

Intern rapport nr. 2300

Vinterfriksjonsprosjektet -
forstudie på konsekvenser av
endret
piggdekkbruk (poleringsgrad)



Oktober 2002



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Intern rapport nr. 2230

Vinterfriksjonsprosjektet - forstudie på konsekvenser av endret piggdekkbruk (poleringsgrad)

Sammendrag

Som en følge av det er fokusert på helseskadene av piggdekkstøv, er det innført piggdekkavgifter både i Oslo og Trondheim. Etter 2 sesonger med avgift er ordningen i Oslo opphørt fra og med høsten 2001 siden målsettingen om en piggdekkandel på 20% er oppnådd, mens sesongen 2001/2002 var første vinteren med piggdekkavgift i Trondheim.

Piggdekkandelen som er satt som mål for reduksjonen av piggdekkbruken er fastlagt ut fra en antagelse om at 20 % piggdekk er tilstrekkelig for å rye opp snø-/isdekket slik at friksjonsegenskapene opprettholdes. Dette er imidlertid ikke dokumentert gjennom studier av hva som faktisk skjer ved ulike piggdekkandeler.

Hovedhensikten med dette prosjektet har vært å gjennomføre en forstudie for å få et bilde av hva piggdekkbruken betyr for føreutviklingen. Bedre kjennskap til hvordan ulike dekk sammensetninger virker inn på føretilstanden er viktig bl a for å vurdere behovet for strøtiltak på vegnettet og som informasjon til trafikantene.

I forstudien ble det lagt opp til å gjennomføre et forsøk over 3 dager (12. -14. mars 2002) på preparerte baner på et islagt vann hvor det ble kjørt med ulike piggdekkandeler på forskjellige baner. Effekten ble i hovedsak studert ved måling av friksjons- og sporutvikling.

Resultatene gir klare indikasjoner på at piggdekkandelen påvirker føreutviklingen både når det gjelder friksjon og sporslitasje. Det kan imidlertid se ut for at det er nødvendig med en høy piggdekkandel for at friksjonsforholdene skal påvirkes i noen vesentlig grad. Det er derfor grunn til å stille spørsmålsteget ved tidligere antagelser om at en piggdekkandel på 20 % er en nedre grense for hvor lav piggdekkandelen bør bli for å opprettholde veggrevet. Også når det gjelder sporutvikling tyder resultatene på at det er nødvendig med en høy piggdekkandel for å påvirke sporslitasjen gjennom oppruing av en snø-/isoverflate.

Emneord: *Vinterfriksjonsprosjektet*

Kontor: *Produksjonsteknisk kontor*

Saksbehandler: *Jon Dahlen/Roar Støtterud*

/rs

Dato: *Oktober 2002*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44



SINTEF Bygg og miljø
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

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Vinterfriksjonsprosjektet – forstudie på konsekvenser av endret piggdekkbruk (poleringsgrad)

FORFATTER(E)

Torgeir Vaa

OPPDRAAGSGIVER(E)

Statens vegvesen Vegdirektoratet, Produksjonsteknisk kontor

RAPPORTNR. STF22 F02332	GRADERING Fortrolig	OPPDRAAGSGIVERS REF. Roar Støtterud	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN	PROSJEKTNR. 22j151.01	ANTALL SIDER OG BILAG 21
ELEKTRONISK ARKIVKODE T:\22j151\R_poleringsgrad_2002.doc	PROSJEKLEDER (NAVN, SIGN.) Torgeir Vaa	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Terje Gjøver <i>Terje Gjøver</i>	
ARKIVKODE	DATO Oktober 2002	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Tore Knudsen, forskningssjef <i>Tore Knudsen</i>	

SAMMENDRAG

Hovedhensikten med dette prosjektet har vært å gjennomføre en forstudie for å få et bilde av hva piggdekkbruken betyr for føreutviklingen for å se om dette er noe en bør gå videre med. Bedre kjennskap til hvordan ulike dekk sammensetninger virker inn på føretilstanden er viktig bl a for å vurdere behovet for strøtiltak på vegnettet og som informasjon til trafikantene.

I forstudien ble det lagt opp til å gjennomføre et forsøk over 3 dager (12. –14. mars 2002) på preparerte baner på et islagt vann hvor det ble kjørt med ulike piggdekkandeler på forskjellige baner. Effekten ble i hovedsak studert ved måling av friksjons- og sporutvikling.

Resultatene gir klare indikasjoner på at piggdekkandelen påvirker føreutviklingen både når det gjelder friksjon og sporslitasje. Det kan imidlertid se ut for at det er nødvendig med en høy piggdekkandel for at friksjonsforholdene skal påvirkes i noen vesentlig grad. Det er derfor grunn til å stille spørsmålstegn ved tidligere antagelser om at en piggdekkandel på 20 % er en nedre grense for hvor lav piggdekkandelen bør bli for å opprettholde veggrepet. Også når det gjelder sporutvikling tyder resultatene på at det er nødvendig med en høy piggdekkandel for å påvirke sporslitasjen.

Ut fra resultatene fra forstudien anbefales det gjennomført en større undersøkelse på piggdekkandelens betydning for føreutviklingen.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Samferdsel	Transport
GRUPPE 2	Veg	Road
EGENVALGTE	Piggdekk	Studded Tyres
	Friksjon	Friction
	Spor dybde	Track Depth

Innhold

Innhold	i
Definisjoner og forklaringer	ii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Målsetting.....	1
1.3 Prosjektinnhold	1
2 Forsøksopplegg	2
2.1 Forsøksområde	2
2.2 Forsøksbetingelser	4
2.3 Preparering av baner	4
2.4 Trafikkgenerering.....	5
2.5 Måleparametre.....	5
2.6 Måling av friksjon.....	6
2.7 Måling av sporslitasje	6
2.8 Inndeling i økter	8
3 Resultater	9
3.1 Klimatiske forhold	9
3.2 Trafikkmengder og piggdekkandeler	10
3.3 Friksjonsmålinger.....	11
3.3.1 Sammenligning av de tre Roar-målerene.....	11
3.3.2 Friksjonsutvikling første dag (12. mars).....	15
3.3.3 Friksjonsutvikling andre dagen (13. mars)	16
3.3.4 Friksjonsutvikling tredje dagen (14. mars)	17
3.4 Spørsmåliger.....	18
4 Oppsummering og anbefalinger	20
Vedlegg 1: Eksempel på skjema som ble benyttet av sjåførene i friksjonstestene	19

Definisjoner/forklaringer

Friksjonskoeffisient	Friksjonskoeffisienten benevnes med den greske bokstaven μ , og er et mål for kreftene som virker mellom to flater. For is vil friksjonskoeffisienten vanligvis ligge i området 0,10-0,20 og for snøføre i området 0,20-0,30. 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.
Variabel slip	Ved variabel slip skjer friksjonsmålingene 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. Maksimalfriksjonen inntreffer vanligvis før hjulet er låst, men slippprosenten ved maksimalfriksjon vil variere avhengig av underlaget
Fast slip	Ved fast slip målinger bremses målehjulet med en fast slippprosent (bremsekraft) i forhold til underlaget. Slippprosenten kan variere med føretypen i området 15 – 30 prosent.
Statistisk signifikant	Dersom konfidensintervallene for gjennomsnittsverdien av to grupper av data ikke overlapper hverandre, er forskjellen statistisk signifikant.

Innledning

Bakgrunn

Som en følge av det er fokusert på helseskadene av piggdekkstøv, er det innført piggdekkavgifter både i Oslo og Trondheim. Etter 2 sesonger med avgift er ordningen i Oslo opphørt fra og med høsten 2001 siden målsettingen om en piggdekkandel på 20% er oppnådd, mens sesongen 2001/2002 var første vinteren med piggdekkavgift i Trondheim.

Piggdekkandelen som er satt som mål for reduksjonen av piggdekkbruken er fastlagt ut fra en antagelse om at 20 % piggdekk er tilstrekkelig for å rye opp snø-/isdekket slik at friksjonsegenskapene opprettholdes. Dette er imidlertid ikke dokumentert gjennom studier av hva som faktisk skjer ved ulike piggdekkandeler.

Modellberegninger som er gjort tyder på at en reduksjon i piggdekkbruken ikke vil få dramatiske konsekvenser i form av økte ulykker eller vesentlig reduksjon i framkommeligheten dersom det holdes en god vinterstandard. Det er imidlertid en del usikkerhet rundt beregningsforutsetningene bl a når det gjelder hvordan føret blir påvirket ved endringer i piggdekkandelen. Siden piggdekkandelen også inngår i beregningsmodeller som benyttes til å beregne optimal vinterstandard, er det viktig å få fram sikrere sammenhenger mellom piggdekkbruk, føretilstand og behov for tiltak.

Målsetting

Hovedhensikten med dette prosjektet har vært å gjennomføre en forstudie både for å teste ut et undersøkelsesopplegg og få et bilde av hva piggdekkbruken betyr for føreutviklingen for å se om dette er noe en bør gå videre med. Bedre kjennskap til hvordan ulike dekk sammensetninger virker inn på føretilstanden er viktig bl a for å vurdere behovet for strøtiltak på vegnettet og som informasjon til trafikantene.

