



Dekktester for tunge kjøretøy

Har seiping av dekk en effekt?

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 553



Tittel

Dekktester for tunge kjøretøy

Undertittel

Har seiping en effekt?

Forfatter

Inge Bolme (VDI)

Avdeling

Vegavdelingen

Seksjon

Drift, vedlikehold og vegteknologi

Prosjektnummer

601857

Rapportnummer

Nr. 553

Prosjektleder

Bård Nonstad

Godkjent av

Bjørn Ove Lurfald (VDI)

Emneord

Vinterdrift, vinterdekk, seiping

Sammendrag

Dekk er av stor betydning for trafiksikkerhet og framkommelighet spesielt på vinterføre. Feltforsøket ble gjennomført blant annet for å studere effekten av seiping. Seiping benyttes for å bedre dekkens egenskaper på vinterføre, men det har vært delte meninger om effekten innad i transport- og dekkforhandlerbransjen.

Title

Testing of tires for heavy vehicles

Subtitle**Author**

Inge Bolme (VDI)

Department

Roads Department

Section

Operation, Maintenance and Road Technology

Project number

601857

Report number

No. 553

Project manager

Bård Nonstad

Approved by

Bjørn Ove Lurfald (VDI)

Key words

Winter maintenance, winter tires, sipe

Summary

Tires are important both for traffic safety both also passability in winter conditions. In this field test we have been looking at the effect of siping of truck tires.



RAPPORT

Veidekke Industri Kompetansesenteret



Dekktester tunge kjøretøy med særlig fokus på seiping

Feltforsøk Bjorli 24. – 25. januar 2017



Veidekke Industri

Trondheim: 01.07.2019

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| 1. Innledning | 3 |
| 2. Generelt om dekk | 4 |
| 2.1 Merking..... | 4 |
| 2.2 Hardhet..... | 4 |
| 2.3 Seiping..... | 5 |
| 3. Gjennomføring | 6 |
| 3.1 Metodikk..... | 6 |
| 3.2 Teststrekning..... | 6 |
| 3.3 Vær- og klimadata..... | 6 |
| 3.4 Dekk og dekkkombinasjoner..... | 8 |
| 3.5 Kjøretøy..... | 11 |
| 3.6 Prosedyre..... | 13 |
| 3.6.1 Prøvefelt..... | 13 |
| 3.6.2 Klargjøring..... | 13 |
| 3.6.3 Friksjonsmåling..... | 13 |
| 3.6.4 Fremkommelighetstesting..... | 14 |
| 3.6.5 Bremselengdemåling..... | 15 |
| 4. Resultater og vurderinger | 16 |
| 4.1 Friksjon..... | 16 |
| 4.1.1 Dag 1 – 24. jan. (tørr snø og is)..... | 16 |
| 4.1.2 Dag 2 – 25. jan. (våt is)..... | 20 |
| 4.2 Bilder av teststrekningene..... | 21 |
| 4.3 Fremkommelighet og bremselengder..... | 27 |
| 4.3.1 Fremkommelighet..... | 28 |
| 4.3.2 Bremselengde..... | 31 |
| 4.3.3 Seip vs. ikke seip..... | 34 |
| 5. Oppsummering – konklusjon | 39 |
| 6. Videre arbeid | 41 |
| 7. Referanser | 42 |
| Vedlegg 1 – bilder av dekkkombinasjonene | 43 |
| Vedlegg 2 – friksjonslogg | 51 |

1. Innledning

Statens vegvesen (SVV) er aktive på forskning og utvikling (FOU) og har aktivitet knyttet opp mot ulike aspekter innen vinterdrift. I den forbindelse har Veidekke Industri vært engasjert av SVV Vegdirektoratet, for å bistå i forbindelse med gjennomføring og rapportering fra feltforsøk.

På nyåret i 2017 ble det gjennomført en dekktest ved Bjorli i Oppland. Dekk er av stor betydning for trafikksikkerheten og feltforsøket ble gjennomført blant annet for å studere effekten av seiping¹. Seiping benyttes for å bedre dekkens egenskaper på vinterføre, men det har vært delte meninger om effekten innad i transport- og dekkforhandlerbransjen.

Det synes heller ikke foreligge særlig dokumentasjon knyttet til temaet. Hensikten med feltforsøket, som ble gjennomført på Bjorli flyplass den 24.-25. januar, var derfor å dokumentere eventuell effekt av seiping. I tillegg ønsket en å se på om M+S merking kan sies å gi tilfredsstillende dekkutrustning vinterstid, herunder synliggjøre forskjeller mellom dekk som alle er M+S merket (godkjente vinterdekk).

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra feltforsøket. Mange aktører har vært involvert. Bård Nonstad har vært ansvarlig for gjennomføringen fra SVV sin side. Bjarne Roland fra Flom Kjetting har stått for fangst og tolking av fremkommelighetsdata. Dag Abrahamsen i Vianor har vært sentral med tanke på kunnskap om dekk og dekkkombinasjoner. Bjørn Ove Ofstad (SVV) likeså med tanke på fangst og bearbeiding av friksjonsdata.

Fra Veidekke Industri (VDI) har Tore Menne og Inge Bolme stått for feltarbeid og bearbeiding av data. Bård Nonstad (SVV) har bidratt med det samme. Rapport er utarbeidet av Inge Bolme, men Bård Nonstad, Ivar Hol og Per Brandli (SVV), samt Stein Hoseth, Tore Menne og Bjørn Ove Lurfald (VDI), har bidratt med nyttig innspill her, samt i forbindelse med kvalitetssikring av rapporten.

I tillegg til de som er nevnt over ønsker en å takke alle som bidro i forbindelse med gjennomføringen av feltforsøket, herunder spesielt samtlige fra Vianor og Mesta.

¹ Hva seiping er og hva det innebærer er forklart i kapittel 2.

2. Generelt om dekk

Det er store forskjeller i dekkutrustningen mellom vogntog som ruller på norske veier. Ivar Hol i Statens vegvesen har tatt til orde for at det vil være bedre jobbe mot bedret dekkutrustning, at flere tar i bruk de beste dekkene, enn å hente ut «siste lille rest av forbedringspotensial med tanke på salting og sanding». Han mener utlukning av de dårligste dekkalternativene og færre vogntog med typisk «kontinental kombinasjon» på akslingene vil kunne gi et bra bidrag i trafikksikkerhetsarbeidet.

Den tradisjonelle definisjonen av *vinterdekk* følger av ECE regulering 117.02. *Vinterdekk* innebærer “*tyre whose tread pattern, tread compound or structure are primarily designed to achieve in snow conditions a performance better than that of a normal tyre with regard to its ability to initiate, maintain or stop vehicle motion*”. Dekkets slitemønster, gummiblanding eller struktur må med andre ord være utviklet for å gi det bedre egenskaper enn vanlige dekk med tanke på fremkommelighet og oppbremsing (1).

Generelt gjelder for tiden (i Norge) at det for kjøretøy med tillatt totalvekt over 3500 kg (både bil og tilhenger til bil) er påbudt med *vinterdekk* i perioden 15. november til 31. mars. I tillegg kreves det minimum 5 mm mønsterdybde for slike kjøretøy i perioden 1. november til første mandag etter 2. påskedag (16. oktober til og med 30. april i Nordland, Troms og Finnmark).

