater

3.1 Grunnlag for beregning av friksjonsnivå

Resultatene som presenteres i dette notatet er i hovedsak basert på friksjonsmålinger med Roar-måleren i Sør-Trøndelag. Denne måleren kan benyttes både for måling av fast og variabel slip. Det er valgt å benytte friksjonstall basert på variabel slip. Dvs at målehjulet bremses ned fra fritt rullende til låst hjul. Intervallet mellom hver måling kan varieres. Det vanlige er å foreta en måling hvert andre sekund. Med en vanlig kjørehastighet under friksjonsmålinger på 60 km/t vil det si at avstanden mellom hver måling er ca 40 meter.

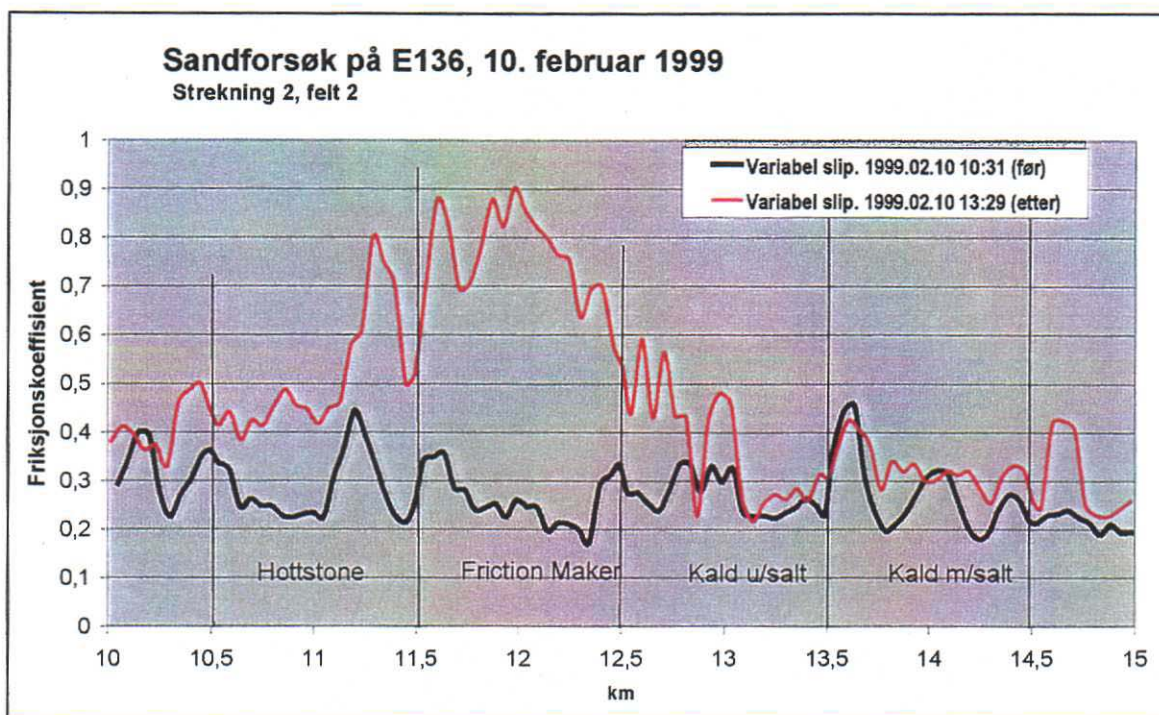
Roar-måleren har vist god repeterbarhet, men denne typen undersøkelser på vinterføre er komplisert og det er flere forhold det er viktig å være klar over ved vurdering av resultatene:

- Det er vanskelig å oppnå ideelle forsøksbetingelser med et helt jevnt og tykt nok snø- og isdekke på en veg som holder en god vinterstandard. Under slike forhold vil det naturlig forekomme både en del bare partier og partier med et svært tynt snø- og isdekke. Dvs at friksjonsnivået før tiltak vil kunne variere fra delfelt til delfelt og også innenfor de enkelte delfeltene
- Det kan være visse variasjoner i friksjonsverdiene fra måling til måling ved at sporvalget vil kunne influere på måleresultatet.