Som eksempel på slike sammenhenger kan det vises til at i forbindelse med innføring av piggdekkgebyr i Trondheim kommune (fra og med 1. november 2001) etablerte Trondheim Bydrift en noe strengere vedlikeholdsstandard. De største endringene ble knyttet til strøing ved å stille krav til mer sammenhengende strøing og mindre punktstrøing.

Prosjektinnhold

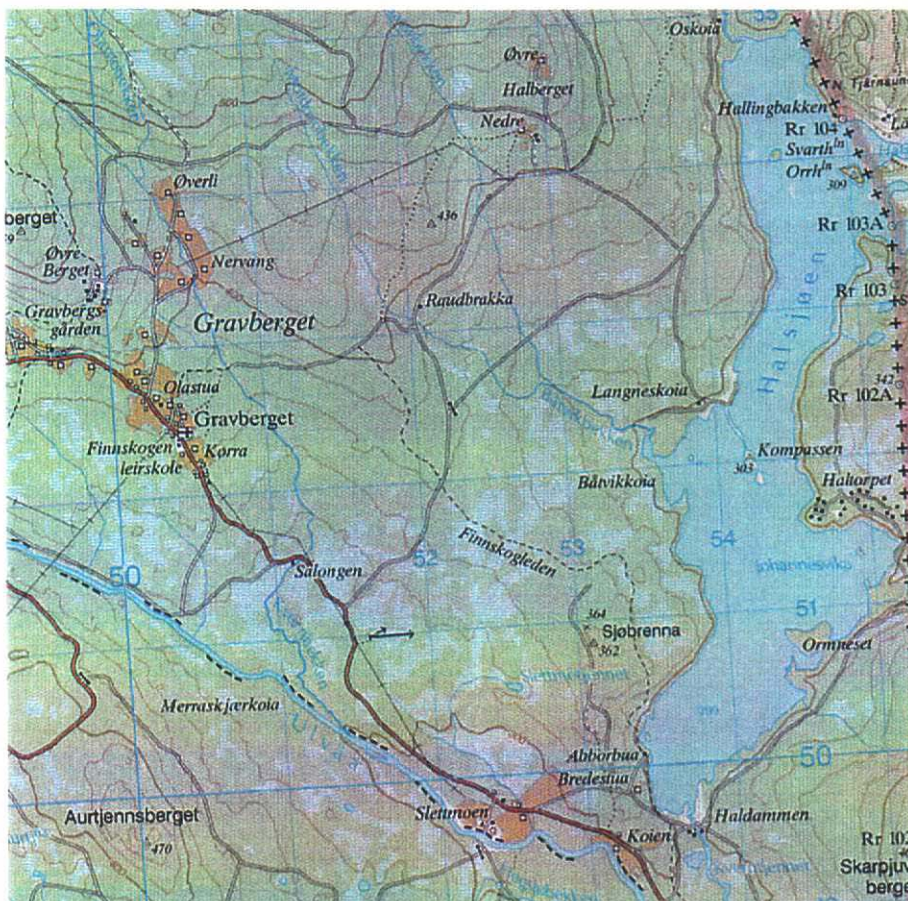
I forstudien ble det lagt opp til å gjennomføre et forsøk over 3 dager (12. –14. mars 2002) på preparerte baner på et islagt vann hvor det ble kjørt med ulike piggdekkandeler på forskjellige baner. Effekten ble i hovedsak studert ved måling av friksjons- og sporutvikling.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra testene som er gjort med anbefalinger om videreføring.

Forsøksopplegg

Forsøksområde

Siden en for denne typen forsøk er avhengig av å operere på et lukket område, ble det besluttet å legge forsøket til et islagt vann. Valget falt på Halsjøen som tidligere bl a er benyttet til tester av friksjonsmåleutstyr i regi av Vinterfriksjonsprosjektet. Halsjøen, se figur 2.1, ligger nord på Finnskogen inn mot svenskegrensa i Våler kommune.



Figur 2.1: Halsjøen i Våler kommune

Bruken av Halsjøen til denne typen formål er regulert gjennom en avtale mellom kommunen og Gravberget gård, og personell fra Gravberget gård bisto under forsøket med brøyting og preparering av baner.

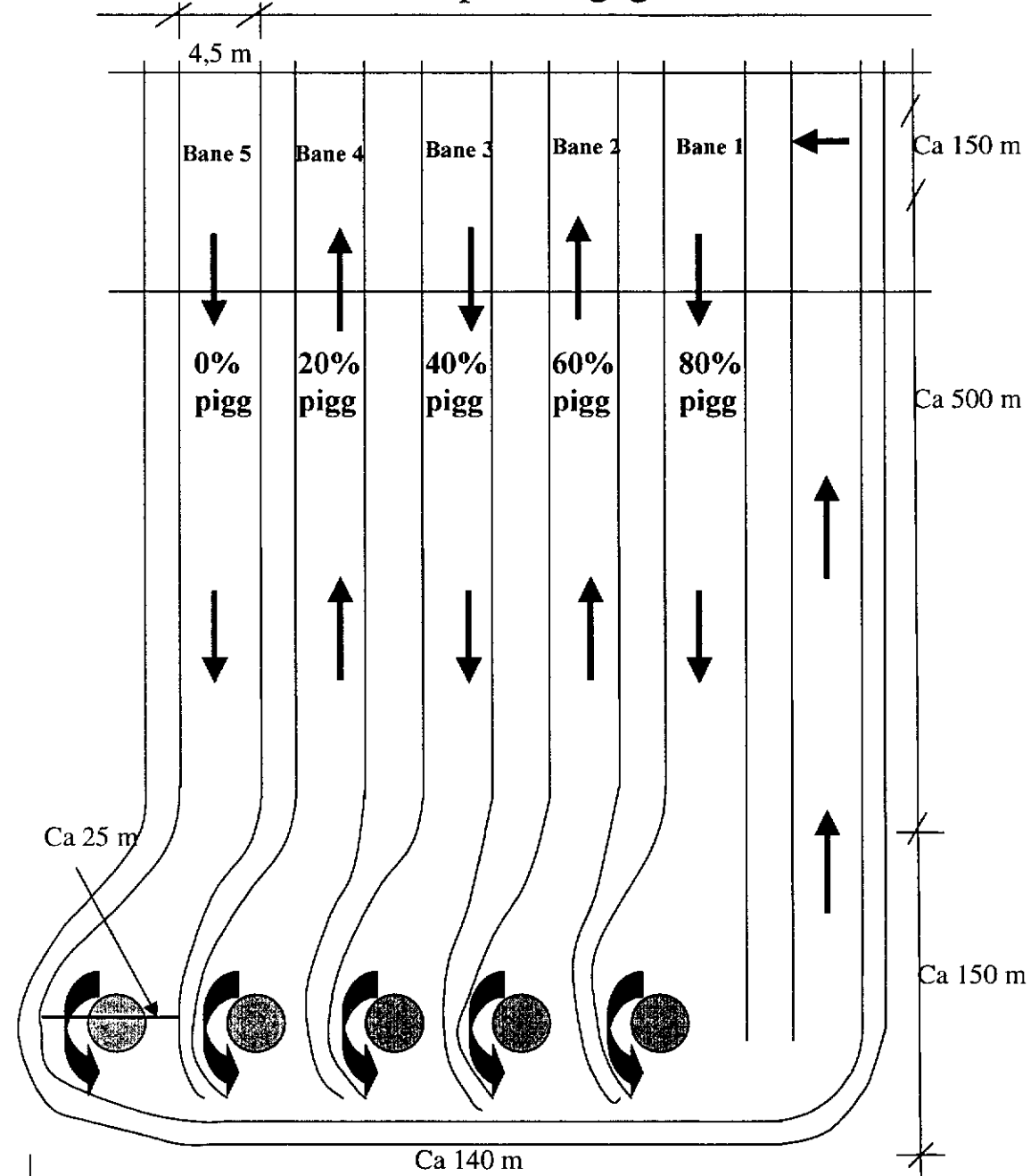
Figur 2.2 på neste side viser en prinsippskisse over hvordan testområdet ble organisert og inndelt i kjørebaneer. Hele banen hadde en lengde på ca 800 meter med en inndeling i totalt 6 kjørebaneer. Banene ble regulert med forskjellige kjøreretninger for å effektivisere trafikkgenereringa. Banen ytterst til høyre ble benyttet til "tomkjøring" etter behov

Som det framgår av figur 2.2, ble det på forhånd fastlagt en bestemt piggdekkandel på de ulike banene. Første dagen ble det lagt opp til piggdekkandeler på henholdsvis 80, 60, 40, 20 og 0

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

prosent. Andre og tredje dagen ble det kjørt på 4 baner med piggdekkandeler på 100, 50, 20 og 0 prosent.

Utforming av kjørebener på Halsjøen for studier av poleringsgrad



Figur 2.2: Utforming av testbaner for å studere effekter av ulike andeler piggfrie dekk

Det ble foretatt en markering av små rundkjøringer med kjepler i enden av hver bane. Det viste seg vanskelig å gå gjort sammenlignbare målinger både i disse "kryssområdene" og i retardsjonsfeltene i enden av banene.