Vinterdekk kan være med eller uten pigg og skal være merket med M+S («Mud and Snow») og/eller «Alpe-symbolet» (3 Peak Mountain Snowflake). Piggdekk tillates kun i perioden hvor kravet til minimum mønsterdybde (5 mm) gjelder, om ikke føreforholdene tilsier annet (2).

2.1 Merking

ECE regulering 117.02 angir to alternativer knyttet til merking: M+S merking eller «Alpin» symbolet (3 peak mountain with snowflake) (1).

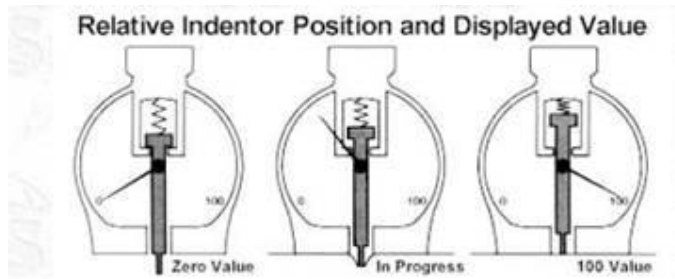
M+S kan påføres dekk hvis mønster, materiale eller struktur er utviklet *primært* med tanke på bedre vinteregenskaper. Det stilles ikke krav til *grad av bedring* av egenskapene. I praksis innebærer dette at dekk kan være M+S merket (godkjent vinterdekk) foruten nødvendigvis å ha særlig gode vinteregenskaper. M+S merking er minimumskravet for at dekk skal være godkjent som *vinterdekk* i Norge.

«Alpine»-symbolet (3PMSF) kan påføres dekk der mønster, materiale eller struktur er utviklet *spesielt* med tanke på bruk under krevende vinterforhold og som i tillegg består en *standardisert test* (snø-akselerasjonstest) der dekkets egenskaper testes og sammenlignes med et referansedekk. For å kunne merkes med det offisielle «snøgrepsmerket» (3PMSF) må dekket prestere minst 25 % bedre enn referansedekket (SRTT – Standard Reference Test Tyre). Snø-akselerasjonstesten gir resultater som er enkle å sammenligne. Testen gir god informasjon om snøgrepssegenskaper, men utelukker egenskapene på isete føre (3).

2.2 Hardhet

En analog (manuell) shoremåler ble benyttet for å måle dekk-/gummihardhet. En nålespiss presses mot gummi og deformasjonen/inntrengningen som oppstår resulterer i en måleverdi mellom 0 og

100. Høyere verdi jo hardere materiale. Figur 1 nedenfor viser en shoremåler samt prinsippskisse med tanke på «konstruktiv utforming» og målemetode.



Figur 1: Eksempel på shoremåler til venstre. Prinsippskisse av virkemåte til høyre.

2.3 Seiping

Tradisjonell seiping innebærer at dekkets rullebane blir skåret på tvers ved hjelp av kniver. Slik seiping utføres av dekkforhandlerne («leverandørseip»). Seipectyden kan variere fra maskin til maskin. Seipectyden likeså, og denne vil i tillegg være justerbar slik at dybden kan tilpasses mønster-/restmønsterdybden. I følge Åge Restad i Vianor er 10-11 mm en vanlig seipectyde. Seipectyden kan justeres mellom 5 til 13 mm for maskinen som ble benyttet til etter-seiping av dekk til testen her.

Alternativt kan seipingen være utført som en del av produksjonsprosessen. «Fabrikkseip» skiller seg gjerne fra «leverandørseip» ved at seipingen følger mønsterets («sikksakk») fasong. Seipectyden varierer, men vil typisk være som over (10-11 mm). Seipectyde 13-14 mm. I begge tilfeller blir mønsteret mer finlamellert, hvilket har vært antatt å bedre dekkets retardasjons- og fremkommelighetsegenskaper på vinterføre. Det vises til figur 2.



Figur 2: «Fabrikkseip» (t.v.) vs. «leverandørseip» (utført av dekkforhandler - «after market seip»).

3. Gjennomføring

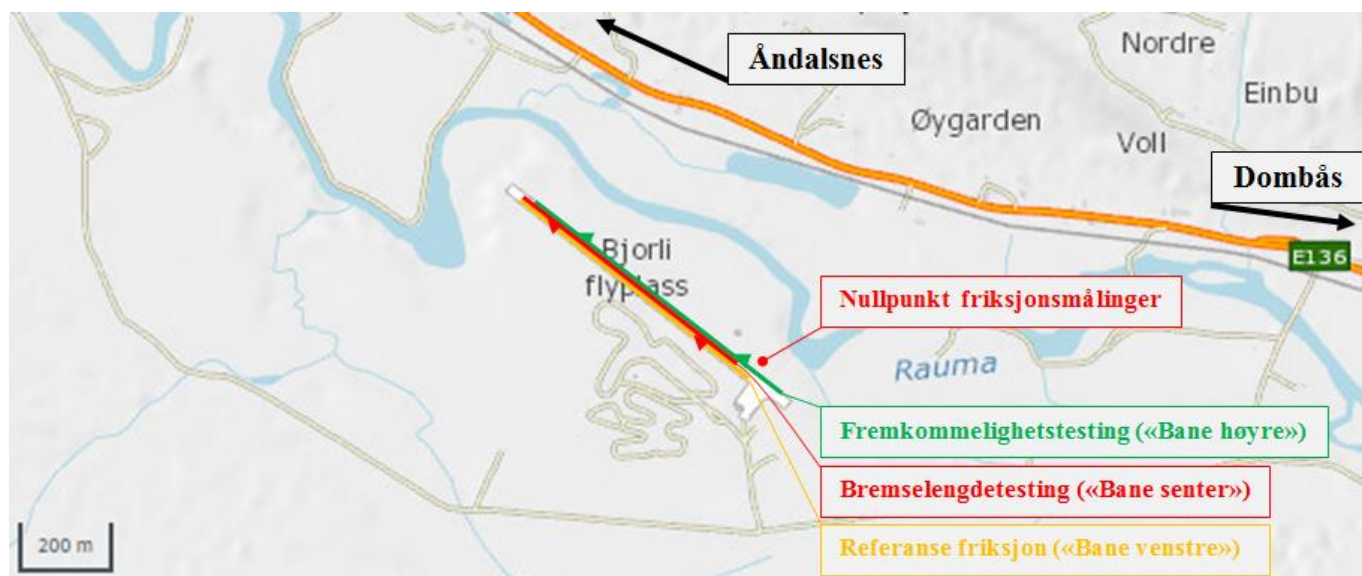
De påfølgende avsnitt gir en kort beskrivelse av feltforsøket.

3.1 Metodikk

Feltforsøk på vei (flystripe) med lastebiler den 24.-25. januar 2017.

3.2 Teststrekning

Testen ble gjennomført på flystripa ved Bjorli flyplass. Bjorli flyplass ligger omkring fem kilometer sørøst av Bjorli sentrum. Føreforholdene på testens første dag var tørr snø og is, med overgang til mildvær og våt is på dag to. Ingen trafikk. Det vises til figur 3.



Figur 3: Lokalisering i forbindelse med feltforsøkene.

3.3 Vær- og klimadata

Nærmeste værstasjon som tilhører Statens vegvesen er «E136 Brustuglia» øverst i Romsdalen. Denne ligger omkring ni kilometer i luftlinje fra flyplassen og noe lavere i terrenget. Meteorologisk institutt (Met) har en værstasjon «Bjorli» som ligger knappe fire kilometer i luftlinje fra flyplassen. Data fra «Bjorli» er benyttet som kilde til klimadata, i tillegg har en også temperaturdata fra selve testområdet fra målinger med probetermometer. Det vises til figur 4 og 5.