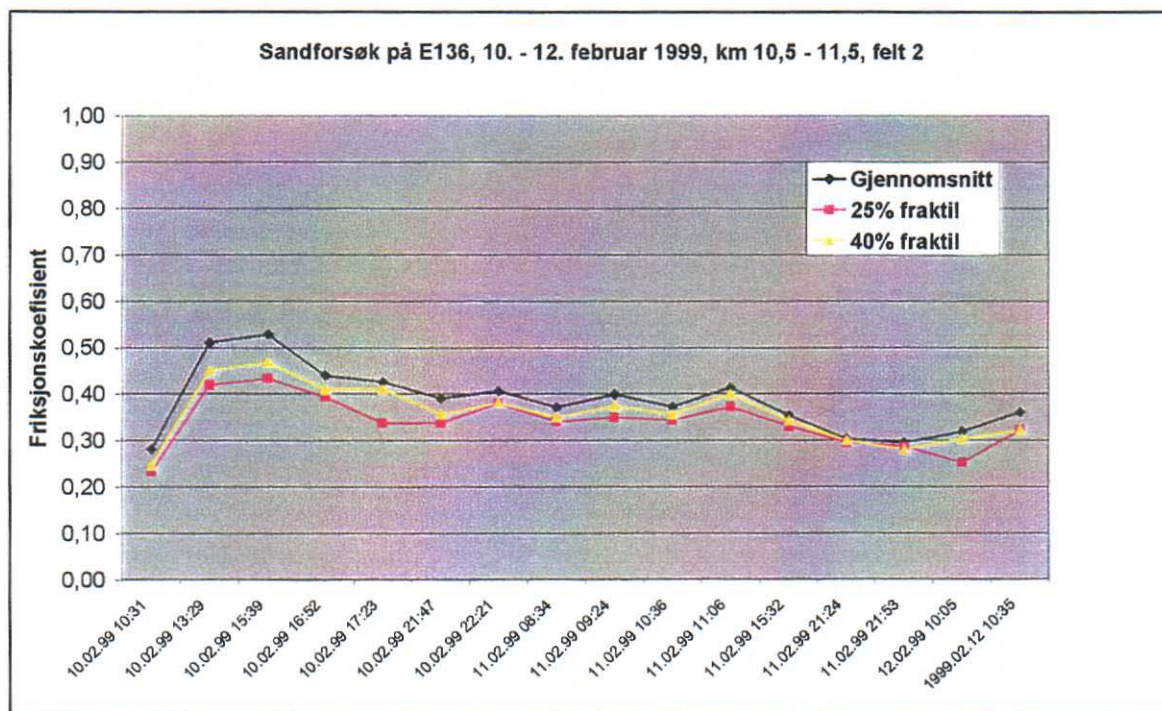
I figur 2 er vist et eksempel på variasjonene i friksjonsnivå på strekning 2 i retning mot Dombås (felt 2) før og etter tiltak på E136, se avsnitt 2.4.3. Før tiltak er det som en ser relativt store variasjoner innenfor de enkelte delfeltene. Etter tiltak er det faktisk enda større variasjoner.

Figur 2 er framstilt på grunnlag av hver enkelt måleverdi. For å få et tall som karakteriserer friksjonsnivået på hvert delfelt fra måleserie til måleserie, er det nødvendig å beregne en tallverdi. Som eksempel er det i figur 3 vist beregnet gjennomsnitt, 25% fraktil¹ og 40% fraktil for delfeltene med henholdsvis Hottstone og Friction Maker på strekning 2 i retningen mot Dombås. De 3 tallverdiene er forskjellige i tallstørrelse, men kurveforløpet er omtrent identisk. Det er derfor valgt å benytte gjennomsnittlig friksjonskoeffisient som måleparameter for effekten av friksjonstiltakene.

¹ En fraktil på f eks 25% vil si at 25% av observasjonene ligger under denne verdien og 75% av observasjonene har en høyere verdi



Figur 9: Eksempel på hvordan friksjonen kan variere. E136, strekning 2, retning mot Dombås



Figur 10: Sammenligning mellom ulike friksjonstall. E136, strekning 2, Hottstone

3.2 Hovedresultater

De vitenskapelige forsøkene med varm sand som er gjennomført gir grunnlag både for å vurdere oppnådd friksjonstilskudd og varigheten av tiltak utført med de nye metodene sammenlignet med tradisjonell sanding med kald sand. I de påfølgende sidene er det foretatt en sammenstilling av hovedresultatene fra de enkelte forsøkene. For fullstendige resultater henvises det til dokumentasjonsrapporten fra varmsandforsøkene.

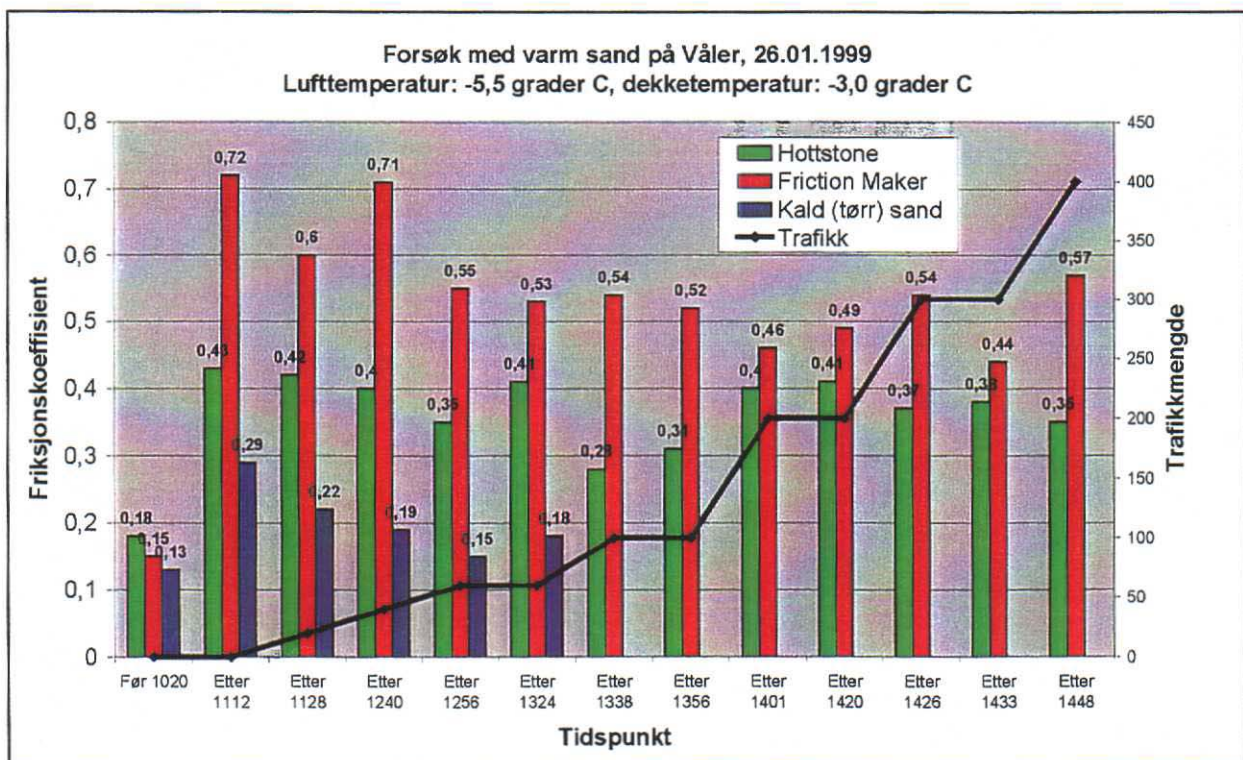
Av resultater/erfaringer kan det fremheves følgende momenter:

- Forsøkene som er gjort med varm sand viser at Friction Maker har bredest anvendelsesområde med hensyn på vegtilstand. Friction Maker kan benyttes både på et snø- og isdekke og på tynne ishinner, dvs at det heller ikke er krav til at snø- og isdekket skal være jevnt.
- Hottstone er avhengig av et jevnt snø- og isdekke på minimum 1-2 cm for å virke effektivt.
- Temperaturmessig ser det ikke ut til å være spesielle begrensinger for noen av metodene. På et fast underlag vil begge varmsandmetodene ha klart bedre effekt enn kald sand under alle temperaturforhold det er aktuelt å sande. Det er viktig å presisere at det ikke er gjort forsøk på våt is
- Dersom snøen ikke er hardpakket eller det er løs snø på overflaten, vil dette redusere effekten av varm sand både med hensyn på friksjonstilskudd og varigheten av tiltakene
- Varmsandmetodene virker svært interessante, men en vil nok fortsatt ha tradisjonell strøing under forhold hvor en ikke kan benytte de nye metodene, som f eks på våt is.
- For å oppnå tilsiktet virkning og varig effekt av Friction Maker er det viktig at det er en jevn blanding av sand og vann
- For Hottstone er det viktig at det er riktig temperatur på massen i forhold til underlaget.

Lukket bane

Sted:	Norsk trafikksenter, Braskereidfoss
Tidspunkt:	26. - 27. januar 1999
Overflate:	Preparert ca 2 cm tykk is
Værforhold:	Oppholdsvær 26., periodevis svært lett snøvær 27.
Temperaturforhold:	Stabile temperaturer i luft og dekke begge dager. Lavest temperatur 27.
Fartsnivå:	50 km/t
Forsøksstrekninger:	To rettstrekninger på ca 150 m

	Friction Maker	Hottstone	Kald sand m/salt	Kald sand u/salt
Temperatur luft	-6 til -11	-6 til -11		-6 til -11
Temperatur dekke	-3 til -7	-3 til -7		-3 til -7
Gradering	0-4 mm natur	0-6 mm knust		0-8 mm natur
Dosering	200 g/m ²	150-400 g/m ²		200 g/m ²
Temperatur på vann/masse	85 °C	130-180 °C		Kald
Trafikkmengde (per time)	ca 100 biler	ca 100 biler		ca 100 biler
Maksimalt friksjonstilskudd	0,5	0,4		0,15
Varighet av tiltaket	> 500 biler	> 500 biler		ca 50 biler
Forholdstall varm/kald sand	> 10	>10		-