Forsøksbetingelser

Meningen var å simulere forholdene på tradisjonell veg og i kryssområder inklusive retardasjonsfelt inn mot kryss. Med hensyn til føretyper, ønsket en i utgangspunktet å gjøre forsøk på ulike typer underlag, dvs både på snø- og isdekke. Med et såvidt stort apparat i sving var en imidlertid avhengig av å kjøre på de forholdene en hadde under forsøksperioden både med hensyn til føre og temperatur. Det viste seg at det ble tilfredsstillende forhold med tanke på å gjennomføre forstudien, men at det ligger en del begrensinger i forsøket ved at en ikke oppnådde den variasjonen i forsøksbetingelser som naturlig forekommer på trafikkert veg. Forsøkene gikk hovedsakelig på en hard isflate slik at en bl a ikke fikk gjort målinger av føreutviklingen på et hardpakket snødekke etter et snøfall. Det er også et spørsmål om hvordan en isflate på en innsjø virker sammenlignet med strukturen og styrken til et islag på en vegbane. Når det er sagt, er det samtidig viktig å presisere at det en først og fremst har vært ute etter ved gjennomføring av forstudien har vært å få indikasjoner på sammenhenger mellom føreutvikling og piggdekkandelen og hvor store utslagene er under gitte forhold, og denne målsettingen ble nådd.

Preparering av baner

Banene som ble benyttet 12. mars var brøytet dagen før. Til dag to ble det brøytet nye baner parallelt med banene som det ble kjørt på første dagen. Siste dagen ble det kjørt på de samme banene som dag to, men det ble foretatt høvling med traktorskjær før kjøringene startet, se figur 2.3.



Figur 2.3: Preparering av baner til siste forsøksdagen, 14. mars 2002

Trafikkgenerering

Til å generere trafikk ble det gjort avtaler med personell ved veg- og trafikkstasjoner i Hedmark som stilte med egne biler. Dessuten deltok medlemmer av arbeidsgruppene i Vinterfriksjonsprosjektet og sjåførene på målebilene som var innkalt. Målet var å generere trafikk tilsvarende totalt 1500 bilpasseringer hvor det ble foretatt målinger etter fastlagte regler.

Bilparken fordelte seg på henholdsvis piggdekk og piggfrie dekk med ca halvparten på hver gruppe. Det ble kun kjørt med personbiler siden isen ikke hadde bæreevne for tyngre kjøretøy. I figur 2.4 og 2.5 er vist eksempler på dekkutsrustning på bilene som ble benyttet.



Figur 2.4: Piggfritt dekk



Figur 2.5: Piggdekk

Figur 2.3 og 2.4 illustrerer godt forskjellen mellom piggfrie dekk og piggdekk. Mens de piggfrie dekkene er seipet for å forbedre gripeeviden og har en bløtere gummi, har piggdekkene en hardere gummi og er heller ikke seipet av hensyn til stabiliteten til piggene. Piggene er såkalte lett-pigger.

Før testene startet hver dag ble sjåførene instruert om kjøreopplegg med inndeling i baner og organisering i økter. Det var på forhånd stipulert antall runder for hver bil for å oppnå en gitt piggdekkandel og et visst antall kjøretøypasseringer i hver økt. Antall passeringer holdt hver sjåfør kontroll med ved å krysse av på et skjema, se eksempel i vedlegg.

Måleparametre

Som måleparametre for å beskrive føreutviklingen ble det valgt å legge vekt på friksjon og sporslitasje. Det ble også vurdert mulighetene for å lage et mål på poleringsgraden, og det ble anskaffet et mikroskop for å registrere størrelsen på snø-/iskrystallene. Dette fikk en imidlertid ikke så mye ut av. Det viste seg også vanskelig å dokumentere poleringsgraden gjennom fotodokumentasjon som også ble forsøkt.

Måling av friksjon

Følgende friksjonsmålebiler deltok i forsøket:

- Roar Mark I, Akershus
- Roar, Mark I, Buskerud
- Roar, Mark II, Sør-Trøndelag



Figur 2.5: Måling av friksjon, Roar Mark II

Mens Roar Mark I bare kan benyttes for måling av variabel slip, kan Roar Mark II, se figur 2.5, i tillegg til variabel slip også brukes for måling av fast slip. Ved variabel slip skjer friksjonsmålingene 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. Maksimalfriksjonen inntreffer vanligvis før hjulet er låst, men slippresenten ved maksimalfriksjon vil variere avhengig av underlaget.

Ved fast slip målinger bremses målehjulet med en fast slippresent (bremsekraft) i forhold til underlaget. Slippresenten kan variere med føretypen i området 15 – 30 prosent. Under målingene på Halsjøen ble det benyttet en slippresent på 30.

Måling av sporslitasje

Til måling av sporslitasje ble målebilen fra Aust-Agder med påmontert bjelke for måling av spor og jevnhet benyttet, se figur 2.6 på neste side. Målebilen som ble benyttet for å følge sporutviklingen er den samme typen utstyr som brukes til å måle spor og jevnhet på vegdekker. Målesystemet som har betegnelsen Alfred måler tverrprofilen ved hjelp av 17 ultralydsensorer montert med 25 cm innbyrdes avstand på to aluminiumsprofiler. Profilene er montert ved siden av

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

hverandre forskjøvet med en halv sensoravstand, slik at måleren dekker 2.00 meter bredde med en sensoravstand på 12.5 cm.

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44



Figur 2.6: Spormålinger med laser

Ultralydsensorenes målenøyaktighet er avhengig av overflatestrukturen på vegdekket, maksimal oppløsning er på ca 0.2 mm. Utstyret kan da måle spordybden i ett hjulspor av gangen, eventuelt bunnen av begge hjulspor sammen med ryggen mellom dem. Målingene på Halsjøen ble foretatt på den sistnevnte måten med målinger hver meter. Spordybden blir da den gjennomsnittlige avstanden mellom toppen av ryggen mellom hjulsporene og den rette linjen mellom bunnen av hvert spor over målestrekningen.

Inndeling i økter

Tabell 2.1 nedenfor viser en oversikt over inndelingen i arbeidsøkter de ulike dagene forsøkene pågikk.

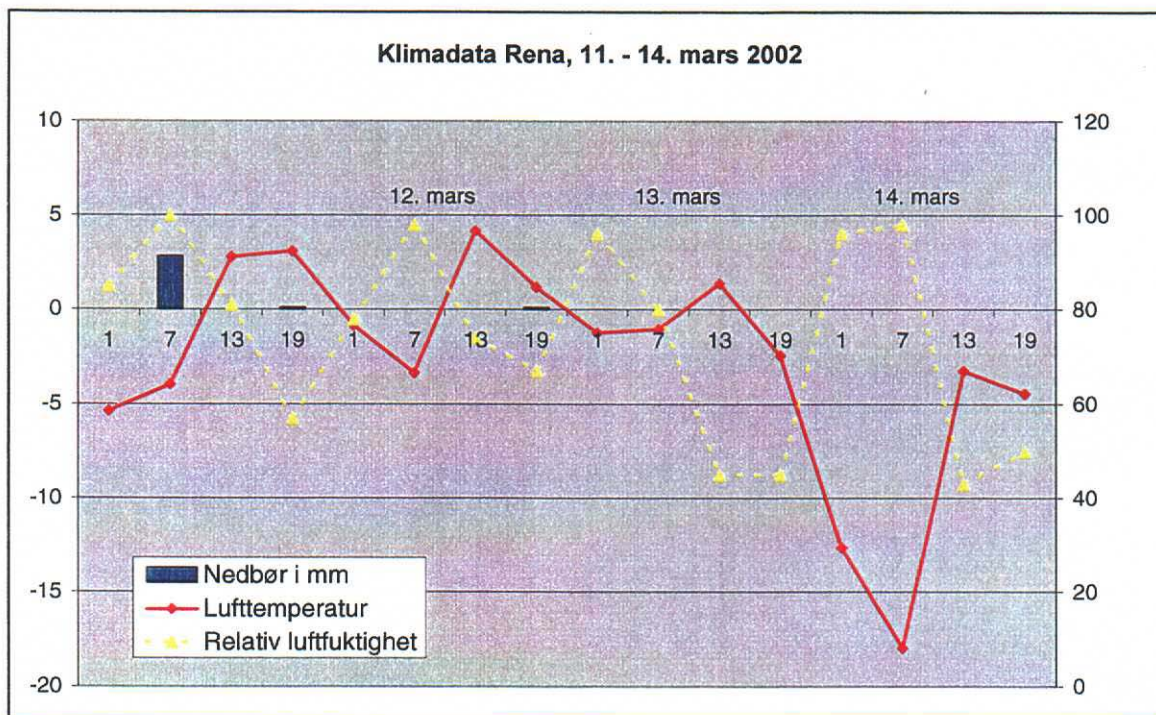
Tabell 2.1: Inndeling i arbeidsøkter

Økt	12. mars		13. mars		14. mars	
	Start	Slutt	Start	Slutt	Start	Slutt
1	11:05	11:50	09:10	09:40	09:45	11:30
2	12:30	13:15	10:15	11:00	11:55	14:10
3	14:00	14:40	11:25	12:30		
4	15:05	16:05	13:45	15:05		
5	16:30	17:30	15:30	16:45		
6	17:50	18:45				

Resultater

Klimatiske forhold

Klimadata er hentet fra DNMI's målestasjon på Rena i Åmot kommune. Dette er en stasjon hvor det foretas avlesninger 4 ganger i døgnet, kl 01, 07, 13 og 19, dvs hver 6. time. I figur 3.1 er gjengitt nedbørmengder, lufttemperatur og relativ fuktighet i perioden 11. – 14. mars.