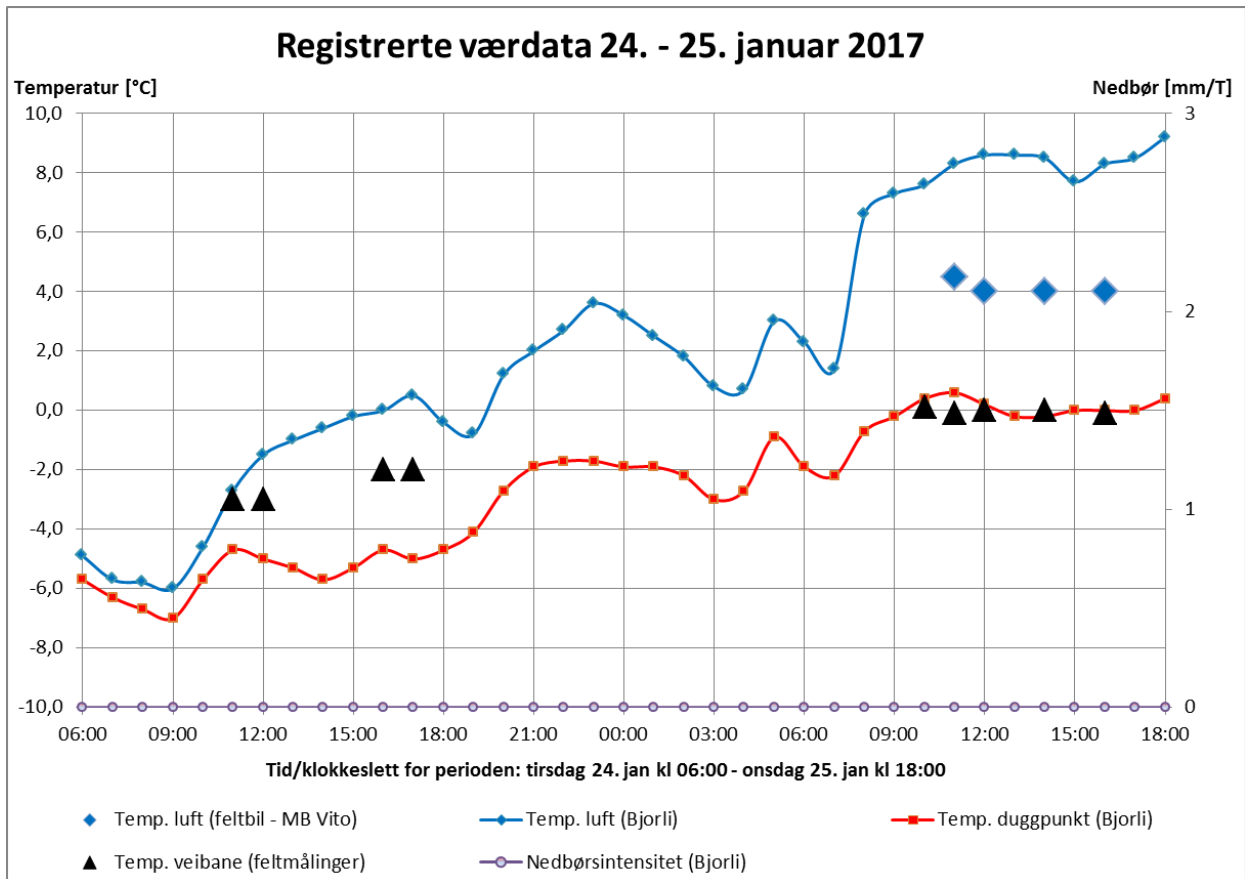
Det ble registrert økende lufttemperatur i forbindelse med testen, jfr. figur 6. Mellom ± 2 og 0 °C (Bjorli stasjon) første dag. Varmegrader påfølgende dag. Omkring 4 °C (flyplassen) ifølge temperaturmåler i bil, mens Meteorologisk institutt sin værstasjon har registrert lufttemperaturer omkring 8 °C. Dekketemperatur («veibane») i størrelsesorden ± 2 - ± 3 °C på dag en. Økende til 0 °C i forbindelse med testingen på dag to. Ingen nedbør i forbindelse med testen.



Figur 4: Lokalisering værstasjon ifht Bjorli flyplass.



Figur 5: Temperaturmåling (veibanetemp) i felt.



Figur 6: Temperatur- og nedbørsregistreringer.

3.4 Dekk og dekkkombinasjoner

Aktuelle dekk og kombinasjoner ble foreslått og skaffet til veie av Vianor. Som nevnt skulle testen primært gi svar knyttet til effekten av seiping. I tillegg var det ønskelig å synliggjøre forskjellene mellom ulike dekk og kombinasjoner som alle er godkjente for vinterbruk, men som vil ha vidt forskjellig «yteevne» på vinterføre. Herunder forskjellene mellom det en kan kalle «nordiske vintermønstre» kontra mer «kontinentale varianter».

Tabell 1 og 2 nedenfor gir en oversikt over dekk og kombinasjoner som ble testet. Av tabellene ser en at varierende mønstertyper, nye og halvslitte dekk, med og uten seip ble testet. I sum ble det et ganske stort antall dekk å håndtere. Noe ujevne og variable forhold på testbanen. For å unngå unødig spekulasjon og/eller mulig misbruk av resultatene har en derfor valgt å anonymisere merkenavn/dekktype. Bilder av de ulike dekk og dekkkombinasjonene er inntatt i vedlegg 1.

«Seip*» benyttes om dekk som er utviklet/levert «seipet» (finlamellert) fra fabrikk (produsentseip), mens «Seip» innebærer at dekket er seipet av leverandør/dekkforhandler («after market siping»).

Tabell 1: Oversikt dekkkombinasjoner² dag 1 – 24. jan. (tørr snø og is)