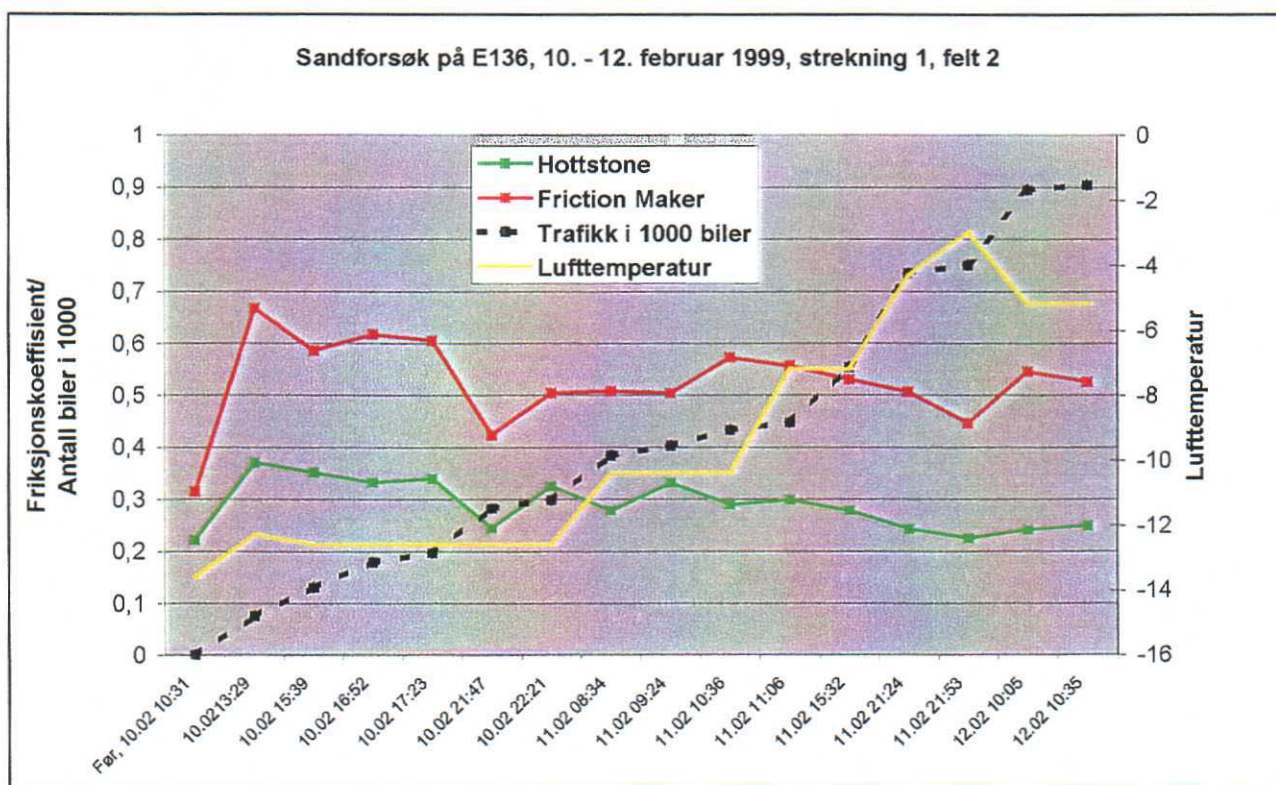


Figur 11: Resultater fra forsøk på lukket bane. Tiltak utført kl 10:30 - 11:00

Veg, ordinære driftsforhold

Sted:	E136 vest for Lesja
Tidspunkt:	10. - 12. februar 1999
Overflate:	Nyhøvlet snø- og isdekke
Værforhold:	Oppholdsvær, periodevis litt snødrev pga vind.
Temperaturforhold:	-14 °C ved starten av forsøket. Stigende temperatur til ca -3 °C
Fartsnivå:	80 km/t
Forsøksstrekninger:	En strekning på 2,8 og en på 4,0 km
Trafikkmengde:	850 biler/døgn. Stipulert døgntrafikk på 1500 biler/døgn ut fra stor tungtrafikkandel (33%)

	Friction Maker	Hottstone	Kald sand m/salt	Kald sand u/salt
Temperatur luft	-14 til -3	-14 til -3		-14 til -3
Temperatur dekke	-14 til -4	-14 til -4		-14 til -4
Gradering	0-4 mm natur	0-6 mm knust	2-6 mm natur	2-6 mm natur
Dosering	190 g/m ²	220 g/m ²		200 g/m ²
Maksimalt friksjonstilskudd	0,5	0,25	0,1	0,1
Varighet av tiltaket	>600 -1000	>600 - 1000	ca 50 biler	ca 50 biler
Forholdstall varm/kald sand	> 12 -20	>12 - 20	-	-



Figur 12: Resultater fra forsøk på E136 (forsøk I på veg). Tiltak utført kl 11:30 - 12:30

Veg, ordinære driftsforhold

Sted: Fv 535 mellom Elverum og Rena

Tidspunkt: 2. - 3. mars 1999

Overflate: Nytt snø- og isdekke på 1-2 cm. Tendenser til gjennomslag en del steder