Figur 3.1: Klimadata i perioden 11. – 14. mars. Kilde: DNMI's målestasjon

Som det framgår av figur 3.1, kom det litt nysnø om morgenen 11. mars tilsvarende ca 3 cm snø, men ellers var det ikke nedbør av betydning. Det var mildt i hele perioden med unntak av et sterkt temperaturfall natt til 14. mars. Temperaturen steg så igjen i løpet av formiddagen. Det store temperaturskiftet forårsaket sprekkdannelse i isen slik at det ble en del overvann på søndre del av banen siste forsøksdagen uten at dette skapte vesentlige problemer for forsøket.

Det ble også foretatt temperaturmålinger med håndholdte termometer som er oppsummert i tabell 3.1.

Tabell 3.1: Luft- og vegbanetemperaturer målt med håndholdt termometer

Dato	Luft	Vb	Luft	Vb	Luft	Vb	Luft	Vb	Luft	Vb	Luft	V	Luft	Vb
		11:50		12:30		14:49		16:05		17:36		18:43		
12.03	+3,0	+1,3	+4,3	+1,3	+5,0	+1,4	+5,3	+0,6	+3,0	+1,6	+2,0	+0,6		
		09:45		11:00		12:30		15:05		16:45				
13.03	-1,3	-1,5	-1,0	-1,4	+3,6	-0,4	+0,2	-1,3	+0,5	-1,5				
		09:25		10:35		11:35		11:55		12:25		13:00		14:10
14.03	-12,3	-10,8	-6,4	-9,7	-1,0	-7,2	-1,8	-5,6	+0,9	-5,3	-1,0	-4,3	+0,8	-2,5

Lufttemperaturene som ble målt under forsøkene samsvarer bra med temperaturverdiene fra målestasjonen på Rena. En kan ellers legge merke til at overflatetemperaturen på isen ligger på ulike nivåer de 3 dagene med et gjennomsnitt på henholdsvis +1,1 grader 12. mars, -1,2 grader 13. mars og -6,4 grader 14. mars.

Trafikkmengder og piggdekkandeler

Antall kjøretøypasseringer og piggdekkandeler på de ulike kjørebanene de 3 forsøksdagene framgår av tabellene 3.2 –3.5.

Tabell 3.2: Antall kjøretøy og piggdekkandeler på ulike kjørebaner, 12. mars 2002

Økt	Bane 1		Bane 2		Bane 3		Bane 4		Bane 5	
	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel
1	41	68	47	45	40	35	46	15	52	0
1 og 2	96	73	108	52	113	31	125	17	130	0
1 til 3	158	75	184	49	185	30	204	17	221	0
1 til 4	299	74	353	48	363	29	397	15	442	0
1 til 5	453	75	528	49	539	30	581	15	646	0
1 til 6	582	76	676	50	687	30	735	15	815	0

Tabell 3.3: Antall kjøretøy og piggdekkandeler på ulike kjørebaner, 13. mars 2002

Økt	Bane 1		Bane 2		Bane 3		Bane 4	
	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel
1	112	100	111	50	112	21	110	0
1 og 2	280	100	287	50	276	20	275	0
1 til 3	512	100	509	50	500	21	495	0
1 til 4	764	100	765	50	739	21	745	0
1 til 5	1011	100	1006	50	966	21	975	0

Tabell 3.4: Antall kjøretøy og piggdekkandeler på ulike kjørebaner, 14. mars 2002

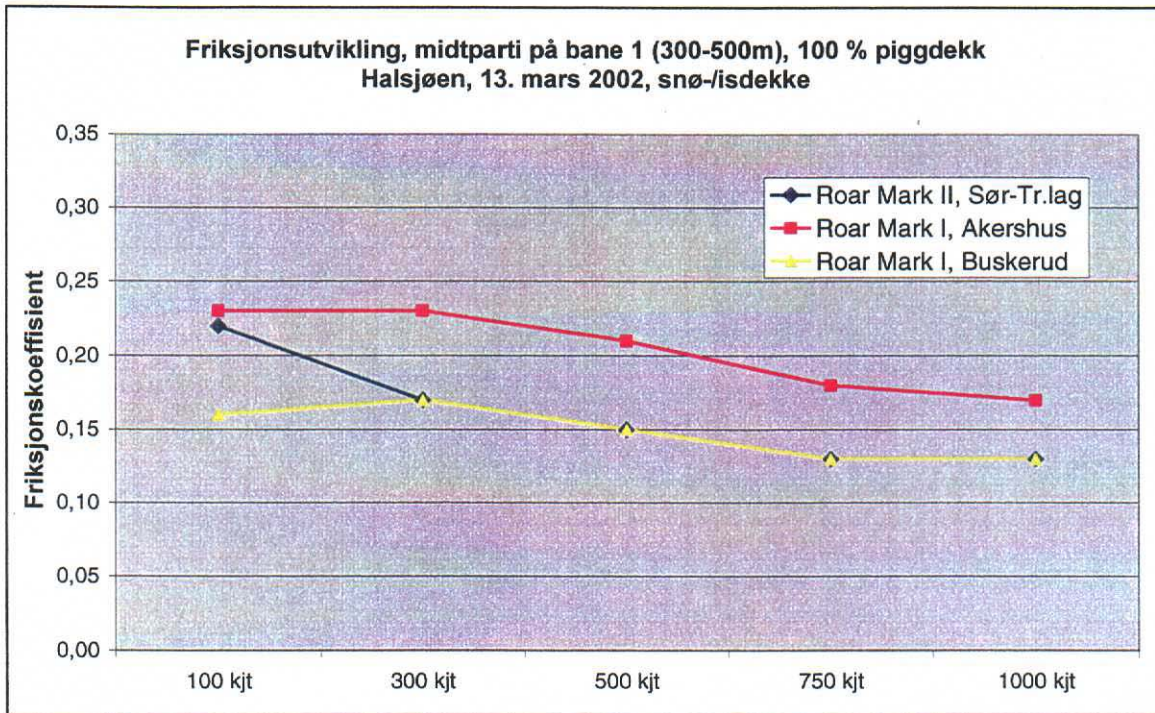
Økt	Bane 1		Bane 2		Bane 3		Bane 4	
	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel	Ant. kjt.	Piggandel
1	282	100	325	46	351	17	311	0
1 og 2	582	100	647	46	678	17	637	0

Kjøringene de 3 dagene må sees som uavhengige forsøk, slik at ikke kan akkumulere trafikkmengdene fra dag til dag. Dette betyr at en oppnådde mindre trafikkpåvirkning enn opprinnelig forutsatt.