| Nr. | Dekktype | | Merking | | Beskrivelse/benevnning/kommentar | Seip | | Restmønster | | Shore | |
|-----|----------|------|--------------|--------------|--|------|-------|-------------|------|-----------|-----------|
| | Styr | Driv | Styr | Driv | | Styr | Driv | Styr | Driv | Styr | Driv |
| 1 | A | A | M+S | M+S 3PMSF | <i>Originaldekk testbil (antatte «toppdekk»)</i> Rullemønster styr (grovlamellert) Nordisk vintermønster driv | - | Seip* | 15 | 16 | 61 | 66 |
| 3 | B | C | M+S 3PMSF | M+S 3PMSF | <i>Mye brukt (norsk) kombinasjon</i> Knast-/rullemønster styr Nordisk vintermønster driv | - | Seip* | 17 | 19 | 65 | 64 |
| 4 | B | B | M+S 3PMSF | M+S 3PMSF | <i>Mye brukt (norsk) kombinasjon</i> Knast-/rullemønster styr Knastmønster (grovlamellert) driv | Seip | Seip | 17 | 22 | 65 | 65 |
| 5 | C | D | M+S 3PMSF | M+S | <i>Utlending til Norge n/nye dekk</i> Rullemønster styr Kontinentalt mønster driv (grov knastet) | - | - | 16 | 19 | 69 | 72 |
| 6 | C | E | M+S 3PMSF | M+S | <i>Kan være norsk kombinasjon</i> Rullemønster styr (seipet) Lavprisdekk driv (kontinentalt mønster) | Seip | Seip | 16 | 18 | 69 | 67 |
| 7 | B | B | M+S 3PMSF | M+S 3PMSF | <i>Kombin. som gir differansen seip-ikke seip</i> Knast-/rullemønster styr (m/seip) Knastmønster (grovlamellert) driv (m/seip) | Seip | Seip | 9 | 13 | 67 | 70 |
| 8 | B | B | M+S 3PMSF | M+S 3PMSF | <i>Kombin. som gir differansen seip-ikke seip</i> Knast-/rullemønster styr (u/seip) Knastmønster (grovlamellert) driv (u/seip) | - | - | 11 | 10 | 69 | 69 |
| 9 | B | C | M+S 3PMSF | M+S 3PMSF | <i>Mye brukt (norsk) kombinasjon</i> Knast-/rullemønster styr Nordisk vintermønster driv | - | Seip* | 11 | 13 | 69 | 65 |
| 10 | D | A* | M+S | M+S 3PMSF | <i>Utenlandsk bil i Norge</i> Rullemønster styr Knast-/rullemønster (grovlamellert) driv | - | - | 12 | 12 | 65 | 68 |

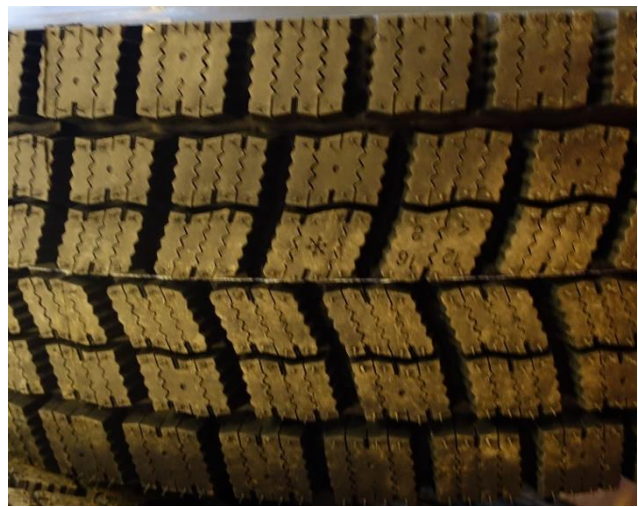
² Drivhjulene i kombinasjon nr. 9 var fabrikkseipede dekk. Siden dekkene var omkring halvslitte medfører dette at seipedybden var betydelig redusert (2-3 mm restseip). Dekkene i kombinasjon nr. 7 var omkring halvslitte og ble seipet til testen (seipedybder: 5-6 mm (styr) og 7-8 mm (driv)). Noe redusert seipedybde også for drivhjulene i kombinasjon nr. 1 siden disse hadde vært i bruk en tid (dekk tilhørende testbil). Omkring 13 mm seipedybde for øvrige seipede dekk.

I tabell 1 og 2 vil lik bokstav under «Dekktype» innebære dekk av samme merke. Innenfor den enkelte kolonne («Styr» eller «Driv») vil lik bokstav innebære dekk av samme merke og modell, mens det kan være forskjeller med tanke på slitasjegrad og seip eller ikke seip. For ett merke ble to ulike drivhjulmodeller testet, derav A og A*. Med andre ord dekk fra samme produsent, men ulike typer/modeller.

Kolonnen «Beskrivelse/benevning/kommentar» er ment å skulle gi leseren en viss forståelse med tanke på forskjeller og hvorfor de ulike kombinasjonene er tatt med. Kategoriseringen basert på mønstertyper og lamelleringsgrad bidrar forhåpentligvis til det samme. Det vises til figur 7-10 med tilhørende kommentarer.



Figur 7: Rullemønster styr (forhjul)



Figur 8: Nordisk vintermønster driv (finlamellert)



Figur 9: Knast-/rullemønster styr (forhjul)



Figur 10: Kontinentalt mønster driv (grov knastet)

Figur 7-10 over illustrerer forskjellene mellom ulike testede dekkvarianter. Figur 7 og 9 viser to varianter med tanke på styrhjul. Dekket benevnt som «Rullemønster styr (grovlamellert)», jfr. kombinasjon nr. 1 i tabell 1 over, vil se ut/ligne på det i figur 7, men mønsteret vil være «skåret» slik at rillene blir til knaster ala de i senter av banen til dekket i figur 9. En seipet variant vil være «skåret» tettere slik at dekket blir enda mer finlamellert.

Figur 8 og 10 viser det en kanskje kan kalle «ytterpunkter» med tanke på drivhjul. Mønster ala det en ser på figur 8 vil svare til det en her har valgt å benevne som «Nordisk vintermønster». Figur 10 eksemplifiserer et «Kontinentalt mønster driv (grov knastet)», jfr. kombinasjon nr. 5 og 6 i tabell 1. Dekk benevnt som «Knastmønster (grovlamellert) driv» vil ha et mønster som utgjør en mellomting mellom dekkene i figur 8 og 10. En seipet variant (forhandlerseipet) av dekket på figur 10 vil mønster-/lamelleringsmessig bli seende ut som dekket i figur 8.

Fra testoppsettet (kombinasjonene) i tabell 1 kan en merke seg dekk av samme type, men ulik slitasjegrad og seip vs. ikke seip, ble testet i forbindelse med kombinasjonene 4, 7 og 8. Det samme gjelder for kombinasjonene 3 og 9 (nye vs. halvslitte dekk). Kombinasjon nr. 5 og 10 vil være aktuell/typisk dekkutrustning for utenlandske vogntog til/i Norge.

I tilknytning til kombinasjonene i tabell 1 bør det bemerkes at drivhjulsdekkene i kombinasjon nr. 7 ble seipet til testen. Disse dekkene hadde derfor større seipingsdybde (7-8 mm) enn drivhjulsdekkene i kombinasjon nr. 9 som var «fabrikkseipede». Restmønsterdybde i størrelsesorden 13 mm for begge kombinasjonene, men betydelig mindre «restseip» (2-3 mm) for dekkene i kombinasjon nr. 9.

Kombinasjon nr. 2, iht. opprinnelig testplan/testmatrise, ble sløffet da en antok at det ville bli travelt nok å få fullført testingen av de øvrige kombinasjonene i løpet av dagen. Det er derfor ingen kombinasjon nr. 2 i tabell 1.