Værforhold: Oppholdsvær 2. mars. Snøvær 3. mars fra ca kl 12:00

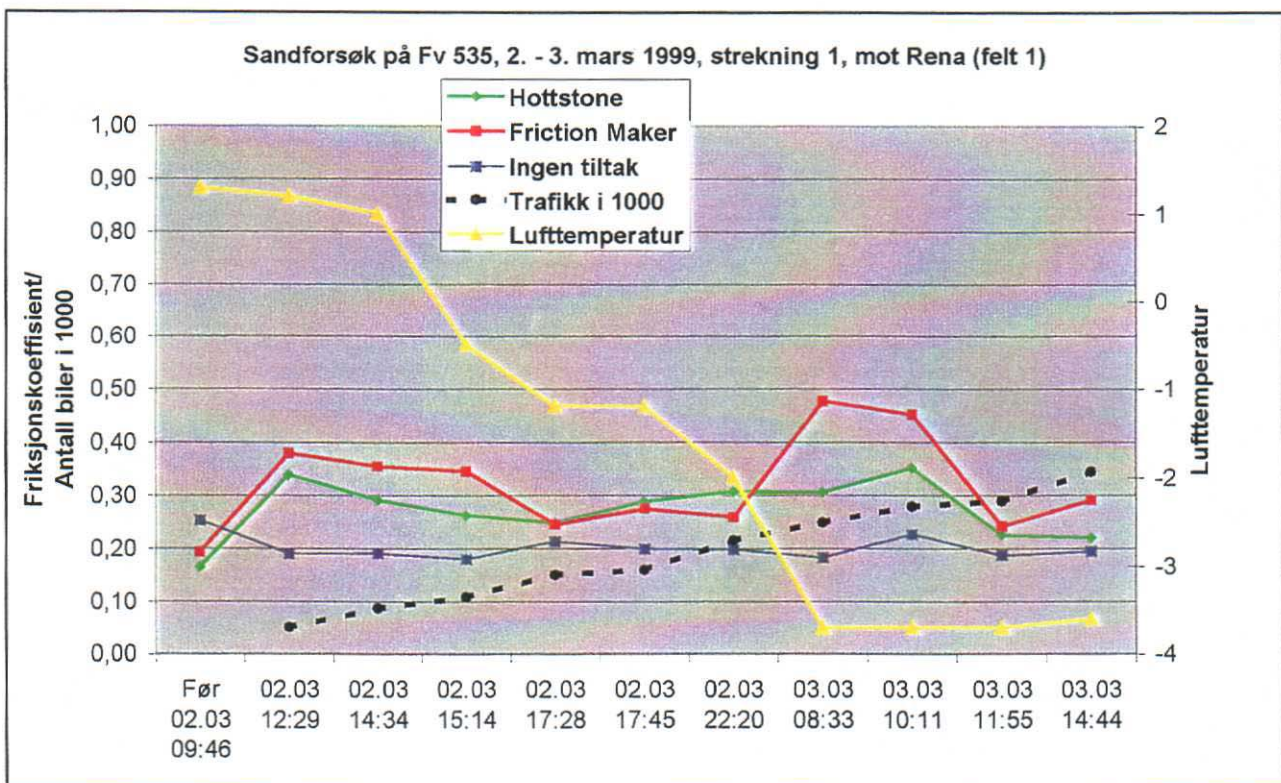
Temperaturforhold: Varmegrader både i luft og vegbane ved starten av forsøket
Synkende temperatur til ca -4°C

Fartsnivå: 80 km/t

Forsøksstrekninger: To strekninger på 4 km

Trafikkmengde: 550 biler/døgn.

	Friction Maker	Hottstone	Kald sand m/salt	Kald sand u/salt
Temperatur luft	+1 til -4	+1 til -4	+1 til -4	+1 til -4
Temperatur dekke	+1 til -4	+1 til -4	+1 til -4	+1 til -4
Gradering	0-4 mm natur	0-6 mm knust	2-6 mm natur	2-6 mm natur
Dosering	200 g/m ²	163 g/m ²	264 g/m ²	195 g/m ²
Maksimalt friksjonstilskudd	0,3	0,3	0,12	0,3
Varighet av tiltaket	300	300	ca 50 biler	ca 50 biler
Forholdstall varm/kald sand	> 6	> 6	-	-