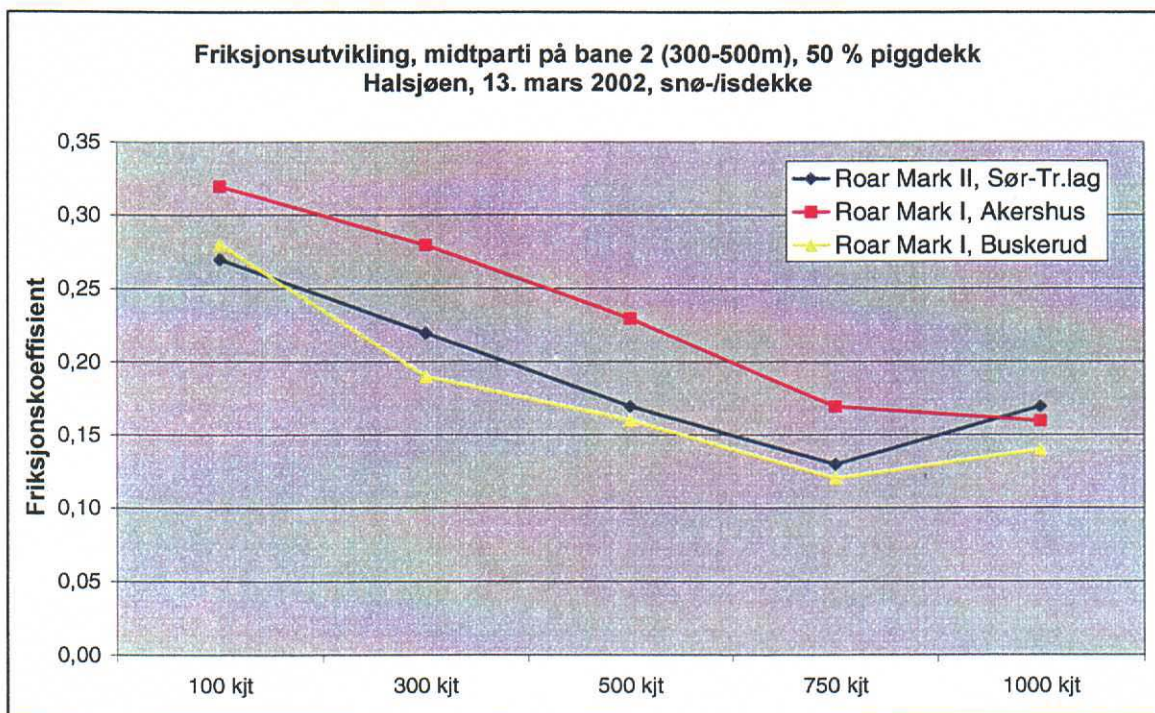
Friksjonsmålinger

Sammenligning av de tre Roar-målerene

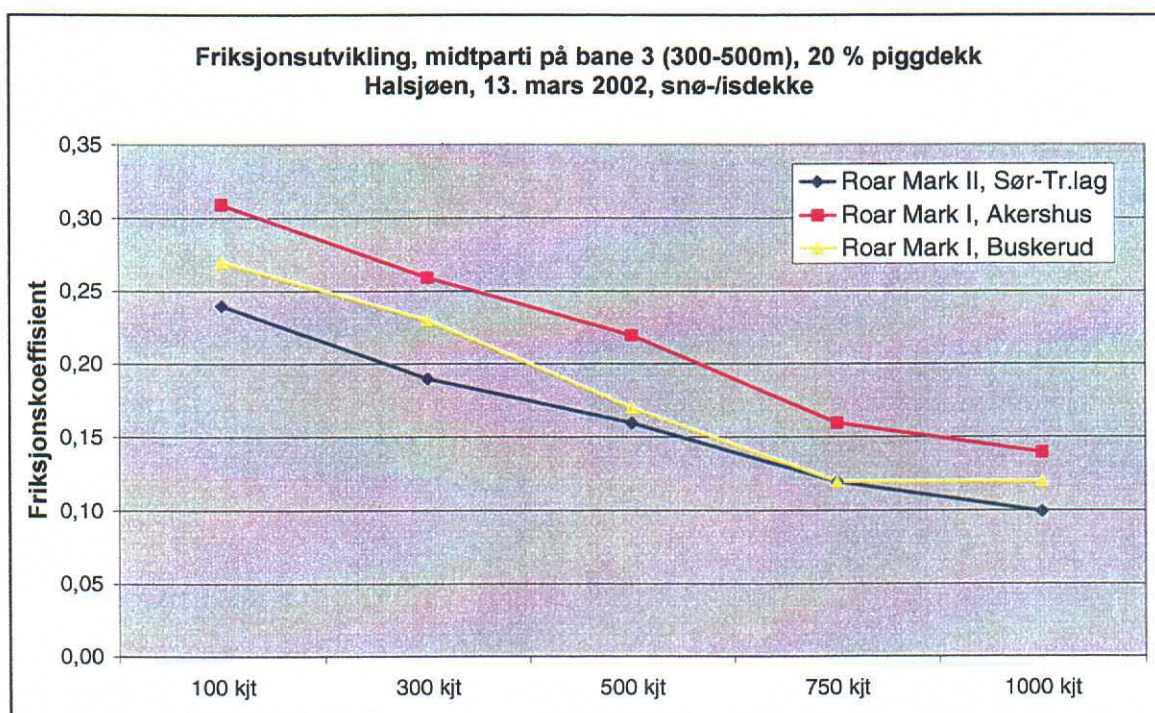
I figurene 3.2 – 3.5 er måleresultatene fra dag 2 (13. mars) sammenstilt for de ulike banene for de tre målebilene. Verdiene fra Roar Mark II er fast slip verdier, dvs et annet måleprinsipp enn for de andre to bilene.



Figur 3.2: Friksjonsutvikling 13. mars. Måling på snø-/isdekke, 100 % piggdekk

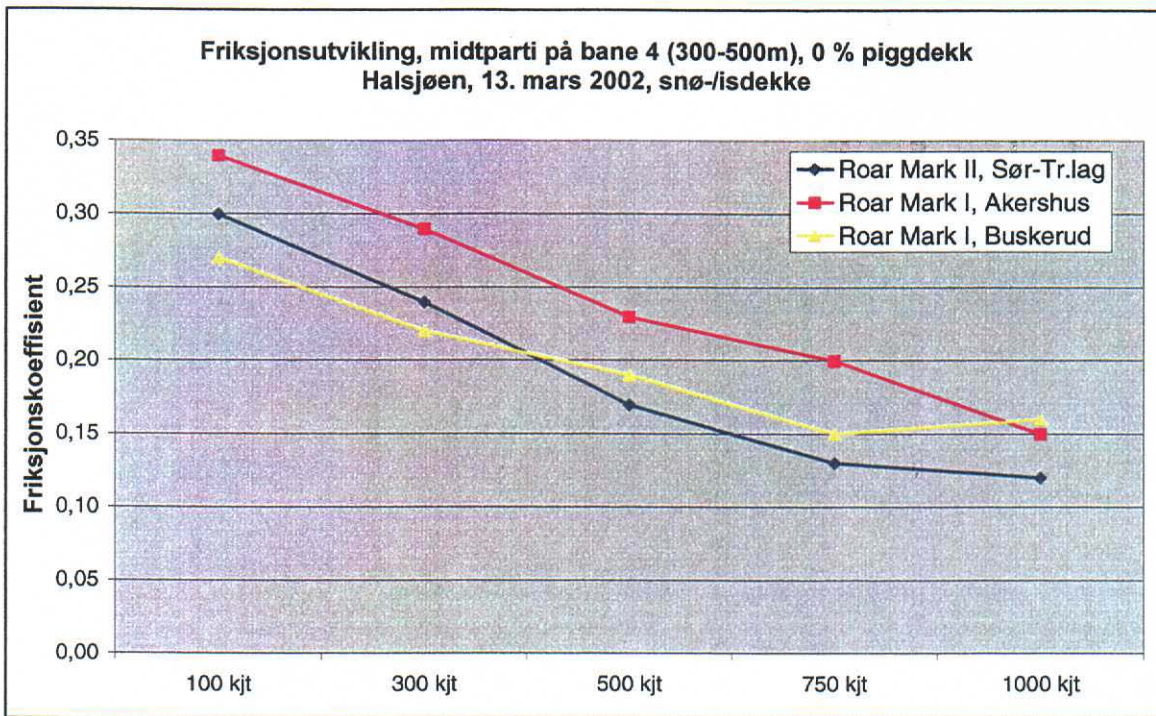


Figur 3.3: Friksjonsutvikling 13. mars. Måling på snø-/isdekke, 50 % piggdekk



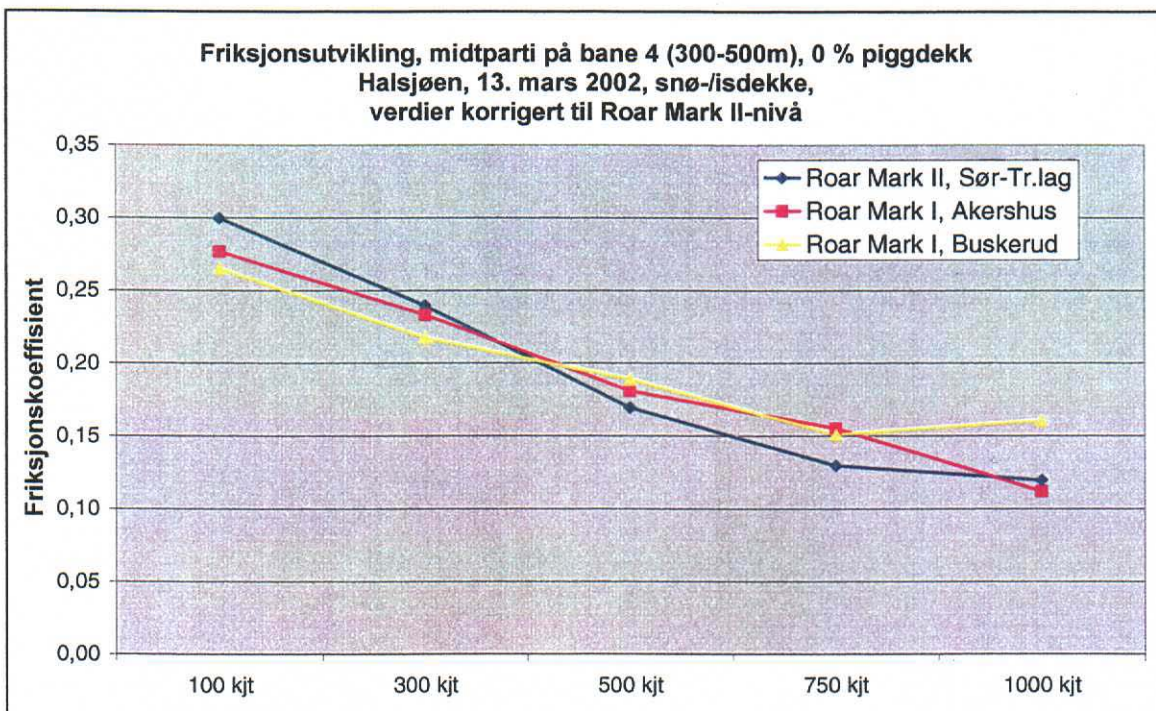
Figur 3.4: Friksjonsutvikling 13. mars. Måling på snø-/isdekke, 20 % piggdekk

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling
 Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
 Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44



Figur 3.5: Friksjonsutvikling 13. mars. Måling på snø-/isdekke, 0 % piggdekk

Det er som en kan se av figurene 3.2 – 2.5 et meget bra samsvar mellom måleresultatene fra de ulike målebilene ved de ulike tidspunktene, men nivået er litt forskjellig. Dvs at det er en enkel sak å beregne korreksjonsverdier for å regne om verdiene fra de tre bilene til et felles nivå. Dette er vist som eksempel i figur 3.6 hvor Roar Mark II er benyttet som referanse.