Tabell 2: Oversikt dekkkombinasjoner³ dag 2 – 25. jan. (våt is)

| Nr. | Dekktype | | Merking | | Beskrivelse/benevning/kommentar | Seip | | Restmønster | | Shore | |
|-----|----------|------|---------|--------------|---|------|-------|-------------|------|-------|------|
| | Styr | Driv | Styr | Driv | | Styr | Driv | Styr | Driv | Styr | Driv |
| 1 | D | C | M+S | M+S 3PMSF | Rullemønster styr Nordisk vintermønster driv | - | Seip* | 12 | 19 | 65 | 64 |
| 2 | D | B | M+S | M+S 3PMSF | <i>Kombin. som gir differansen seip-ikke seip</i> Rullemønster styr Knastmønster (grovlamellert u/seip) driv | - | - | 12 | ?? | 65 | ?? |
| 3 | D | B | M+S | M+S 3PMSF | <i>Kombin. som gir differansen seip-ikke seip</i> Rullemønster styr Knastmønster (grovlamellert m/seip) driv | - | Seip | 12 | 22 | 65 | 65 |
| 4 | D | D | M+S | M+S | <i>Utlending til Norge m/halvslitte styr, nye driv</i> Rullemønster styr Kontinentalt mønster driv (grov knastet) | - | - | 12 | 19 | 65 | 72 |
| 5 | D | E | M+S | M+S | Rullemønster styr Lavprisdekk driv (kontinentalt mønster) | - | Seip | 12 | 18 | 65 | 67 |
| 6 | D | A | M+S | M+S 3PMSF | Rullemønster styr Nordisk vintermønster driv | - | Seip* | 12 | 16 | 65 | 66 |
| 7 | A | A | M+S | M+S 3PMSF | <i>Originaldekk testbil (antatte «toppdekk»)</i> Rullemønster styr (grovlamellert) Nordisk vintermønster driv | - | Seip* | 15 | 16 | 61 | 66 |

³ Mangler mønsterdybde og hardhet for drivhjul i kombinasjon nr. 2 denne dagen. Dette var ubetydelig brukte eller ubrukte (=>full mønsterdybde) dekk og en kan nok derfor anta at hardhet og mønsterdybde vil være omtrent som for drivhjulsdekket for kombinasjon nr. 4 fra dag 1 (samme dekk med seip). Mønsterdybde og hardhet for disse var henholdsvis 22 mm og 65.

Dag 2 ble de benyttet kun en bil og det ble ikke byttet forhjul (styrhjul) før siste test. Kombinasjon nr. 7 på dag to svarer til kombinasjon nr. 1 på dag 1. Dette var hjulene tilhørende testbilen og hadde følgelig vært i bruk en tid. Restmønsterdybden for disse er derfor en mellomting mellom den for nye/ubrukte og de halvslitte dekkene.

Fra testoppsettet for dag 2 (tabell 2) ser en at kombinasjon nr. 2 og 3 innebærer samme dekk-konfigurasjon med og uten seip (drivhjulene). Bruk av samme styrhjul synliggjør betydning av gode dekk på drivhjul (bremselengdemessig), mens kombinasjon nr. 6 og 7 innebærer det samme for styrhjul (endring i bremselengde med bedre framhjul).

3.5 Kjøretøy

To stk. Scania R 580 CB, utstyrt med tandemaggregat, ble benyttet i forbindelse med testene. Begge 2016 modeller og ansett for å være tilnærmet identiske. Tanken var opprinnelig å benytte biler utstyrt med løfteboggi, men på grunn av misforståelser som ikke ble avslørt før inn mot selv testen, endte en opp med tandemdrevne biler. Det vises til figur 11.



Figur 11: Bilene som ble benyttet i forbindelse med testen. Bil nr. 1 til venstre, bil nr. 2 til høyre.

Testbilene var luftavfjærede og utstyrt med vektavlastning av 3. aksel. Samtlige forsøk ble gjennomført med full avlastning. I tillegg ble 3. aksel påmontert 315/70R22.5 hjul (singel montert), mens testdekkene i hovedsak var av dimensjonen 315/80R22.5. Høydeforskjellen mellom disse vil være i størrelsesorden 6-7 cm. Se figur 12 med tanke på utrustning av 3. aksel.

Tabell 3 viser registreringer/resultater med tanke på vekt for de to testbilene. Vekten bør være omtrentlig lik når to ulike kjøretøy benyttes for at resultatene skal bli sammenlignbare.



Figur 12: Utrustning av 3. aksel.

Tabell 3: Oversikt vekt/veieresultat – testbilene

| Bil nr. | Sted/vekt | Dato | Innveid pr aksel/akselkombinasjon | | | Σ tot [kg] | Σ boggi [kg] | Display i bil | | Σ display [t] | Kommentar |
|---------|-------------------------|---------|-----------------------------------|----------|----------|-------------------|---------------------|---------------|----------|----------------------|---------------------------------|
| | | | 1. aksel | 2. aksel | 3. aksel | | | 2. aksel | 3. aksel | | |
| 1 | Horgheim trafikkstasjon | 23. jan | 6900 | 10690 | | 17590 | 10690 | 5,6 | 5,6 | 11,2 | uten avlasting m/full avlasting |
| | | | - | 10260 | 2200 | - | 12460 | 10,1 | 2,1 | 12,2 | |
| 2 | Otta trafikkstasjon | 23. jan | 6660 | 11180 | | 17840 | 11180 | 5,6 | 5,6 | 11,2 | uten avlasting m/full avlasting |
| | | 25. jan | 6660 | 11200 | | 17860 | 11200 | - | - | - | |
| | | | 5440 | 12400 | | 17840 | 12400 | - | - | - | |

Basert på veieresultatene i tabell 3 antas følgende:

- Totalvekt i størrelsesorden 17,60 – 17,85 tonn.
- Vekt på foraksel (styr) i forbindelse med testingen (full avlasting) omkring 5,4 – 5,6 tonn.
- Vekt på drivaksel i forbindelse med testingen (full avlasting) omkring 10,1 – 10,3 tonn⁴.
- Akseltrykk 3. aksel i størrelsesorden 2,0 – 2,2 tonn (ved full avlasting).

Med andre ord små forskjeller med tanke på totalvekt og aksellaster. Drivaksel kan beskrives som fullt utlastet. Last på første aksel omkring som for ulastet kjøretøy. Fremkommelighetsmessig innebærer dette at resultatene vil være realistiske for et fullt utlastet kjøretøy med drift på en aksel. Bremselengdemessig vil effekten av gode styrhjul trolig kunne være større enn det resultatene fra testen viser. Forskjellene i så måte ville trolig også vært større ved større totalvekt (utlastet treakslet kjøretøy eller vogntog).



Figur 13: Hjullaster tilkoblet bil i forbindelse med fremkommelighetstestingen. Kraftcelle med loggerenhet til høyre.

En hjullaster av typen Volvo L90F påmontert fres og kjettinger (1. aksel) ble benyttet til å bremse testbilene i forbindelse med fremkommelighetstesting. Hjullasteren ble koblet til testbilene via fiberstropper og kraftcelle med loggerenhet. Figur 13 over viser hjullaster tilkoblet testbil og måleinstrumentet (kraftcelle med minicomputer) for registrering av trekkraft.

⁴ Noe lavere (9,5-9,9 tonn) ifbm fremkommelighetstesting som følge av vektoverføring (vertikal kraftkomponent) fra bil til hjullaster mm (vinkel mellom stropp og horisontalplanet), jfr. figur 13 og avsnitt 3.6.4.

3.6 Prosedyre

3.6.1 Prøvefelt

Testingen ble gjennomført som illustrert i figur 3 foran. Dersom en ser for seg at flystripa deles inn i tre «baner» ble fremkommelighetstestingen gjennomført på det en kan kalle «Bane høyre» (høyre side av flystripa sett fra øst mot vest). Retardasjonsegenskapene (bremselengder) ble testet langs midten av flystripa («Bane senter»). «Bane venstre» ble benyttet som trafikkeringsareal i tillegg til friksjonsreferanse.