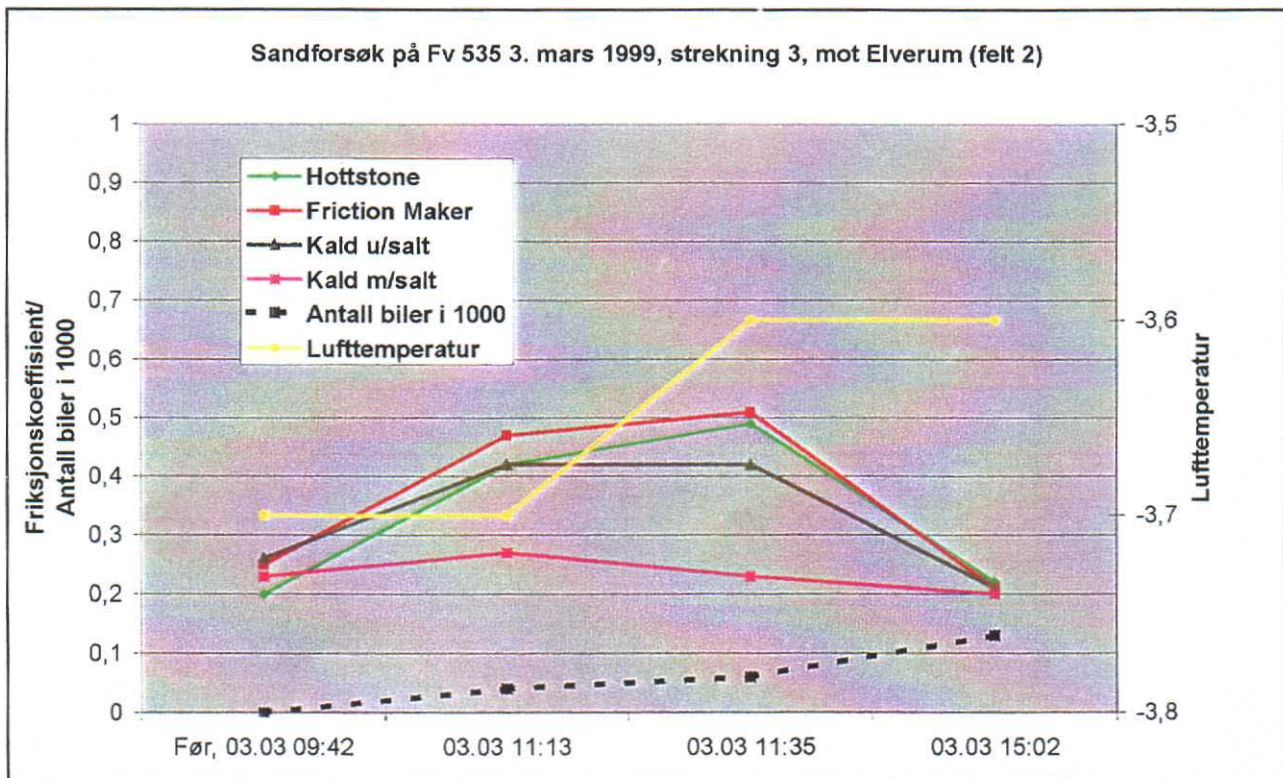


Figur 13: Resultater fra forsøk på Fv 535 (forsøk II på veg). Tiltak utført kl 11:00 - 12:00

Veg, ordinære driftsforhold

Sted:	Fv 535 mellom Elverum og Rena
Tidspunkt:	3. mars 1999
Overflate:	Nytt snø- og isdekke på 1-2 cm med noe løs snø på overflaten. Tendenser til gjennomslag en del steder
Værforhold:	Snøvær 3. mars fra ca kl 12:00
Temperaturforhold:	Varmegrader både i luft og vegbane ved starten av forsøket Synkende temperatur til ca -4°C
Fartsnivå:	80 km/t
Forsøksstrekninger:	En strekning på 2 km
Trafikkmengde:	550 biler/døgn.

	Friction Maker	Hottstone	Kald sand m/salt	Kald sand u/salt
Temperatur luft	-4	-4	-4	-4
Temperatur dekke	-4	-4	-4	-4
Gradering	0-4 mm natur	0-6 mm knust	2-6 mm natur	2-6 mm natur
Dosering	200 g/m ²	163 g/m ²	264 g/m ²	195 g/m ²
Maksimalt friksjonstilskudd	0,3	0,3	-	0,3
Varighet av tiltaket	300 biler	300 biler	ca 50 biler	ca 50 biler
Forholdstall varm/kald sand	1	1	-	-

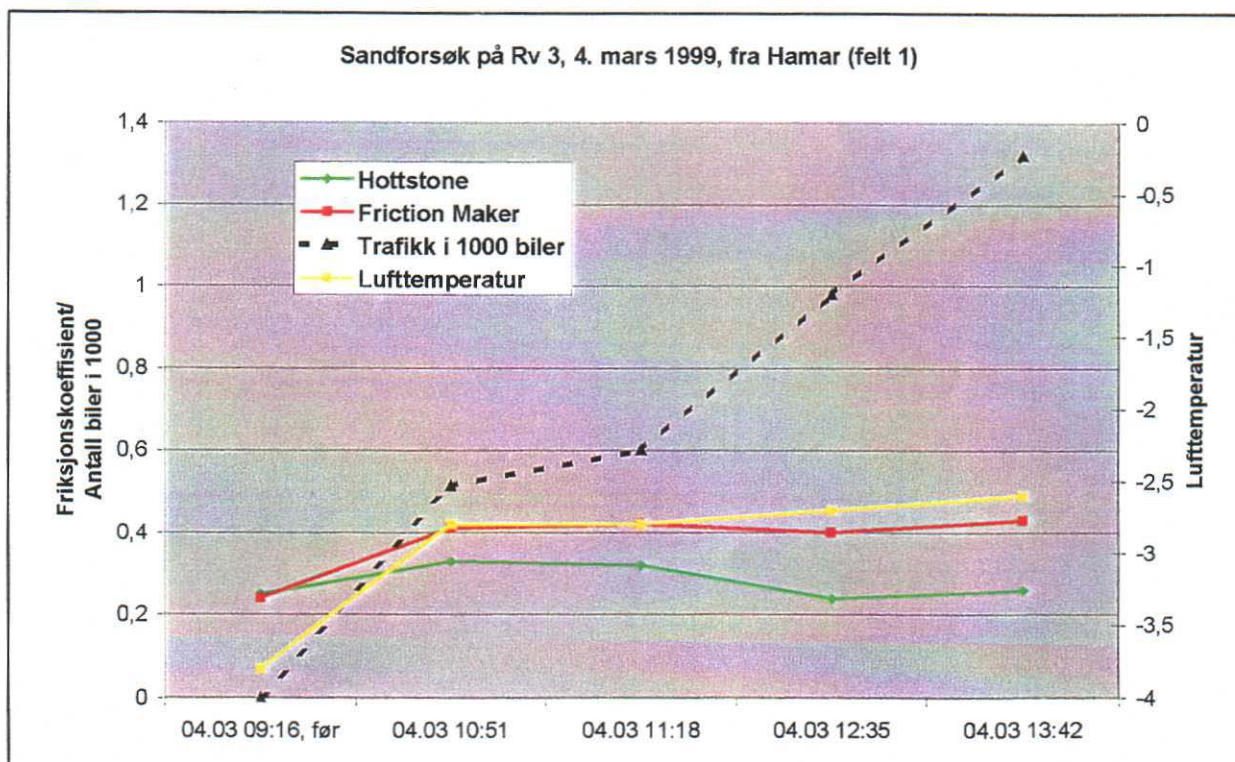


Figur 14: Resultater fra forsøk på Fv 535 (forsøk II på veg): Tiltak utført kl 10:20 - 10:40