Figur 3.6: Friksjonsutvikling 13. mars. Måling på snø-/isdekke, 0 % piggdekk. Roar Mark II er benyttet som referanse

For de fire første måletidspunktene i figur 3.6 er differansen mellom Roar Mark II og de korrigerede verdiene for Roar Mark I målerne maksimalt 0,04. Dette må sies å være et svært tilfredsstillende resultat, og en har derfor valgt å benytte verdiene fra Roar Mark II i den videre resultatpresentasjonen siden dette også var den måleren som var mest stabil under de tre dagene forsøkene varte.

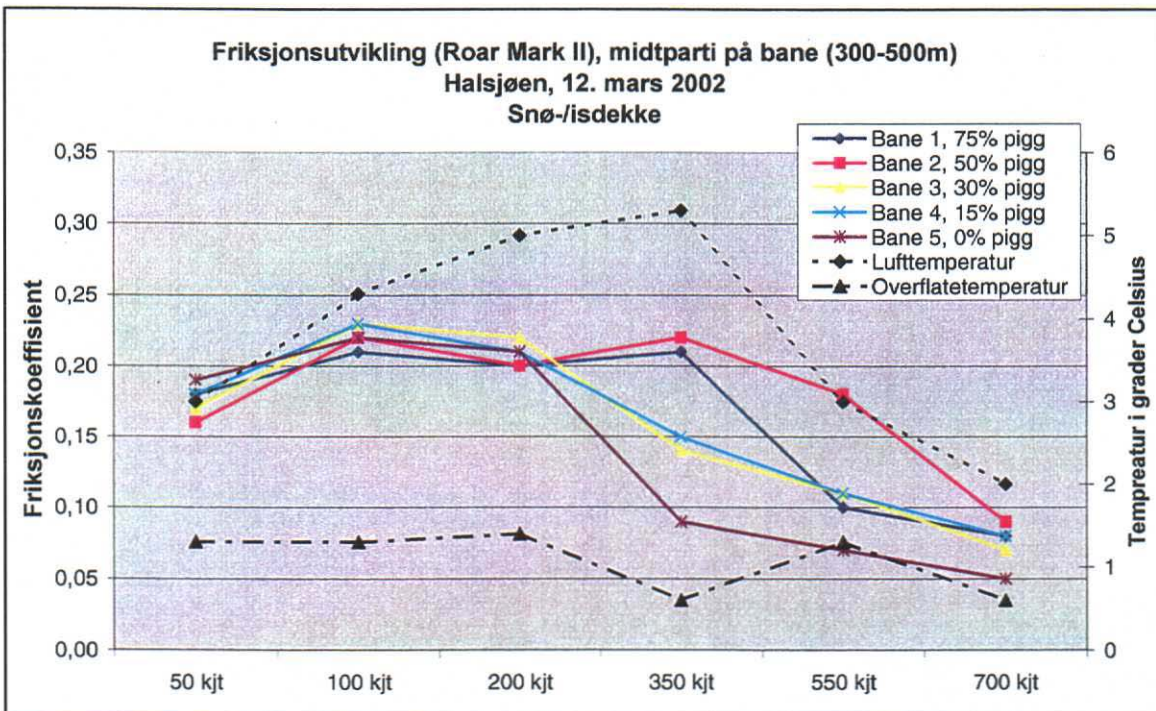
Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Friksjonsutvikling første dag (12. mars)

I figur 3.7 er vist friksjonsutviklingen første dagen på de ulike kjørebanelene med henholdsvis 75, 50, 30, 15 og 0 prosent piggdekk. Luft- og overflatetemperaturen er gjengitt i den samme figuren.

Figur 3.7 viser interessante resultater i forhold til piggdekkandelens betydning for føreutviklingen. Mens det for bane 1 og 2 med de største piggdekkandelene er en svak forbedring i friksjonen fram til og med 4. økt etter 350 bilpasseringer, er det et fall i friksjonen for de tre andre banene allerede fra 3. økt. Størst fall i friksjonsverdien ble registrert på bane 5 hvor det bare ble kjørt med piggfrie dekk. Med unntak av målingen på bane 1 etter 550 overfarter, er føreforløpet på de ulike banene slik en kunne forvente ut fra tidligere antagelser. Dvs at stor andel piggdekk (> 50 %) gir en klar førepåvirkning, mens kjøring bare med piggfrie dekk gir de glatteste forholdene.

Fra det punktet føret utvikler seg forskjellig på de ulike kjørebanelene, dvs etter 200 overfarter, tyder resultatene i figur 3.7 på at 20 % piggdekk ikke er tilstrekkelig for å opprettholde et friksjonsnivå på høyde med en "stor" piggdekkandel. Samtidig indikerer figur 3.7 at hvis en skal legge piggdekkandelen på et minimum i forhold behovet for å ha en viss førepåvirkning, kan denne andelen kanskje ligge lavere enn 20 %. Så lave piggdekkandeler kan imidlertid se ut for å ha bare marginal innvirkning på føret, og vil trolig ikke påvirke behovet for tiltak.



Figur 3.7: Friksjonsutvikling dag 1, 12. mars 2002

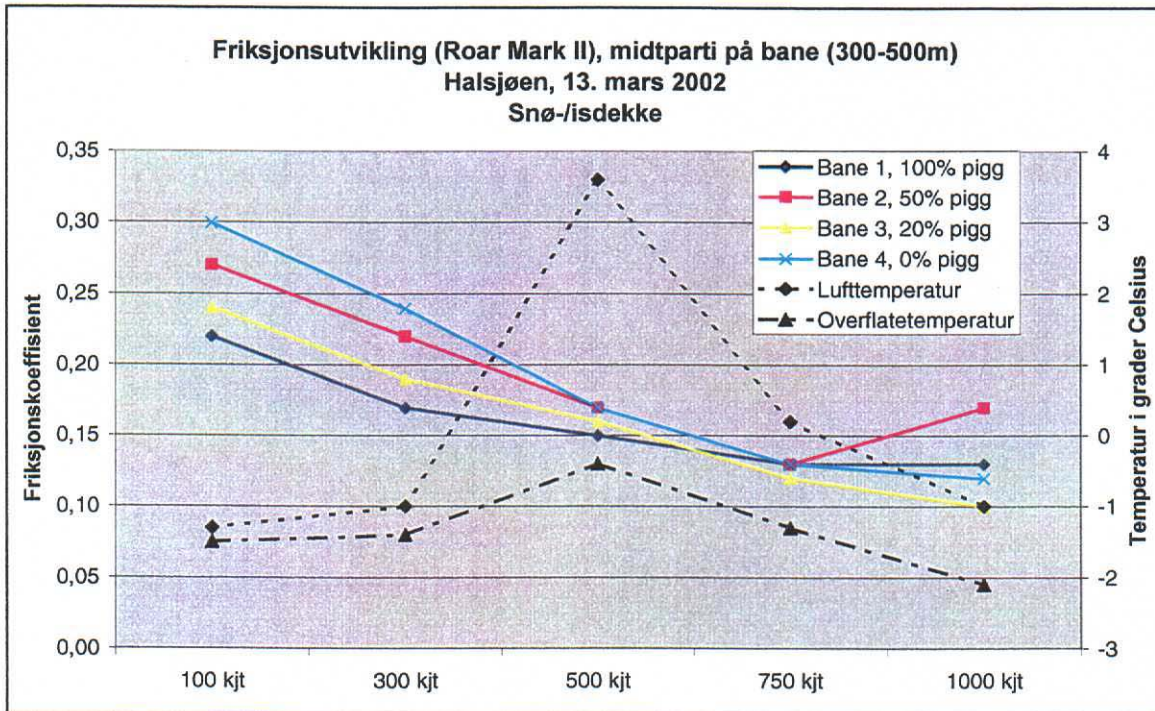
Som det framgår av figur 3.7 skjedde det en stigning i lufttemperaturen fram til og med økt 4. Dette kom som en følge av solinnstråling uten at det ble registrert noen tilsvarende endring i overflatetemperaturen. Ideelt sett kunne en ha ønsket seg stabil temperatur og overskyet være under denne typen forsøk for å kunne isolere de direkte effektene av varierende piggdekkandeler. Resultatene ut over ettermiddagen første forsøksdagen er likevel interessante fordi føreutviklingen

fra og med 350 overfarer viser at normalt forekommende klimatiske forhold kan dominere over effekten av varierende piggedekandeler.