Fremkommelighetstestingen ble startet omkring meterverdi 100 (relatert til nullpunkt friksjon). For å ivareta sikkerheten ble bremselengdetestingen startet omkring meterverdi 350. Det er med andre ord ingen sammenheng knyttet til meterverdi for felt med samme dekkkombinasjon. Dette vil kunne være deler av forklaringen på friksjonsmessig forskjeller, fremkommelighet vs. bremselengde for en og samme kombinasjon, da friksjonen varierte noe langssetter stripa (friksjonsdropp midt på stripa).

Innmåling (meterverdier) av fremkommelighetsfeltene ble uteglemt. Meterverdier herfra er hentet fra bilder tatt i forbindelse med friksjonsmålingene. For de tre siste feltene første dag finnes ikke bilder å hente data fra. Friksjonsdata for disse feltene (felt 8-10) er derfor hentet ut basert på skjønn og vurderinger knyttet til strekningsbehov for feltene for øvrig. Det er derfor noe usikkerhet knyttet til angitte friksjons- og meterverdier for disse feltene.

3.6.2 Klargjøring

Mønsterdybde og hardhet ble målt forut for montering på bil. Dekktrykk ble likedan kontrollert og justert, jfr. figur 14 og 15. Hardhet ble for øvrig målt flere ganger i forbindelse med testen.



Figur 14: Måling av hardhet med analog shoremåler.



Figur 15: Kontroll og justering av dekktrykk.

3.6.3 Friksjonsmåling

Friksjon ble målt med friksjonsmåler Roar Mark 5 tilknyttet SVV Region Midt. Friksjonsmålingene gjennomføres ved at ett standardisert målehjul bremses slik at hjulets hastighet er 20 % lavere enn det ville vært for et fritt rullende hjul (20 % kontinuerlig slipp). Friksjonskoeffisienten beregnes ut

fra kreftene som til enhver tid virker på målehjulet under denne bremsingen. I tillegg registreres luft- og vegbanetemperatur samt at vegbilder tas med valgt frekvens.



Figur 16: Friksjonsmåling på Bjorli Flyplass med RoAR Mark 5. Måleren på bildet tilhører Region vest og er tatt ved en annen anledning (Foto: Bård Nonstad).

3.6.4 Fremkommelighetstesting

I henhold til Norsk Standard NS 5960:2010 (Hjulkjetting av stål for kjøretøy i klasse N2, N3, M2, M3, O3, O4) skal stroppen mellom kjøretøyet som drar og det som blir dratt være så horisontal som mulig. Største trekraft måles og dokumenteres gjennom en forsiktig nedbremsing fra 10-0 km/t.

Fem måleserier per dekkkombinasjon resulterer i fem maksverdier (trekkraft). Høyeste og laveste maksverdi strykes og middelveien for de resterende tre seriene (maksverdiene) beregnes, forutsatt at avviket mellom de gjenstående seriene (maksverdiene) ikke overstiger 30 %. Middelveien blir til «mål på trekkraft» for den aktuelle dekktypen.

Hjullasteren måtte påmonteres fres for å ha tilstrekkelig tyngde til å bremse testkjøretøyene. Med fres montert lot det seg ikke gjøre å unngå vinkel mellom stroppen og horisontalplanet. Beregninger basert på registreringer fra feltforsøket viser at vinkelavviket var i størrelsesorden 3-4 grader.

Ved 5-7 tonns trekraft, som i forbindelse med testen her, vil den vertikale kraftkomponenten som oppstår være i størrelsesorden 300-500 kg (eks. $5000 \text{ kg} \cdot \sin 3^\circ$). Vektreduksjonen av bilens 2. og 3. aksel vil bli noe større enn dette som følge av vektoverføring til bilens 1. aksel (tyngdepunktet flyttes noe fremover som følge av hjullasterens «forsøk» på å løfte bilen bak).

Vanskelig å ha en sikker formening om reell avlastning av 2. aksel blant annet fordi det ble kjørt med full avlastning av 3. aksel («boggiløftvariant» for tandemdrevne biler), men 450-600 kg

avlastning i forhold til antatt aksellast i tilknytning til tabell 3 kan benyttes som et estimat. Antatt aksellast på drivaksel i forbindelse med fremkommelighetstesting vil i så tilfelle ha vært i størrelsesorden 9,5 – 9,9 tonn ($10100 - 600 = 9500$ kg, $10300 - 450 = 9850$ kg).

Vinkleavviket mellom stropp og horisontalplanet resulterer i dette tilfellet i at trekraften reduseres noe. Reduksjonen øker likedan med økende trekraft (god fremkommelighet).

Grunnet behov i vinterdriften ble det benyttet en annen fres på dag 2. Vinkelavviket var av samme størrelsesorden også med denne fresen.

3.6.5 Bremselengdemåling

Bremselengdetestene ble gjennomført slik det fremgår av figur 17. Sjøføren(e) søkte å aktivere full brems idet 1. akselen passerte kjeglene. Utgangshastighet 60 km/t og fem repetisjoner (forsøk) per kombinasjon. Bremselengden ble målt manuelt ved hjelp av «målehjul». Startpunkt bremsing (kjeglene) ble endret for hver kombinasjon.

Det er rimelig å si at det hefter noe usikkerhet knyttet til bremselengdemålingene som følge av forskjellig «innslagspunkt» (start oppbremsing), polering og sporvalg med mer. På dag 2 varierte i tillegg forholdene en del (friksjonsmessig) noe som også må kunne sies å bidra til usikkerhet.



Figur 17: Måling av bremselengde.

4. Resultater og vurderinger

4.1 Friksjon

En del usikkerhet knyttet til friksjon for de ulike forsøksfeltene. Særlig andre dag var forholdene variable som følge av overgang til mildvær og tining. Forholdene endret seg i perioder forholdsvis raskt og det kan derfor tenkes at enkelte friksjonsmålinger ikke reflekterer forholdene fullt og helt.

Vurderinger ligger til grunn for den friksjonsverdi som har blitt tilknyttet hvert enkelt felt. Første dag ble friksjonsutviklingen fulgt opp gjennom målinger på referansestrekingen. Andre dag ble friksjonsutviklingen, som følge av mer variable forhold, fulgt opp gjennom målinger per serie (før og etter) med bremselengdetesting. Varierende forhold og usikkerhet som følge av «dropp» i friksjonen etter 3-4 måleserier vanskeliggjør vurderingene knyttet til friksjonsverdi per forsøksfelt. Var eksempelvis friksjonsforløpet for testbanene, hvor en ikke har måledata gjennom dagen, noenlunde likt forløpet på de aktuelle referansestrekingene?