Veg, ordinære driftsforhold

Sted:	Rv 3 mellom Elverum og Løten
Tidspunkt:	4. mars 1999
Overflate:	Tynn ishinne
Værforhold:	Oppholdsvær 2. mars. Snøvær 3. mars fra ca kl 12:00
Temperaturforhold:	Varmegrader både i luft og vegbane ved starten av forsøket Synkende temperatur til ca -4°C
Fartsnivå:	80 km/t
Forsøksstrekninger:	En på 5 km
Trafikkmengde:	9000 biler/døgn.

	Friction Maker	Hottstone	Kald sand m/salt	Kald sand u/salt
Temperatur luft	-4	-4		
Temperatur dekke	-1	-1		
Gradering	0-4 mm natur	0-6 mm knust		
Dosering	200 g/m ²	163 g/m ²		
Maksimalt friksjonstilskudd	0,3	0,25		
Varighet av tiltaket	300 biler	300 biler		
Forholdstall varm/kald sand	> 6	>6		



Figur 15: Resultater fra forsøk på Rv 3 (forsøk II på veg). Tiltak utført kl 10:00 - 10:45

4 Brukererfaringer og forbedringsområder

I det følgende er det foretatt en oppsummering av brukererfaringer med de 2 varmsandmetodene og forbedringsområder som er påpekt av personale som har vært tilknyttet prøvedriften i Oppland og Møre og Romsdal.

4.1 Friction Maker

4.1.1 Friction Maker - brukererfaringer

- Rent teknisk har utstyret som har gått i Oppland i Øyer produksjonsområde sesongen 1998/99 fungert bra og gir gode resultater. Det er benyttet en 0-4 mm naturgrus med relativt mye finstoff
- Lastebilen som er benyttet er ikke særlig egnet fordi den er svært ustabil med tippet opp
- Det gjenstår en del uttesting av strømaterialene som benyttes for å komme fram til en optimal siktekurve
- Spørsmålet er hvilken effekt en har av korn finere enn 0,5 mm som utgjør ca 40 % av den massen som er forsøkt i Oppland
- Oppland har satt opp en kornkurve med et mer ensgradert materiale. Dette kan trolig redusere vannforbruket
- Svenske erfaringer tyder på at det er fraksjonen 0-2 mm som gir best effekt på vegen og vil heller ha en så fingradert masse enn 2-4 mm. I Østersund er det benyttet 0-4 mm
- Det er også et spørsmål om en kan redusere doseringen for å øke rekkevidden. I dette ligger det også forsøk med forskjellige vannmengder

4.1.2 Friction Maker - forbedringsområder:

- Det bør vurderes en løsning hvor sprederen kan kjøres uten tippet opp
- Vekten på Friction Maker er høy og ønskes redusert
- Det savnes en indikator for vanntemperaturen, både ut fra vanntanken og der vannet leveres ut ved omrøreren
- Det bør være mulig å justere vannforbruket på en enkel måte
- Det bør også være en bedre styring av sandmengden som strøs ut
- Vannslangen som fører vannet ned mot omrøreren bør isoleres
- Arbeidsbredden på strøapparatet bør være slik at det er justerbart i området 2,5 m til 3,0 m
- Lastebilen bør ha eksosoppvarming i planet slik at massene ikke fryser fast
- Spalten mellom vanntanken og lasteplanet bør økes
- Forkanten av vanntanken bør avrundes for å unngå at sanden pakker seg
- For å få en jevn fordeling av vannet bør det perforerte røret som leder vannet utformes slik at hullene i midten har mindre dimensjon enn de på sidene

4.2 Hottstone

4.2.1 Hottstone - brukererfaringer

- Hottstone er forsøkt i Åndalsnes produksjonsområde i Møre og Romsdal sesongen 1998/99
- Det har vært flere tilfeller av driftsstans. Utstyret er montert på en tallerkenspreder med skrumating, og det har vært mye fram og tilbake for å få skrumatinga til å virke
- Rørene som fører varm luft er bygd i rustfritt stål, mens den svenske prototypen er bygd i vanlig stål. Rustfritt stål medfører et varmetap som det skal være kompensert for ved å øke antall rør
- Det er montert en termostat som gjør at dieselmotoren kobler ut ved 800^o
- Erfaring har vist at oppvarmingstida er på hele 5 timer for å få temperaturen i grusmaterialene opp på den anbefalte temperaturen på ca 180^o. Dette er betydelig mer enn det som ble oppgitt fra leverandøren. I følge den svenske leverandøren skal det ta fra 20 minutter til en time å varme opp grusmaterialene
- Totalt er det kjørt ut ca 10 lass med Hottstone
- Når en først får lagt ut materialene, har effekten på vegen vist seg å være god under egnede forhold

4.2.2 Hottstone - forbedringsområder:

Strøbilen som går i Åndalsnesområdet kan ikke anbefales for videre drift med Hottstone

Dersom en skal gå videre med dette konseptet er det helt vesentlig å få ned oppvarmingstida

En forbedringsmulighet kan være å montere en omrører i strøkassa.