For øvrig er det grunn til å merke seg at kurvene for friksjonsutviklingen for 75 % og 0 % piggedekk krysser hverandre slik at banen med 0 % piggedekk som lå høyest i utgangspunktet ligger lavest ved den siste målingen etter økt 6. Det motsatte er tilfelle for banen med 50 % piggedekk. Dvs at 50 % piggedekandel synes å være tilstrekkelig for å oppnå friksjonsnivå på høyde med "stor" piggedekandel.

Friksjonsutvikling andre dagen (13. mars)

Figur 3.8 viser friksjonsutviklingen andre dagen på de 4 kjørebane med henholdsvis 100, 50, 20 og 0 prosent piggedekk.



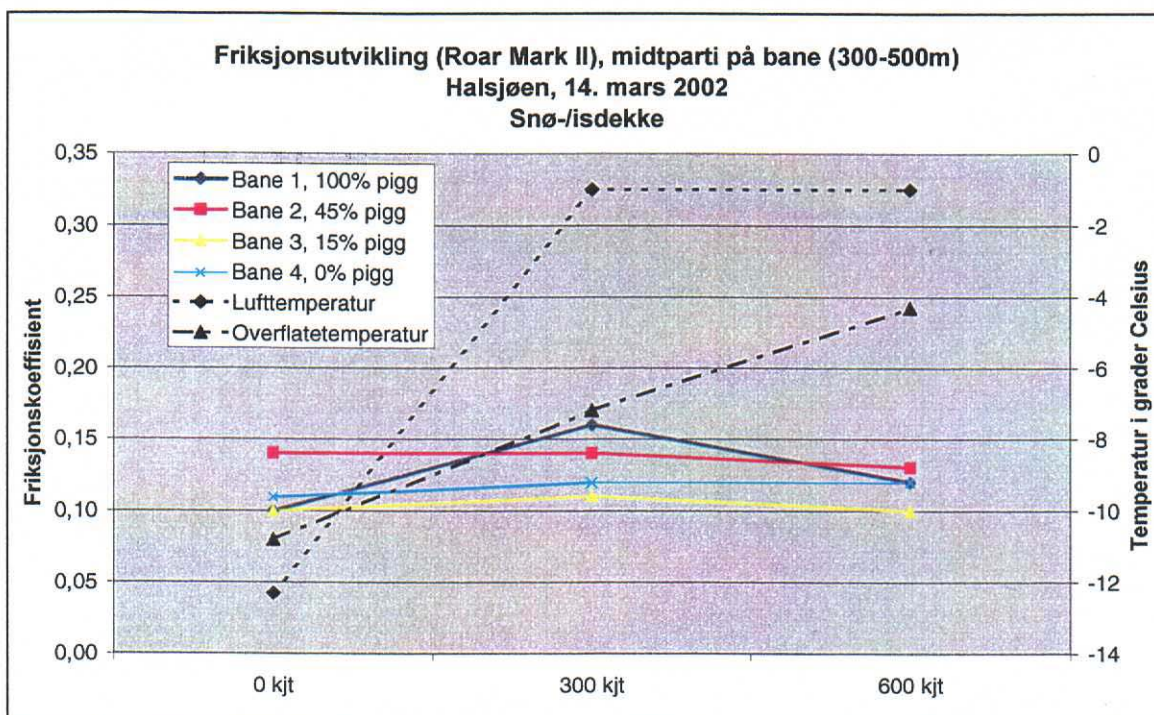
Figur 3.8: Friksjonsutvikling dag 2, 13. mars 2002

Også andre dagen var det en temperaturstigning i lufta, og det var også en svak temperaturøkning i dekkeoverflata. Siden friksjonsverdien etter 100 kjøretøypasseringer er såvidt forskjellig, tyder dette på at utgangsnivået var forskjellig på de ulike banene. Hvis piggedekandelen ikke har noen innvirkning på føreutviklingen, ville det vært naturlig å forvente at rangeringen i friksjonsnivå mellom de ulike banene ikke endres. Som for første dagen, ser en imidlertid av figur 3.8 at friksjonskurven for banen med 0 % piggedekk faller raskere og krysser kurven for banen med 100 % piggedekk.

Ved avslutning av forsøket etter 1000 kjøretøy er friksjonsverdiene høyere både for 50 og 100 % piggedekandel enn for 0 og 20 % piggedekandel. 50 % piggedekandel synes også her å være tilstrekkelig.

Friksjonsutvikling tredje dagen (14. mars)

Figur 3.9 viser friksjonsutviklingen siste dagen på de 4 kjørebane med henholdsvis 100, 45, 15 og 0 prosent piggdekk.



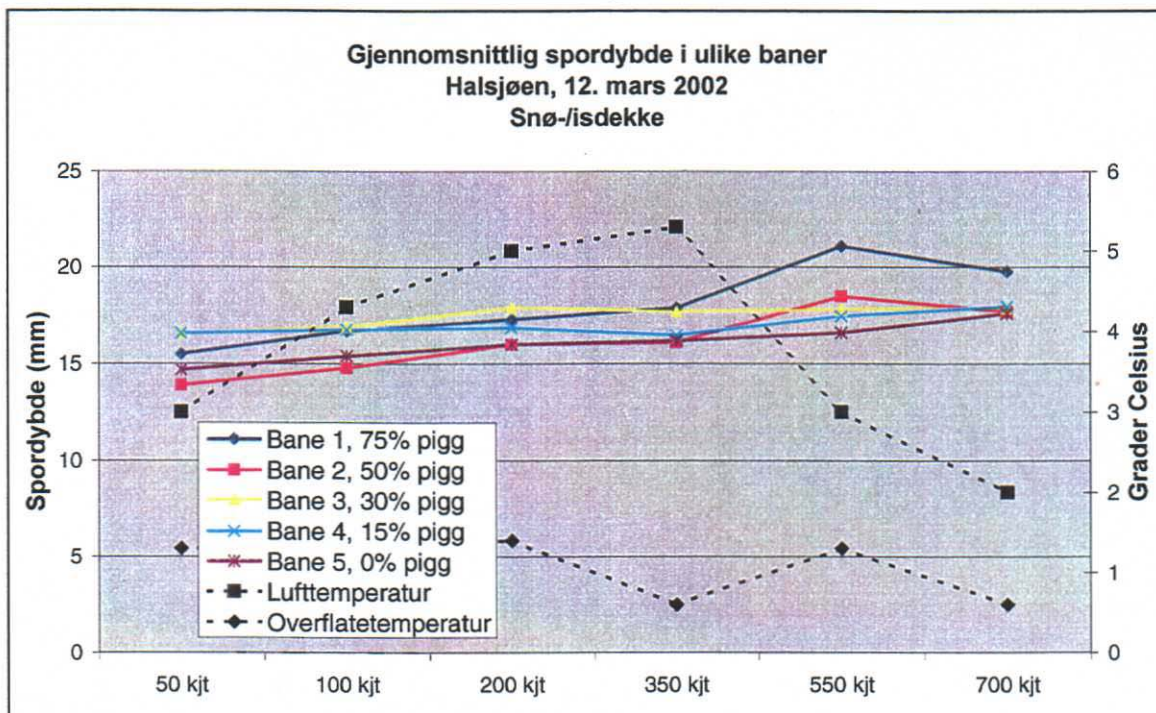
Figur 3.9: Friksjonsutvikling dag 3, 14. mars 2002

Siste dagen var utgangsnivået for friksjon mye lavere enn de 2 foregående dagene, og var på grensen av hva det er praktisk mulig å måle på. Som en ser av figur 3.9 skjedde den en sterk temperaturstigning både i luft og isoverflate i løpet av formiddagen uten at dette ser ut til å ha hatt vesentlig innvirkning på føreutviklingen. I begge øktene var det størst endring i friksjonen på banen med 100 % piggdekk.