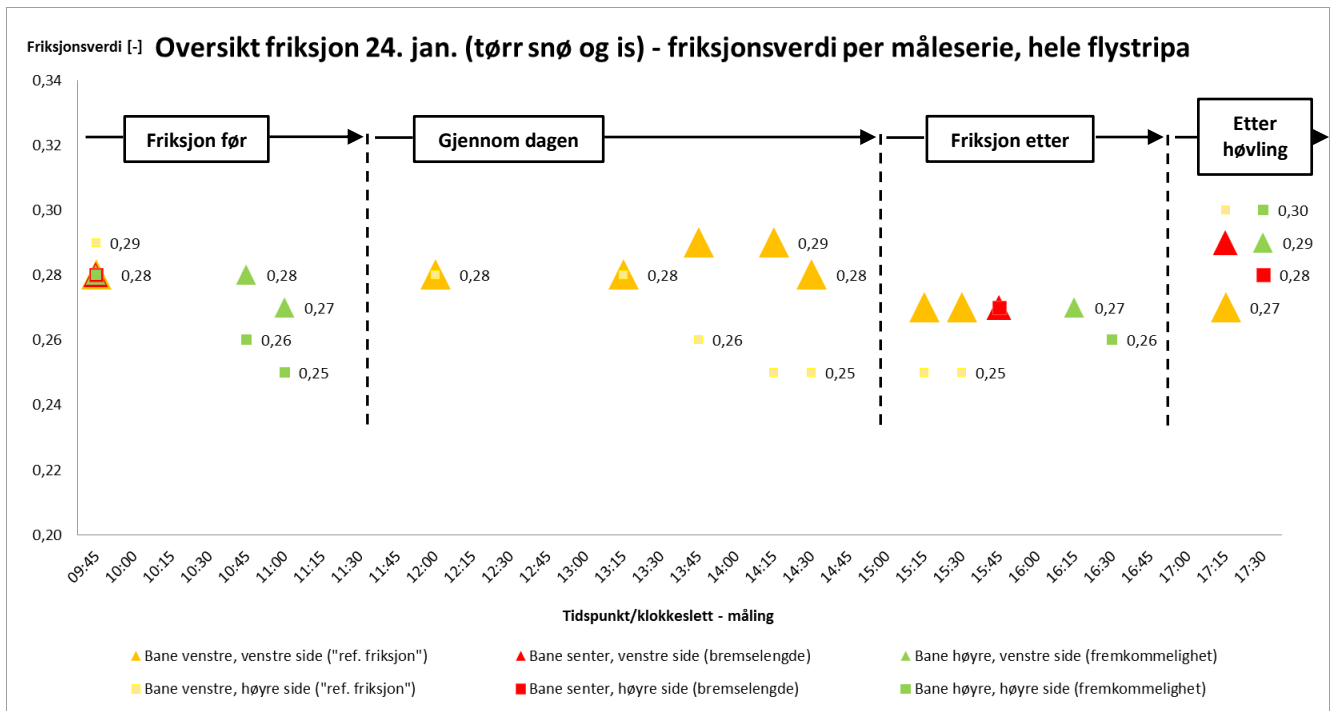
Basert på kjennskap til data og det som er skrevet over fremstår det derfor ikke naturlig å gå mer i dybden med tanke på friksjon. Vurderingene i tilknytning til de angitte friksjonsverdiene, samt friksjonsverdiene i seg selv, er beheftet med en del usikkerhet. Ytterligere analyse vil ikke redusere usikkerheten i nevneverdig grad. I det påfølgende presenteres derfor friksjonsdata uten at en går i dybden med tanke på årsaker/kilder til usikkerhet.

4.1.1 Dag 1 – 24. jan. (tørr snø og is)

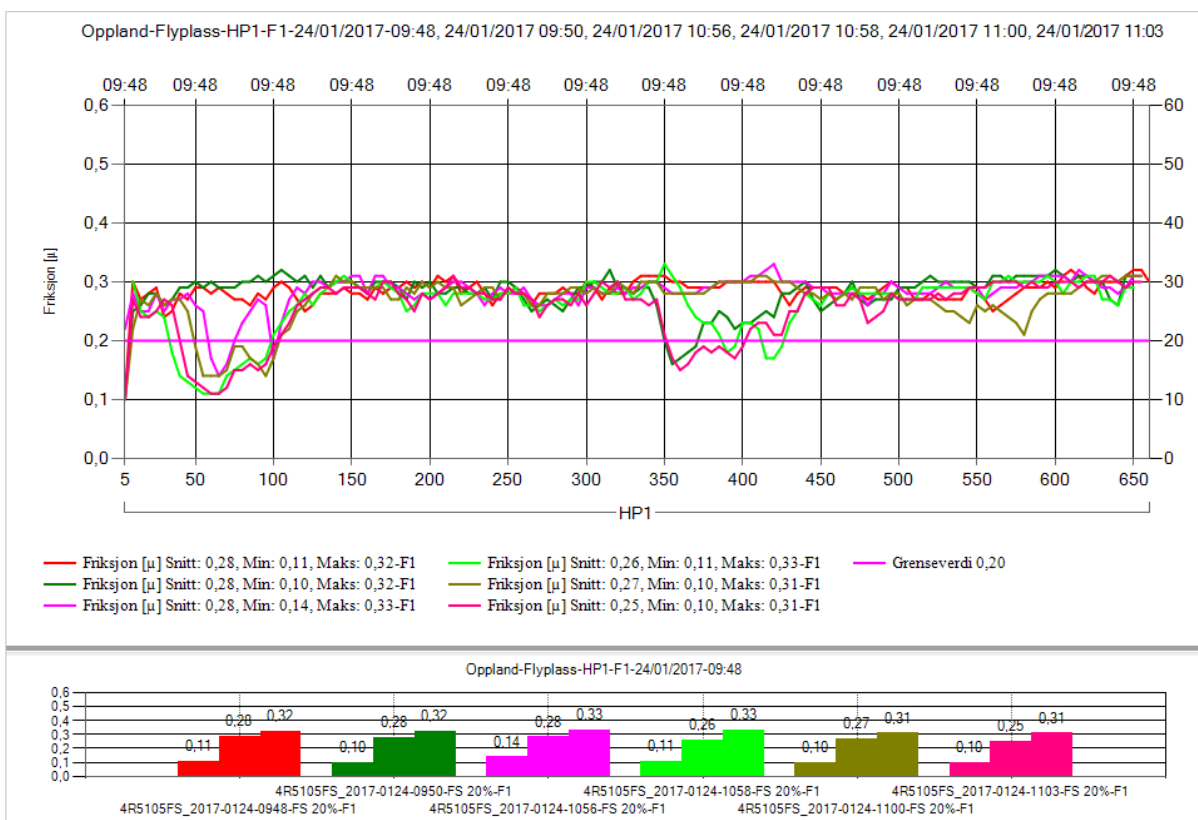
Figur 18 viser friksjonsforløp for samtlige spor (sider) og baner gjennom dagen. Stabil friksjon omkring 0,28 i forbindelse med første måleserie for hvert spor (side) og bane klokken 0945. For høyre bane ble det kjørt ytterligere to måleserier forut for oppstart av fremkommelighetstesting (kl. 1045-1100). Her ser en at friksjonen på banens høyre side (snittverdi for sporet i hele flystripens lengde) avtar til omkring 0,25. Av friksjonsfilen, jfr. figur 19, ser en at dette kan relateres til en «friksjonsdropp» i starten av banen samt ved meterverdi 350-450.

Det samme skjer utover dagen for høyre side av venstre bane (referanse friksjon). Også her faller friksjonen fra omkring 0,28 til 0,25 som følge av en «dropp» mellom meterverdi 350-450. Her kan det muligens også se ut for at friksjonen blir noe mer variabel utover dagen. Intet slikt dropp for venstre side av samme banen, i tillegg ser friksjonen ut til å være mindre varierende her. Det vises til figur 20 og 21.