5 Anbefalinger

5.1 Hovedkonklusjoner

Ut fra de forsøk som er gjort er det konkludert med at særlig Friction Maker har et bredt anvendelsesområde, og kan derfor anbefales som supplement til eksisterende strømetoder. Også Hottstone oppviser gode resultater under egnede forhold, men er beheftet med så store tekniske mangler at det per i dag ikke kan anbefales videre satsing fra norsk side på Hottstone før eventuelt konseptet er vesentlig forbedret.

	Friction Maker	Hottstone
Testforhold		
Temperatur	+2 til -15 °C	+2 til -15 °C
Vegtilstand	Snø- og isdekke Tynne ishinner	Snø- og isdekke Tynne ishinner
Testet opp til	ÅDT ca 3000	ÅDT ca 3000
Begrensninger	Ingen tekniske problemer	Tekniske problemer med utstyret og for lang oppvarmingstid. Kan av den grunn ikke anbefales før det foreligger en bedre teknisk løsning
	Løs snø er ugunstig Ikke forsøkt på våt is	Løs snø er ugunstig Ikke forsøkt på våt is
	Kan benyttes både på snø-/isdekke og på tynne ishinner	Betingelser jevnt snø- og isdekke på 1-2 cm

Vitenskapelige forsøk som er gjennomført vinteren 1998/99 viser at tiltak utført med varm sand varer vesentlig lenger enn når det anvendes tradisjonelle sandingsmetoder. Mens effekten av vanlig kald sand kan være borte etter 50 bilpasseringer, er det dokumentert at det med varm sand på et jevnt snø- og isdekke er mulig å opprettholde et friksjonsnivå godt over standarden selv etter 2000 bilpasseringer.

Varigheten av et strøtiltak med Friction Maker sammenlignet med tradisjonell strøing med kald sand varierer avhengig av temperatur og vegtilstand. Under normale og stabile forhold uten tilførsel av nedbør, vil varigheten av et tiltak være 10-20 ganger det en oppnår med tradisjonell sanding. Varmsandmetodene har vist seg å være så effektive at de nye metodene kan vil kunne påvirke organiseringen av strøingen ved at en vil kunne dekke flere roder med samme bil. Dette vil også ha betydning for inngåelsen av strøkontrakter.

I mange tilfeller vil det være vanskelig å opprettholde standarden ved bruk av tradisjonell sanding fordi det ikke vil være praktisk mulig å sette inn så store ressurser som dette ville betinge. På en veg med ÅDT 2000 vil det ut fra foreliggende dokumentasjon være en del tilfeller hvor det er behov for opp mot 40 tiltak med kald sand i løpet av ett døgn, mens det er tilstrekkelig med ett tiltak med varm sand. Det sier seg selv at det ikke vil være ressurser til å gjennomføre et slikt tiltaksomfang med tradisjonelle metoder.

I tillegg til betydelig lenger varighet av tiltakene, vil det også ligge en miljøgevinst i å ta i bruk mer effektive metoder. I tillegg til en besparelse ved at materialmengden vil reduseres i forhold til å følge vedlikeholdsstandarden ved bruk av kald sand, vil det gjennom færre tiltak også ligge en gevinst i spart drivstofforbruk selv om det forbrennes en del diesel i forbindelse med oppvarmingen.

Det synes ikke å være tvil om at Friction Maker som varmsand metode er kommet for å bli. Den ser ut til å være en anvendbar metode som et nyttig supplement på det vanlige riksvegnettet som i dag strøs med tradisjonelle sandingsmetoder.

5.2 Videreføring

Selv om varmsandmetodene foreløpig har vært gjenstand for begrenset uttesting, er særlig Friction Maker så lovende at denne metoden anbefales tatt i bruk i større omfang. Forsøk har vist at tiltak utført med Friction Maker kan ha en varighet på ca 1500 biler, tilsvarende en døgntrafikk på 3000 biler uten at dette nødvendigvis er en eksakt øvre grense. Det er samtidig viktig å presisere at metoden ikke er testet ut under alle aktuelle forhold.

Det vil fortsatt være behov for å systematisere erfaringsdata og gjøre ytterligere forsøk med Friction Maker bl a for å se nærmere på materialtype og korngradering, dosering og vannmengde. Metoden bør da helst prøves ut i litt større skala f eks med 4-5 enheter som også vil gjøre det mulig å foreta utprøving under flere typer forhold (temperatur, føre, trafikkmengde). Ved anskaffelse av flere enheter bør utstyret oppgraderes i henhold til nærmere angitte spesifikasjoner.