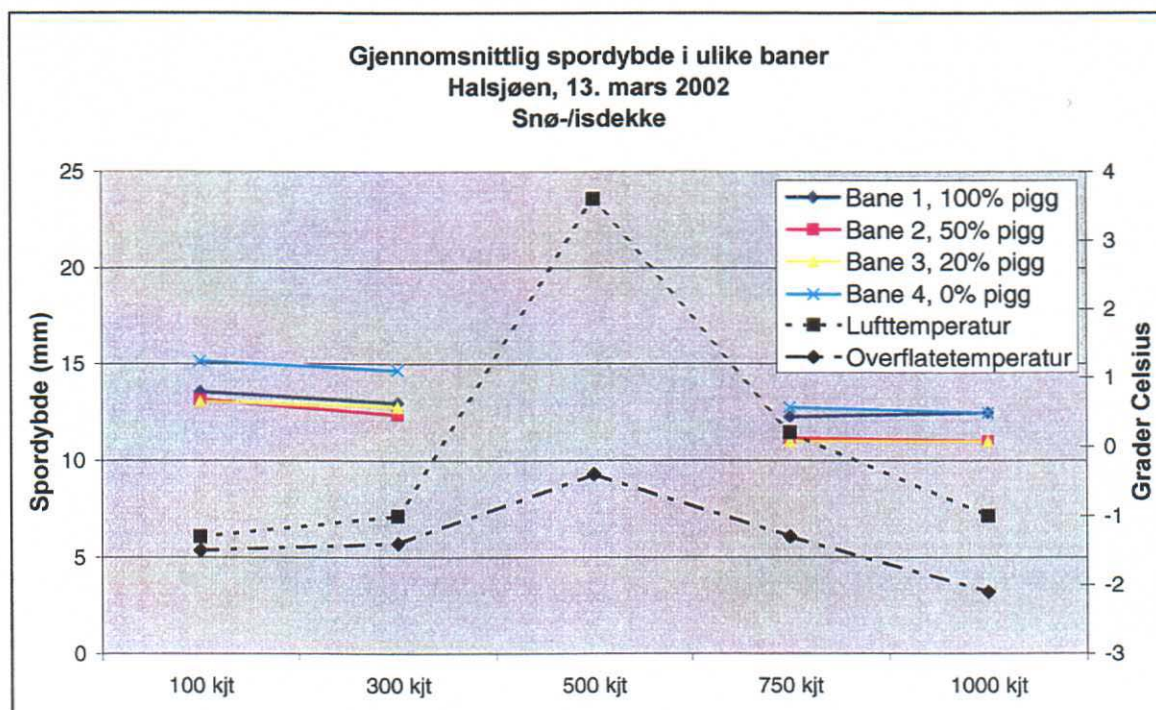
Utviklingen fram til målingen som ble gjort etter 300 kjøretøypasseringer må tilskrives piggdekkenes innvirkning, mens forløpet i neste periode mellom 300 og 600 kjøretøypasseringer trolig igjen er et utslag av klimatiske forhold. Det at det ikke ble registrert endringer på banen med 45 % piggdekk kan være en indikasjon på at det på et så hardt og glatt underlag er nødvendig med større piggdekkandel for å rue opp isen tilstrekkelig til å oppnå målbare virkninger på friksjonen.

Spormålinger

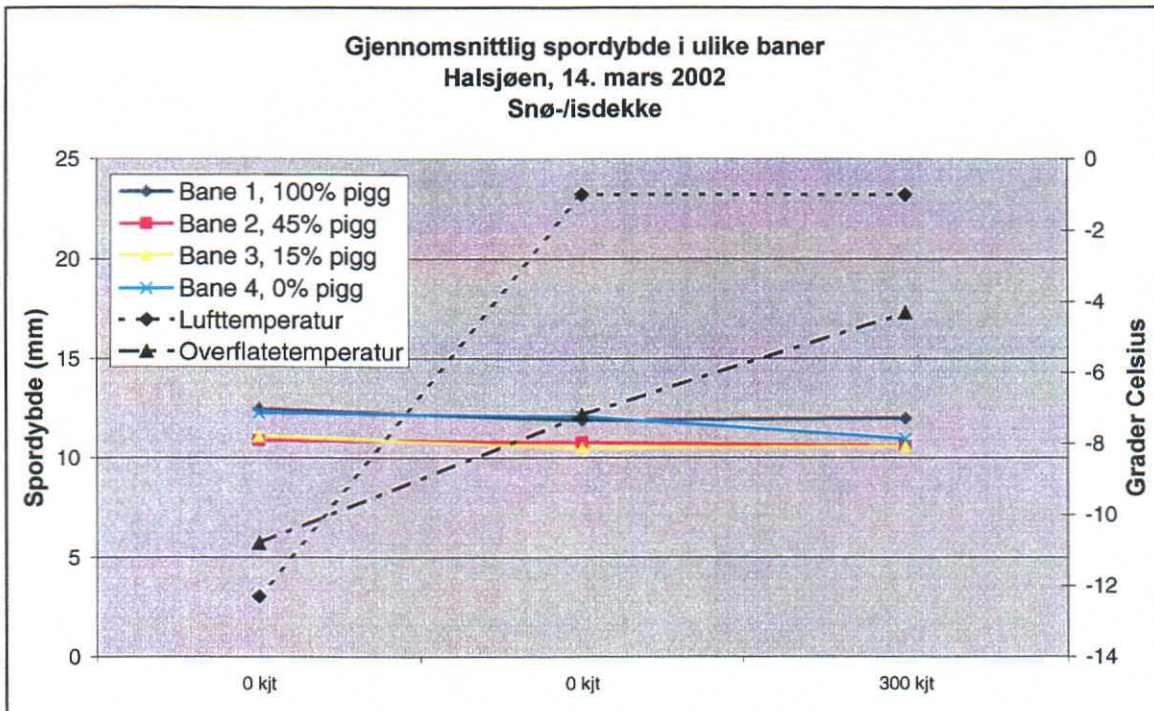
Figurene 3.10 – 3.12 viser utviklingen i gjennomsnittlig spordybde målt med laser. Verdiene som er gjengitt er beregnet gjennomsnitt av alle avlesningene (hver meter) over hele banelengden på ca 800 meter.



Figur 3.10: Utvikling i gjennomsnittlig spordybde dag 1, 12. mars 2002



Figur 3.11: Utvikling i gjennomsnittlig spordybde dag 2, 13. mars 2002



Figur 3.12: Utvikling i gjennomsnittlig spordybde dag 3, 14. mars 2002

Som en kan se av figurene 3.10 – 3.12 er det bare første dagen at det er tydelig effekt å se når det gjelder sporutvikling ved at det er en økning i spordybden med økende trafikkbelastning. Endringene er imidlertid relativt små, og en kan faktisk heller ikke se noen forskjell når en sammenligner banen der det ble kjørt bare med piggfrie dekk og banen med en piggdekkandel på 50 %. Banen med 75 % piggdekk skiller seg imidlertid noe ut fra de øvrige med en litt sterkere sporutvikling enn på de andre banene.

Andre og tredje dagen er det vanskelig å se noen bestemte trekk fra spormålingene. Her kan både temperaturforhold og isstrukturen hatt innvirkning på sporslitassen.

Oppsummering og anbefalinger

Resultatene fra forstudien gir klare indikasjoner på at piggdekkandelen påvirker føreutviklingen både når det gjelder friksjon og sporslitasje. Det kan imidlertid se ut for at det er nødvendig med en høy piggdekkandel (> 50 %) for at friksjonsforholdene skal påvirkes i noen vesentlig grad. Når piggdekkandelen går ned mot 20-30 % kan det se ut for at effekten blir så liten at de gjenværende bilene med piggdekk i svært begrenset grad bidrar til oppruing av snø-/isoverflaten. Det er derfor grunn til å stille spørsmålsteget ved tidligere antagelser om at en piggdekkandel på 20 % er en nedre grense for hvor lav piggdekkandelen bør bli for å opprettholde veggrepet. Forstudien tyder på at denne grensen burde vært satt vesentlig høyere dersom dette hensynet skal tillegges vesentlig vekt. Også når det gjelder sporutvikling tyder resultatene på at det er nødvendig med en høy piggdekkandel for å påvirke sporslitasjen.

Det er viktig å presisere at forstudien bygger på en begrenset undersøkelse når det gjelder føreforhold. Bl a mangler undersøkelser på pakket nysnø. Det er dessuten et spørsmål om hvor representative forholdene på en innsjø er for situasjonene som opptrer på veg. Et annet viktig moment er dessuten at den simulerte trafikken under forsøkene på Halsjøen bare besto av lette biler.

Ut fra resultatene fra forstudien anbefales det gjennomført en større undersøkelse på piggdekkandelens betydning for føreutviklingen. Selv om en kan følge mye av det samme opplegget som ble benyttet i forstudien, bør det vurderes å benytte en asfaltert bane ved videre undersøkelser for å ha større kontroll på føreforholdene. Videre vil en kunne stå friere i forhold til gjennomføringstidspunkt og tillate tungtrafikk på testbanen.

I tillegg til å få verifisert resultatene fra forstudien, vil det være ønskelig å legge opp fortsatte undersøkelser slik at en får tilstrekkelig grunnlag til å utvikle modeller over sammenhenger mellom piggdekkandeler, trafikkbelastning og føreutvikling både i form av friksjon og spordybde.

Vedlegg 1: Eksempel på skjema som ble benyttet av sjåførene som deltok under friksjonstestene på Halsjøen

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Friksjonstester på Halsjøen 11.-14. mars 2002

Kjøretøy med piggfrie dekk

Sjåfør: _____

Bilnr: _____

Dato: _____

6. økt

Tabellen nedenfor viser antall runder du skal kjøre på hver enkelt bane. Du velger selv rekkefølgen mhp banevalg for din kjøring. For å holde kontroll med antall runder per bane markerer du hver runde på skjemaet nedenfor.

Bane	Bane 1	Bane 2	Bane 3	Bane 4	Bane 5
Antall runder du skal kjøre	3	7	10	13	17
Registrerte runder					

Friksjonstester på Halsjøen 11.-14. mars 2002

Kjøretøy med piggdekk

Sjåfør: _____
Bilnr: _____

Dato: _____

6. økt

Tabellen nedenfor viser antall runder du skal kjøre på hver enkelt bane. Du velger selv rekkefølgen mhp banevalg for din kjøring. For å holde kontroll med antall runder per bane markerer du hver runde på skjemaet nedenfor.

Bane	Bane 1	Bane 2	Bane 3	Bane 4	Bane 5
Antall runder du skal kjøre	17	13	8	4	0
Registrerte runder					

Vinterfriksjonsprosjektet - forstudie på konsekvenser av endret piggdekkbruk (poleringsgrad)