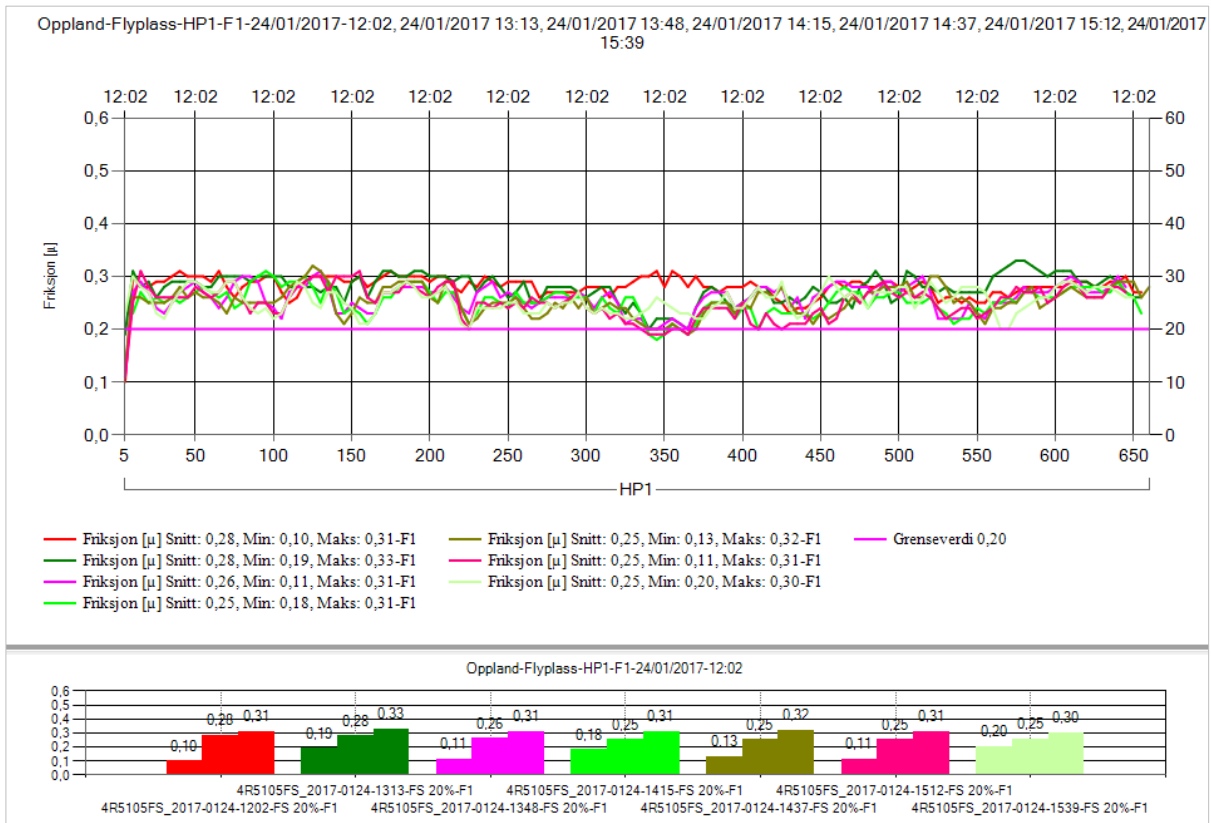
Ingen sikker formening med tanke på årsak til friksjonsdroppene. Løs snø og is er kjent for å være utfordrende i forbindelse med friksjonsmåling med målere slik som her. Måleresultatene vil da være usikre (4). Figur 26-34 viser føreforholdene ved de ulike forsøksfeltene denne dagen. Av bildene ser en at det var noe løs snø oppå isen, kanskje særlig for felt 2 (bremselengdetesting) omkring meterverdi 350-400 (figur 27). Alternativt kan friksjonsdroppen skyldes et parti med porøs såle der målehjulet har gått gjennom og knust isen slik at har fått noe løs snø/is i tillegg til ujevnt («vaskebrett») underlag, jfr. figur 22.



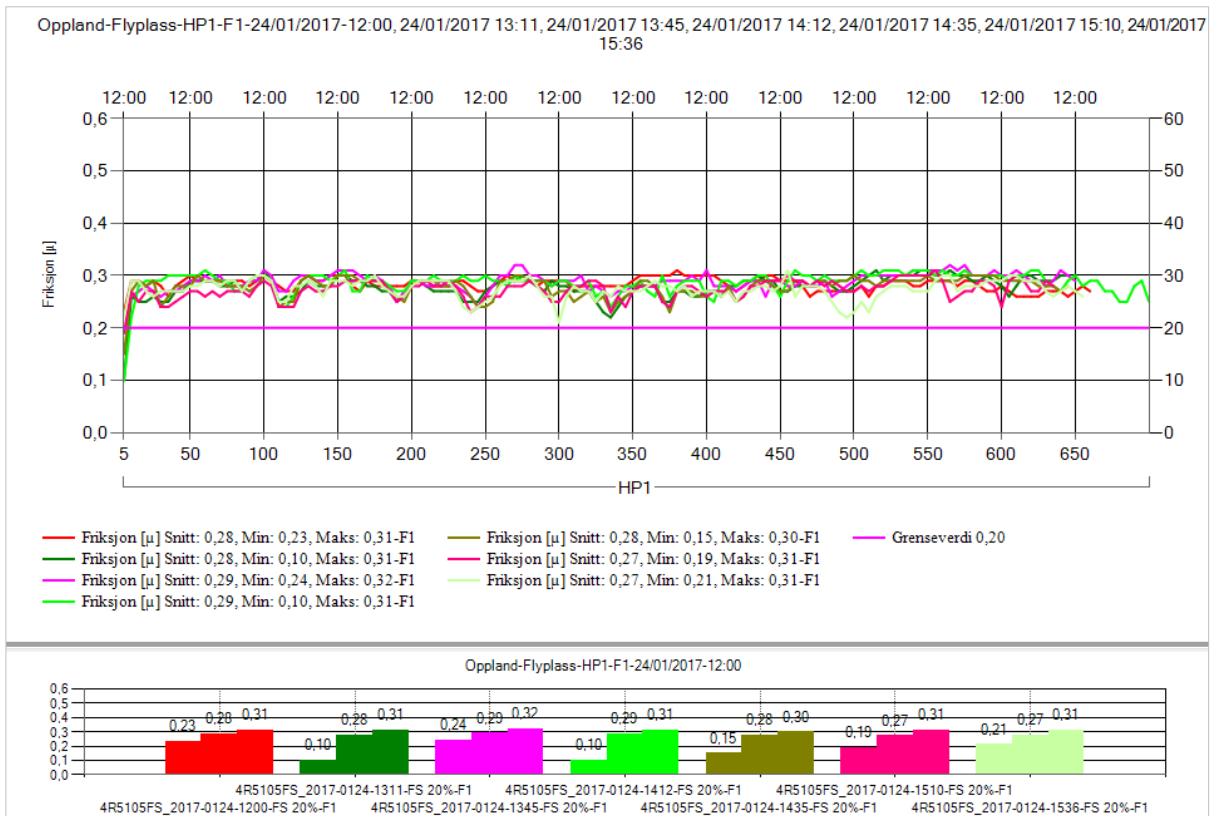
Figur 18: Friksjonsverdier per side (hjulspor) og bane – måleserier gjennom dagen (før, under og etter) 24. januar 2017.



Figur 19: Friksjon «før» høyre bane (fremkommelighet) venstre vs. høyre side/spor.



Figur 20: Friksjon «gjennom dagen» venstre bane (ref. friksjon) høyre spor.



Figur 21: Friksjon «gjennom dagen» venstre bane (ref. friksjon) venstre spor.



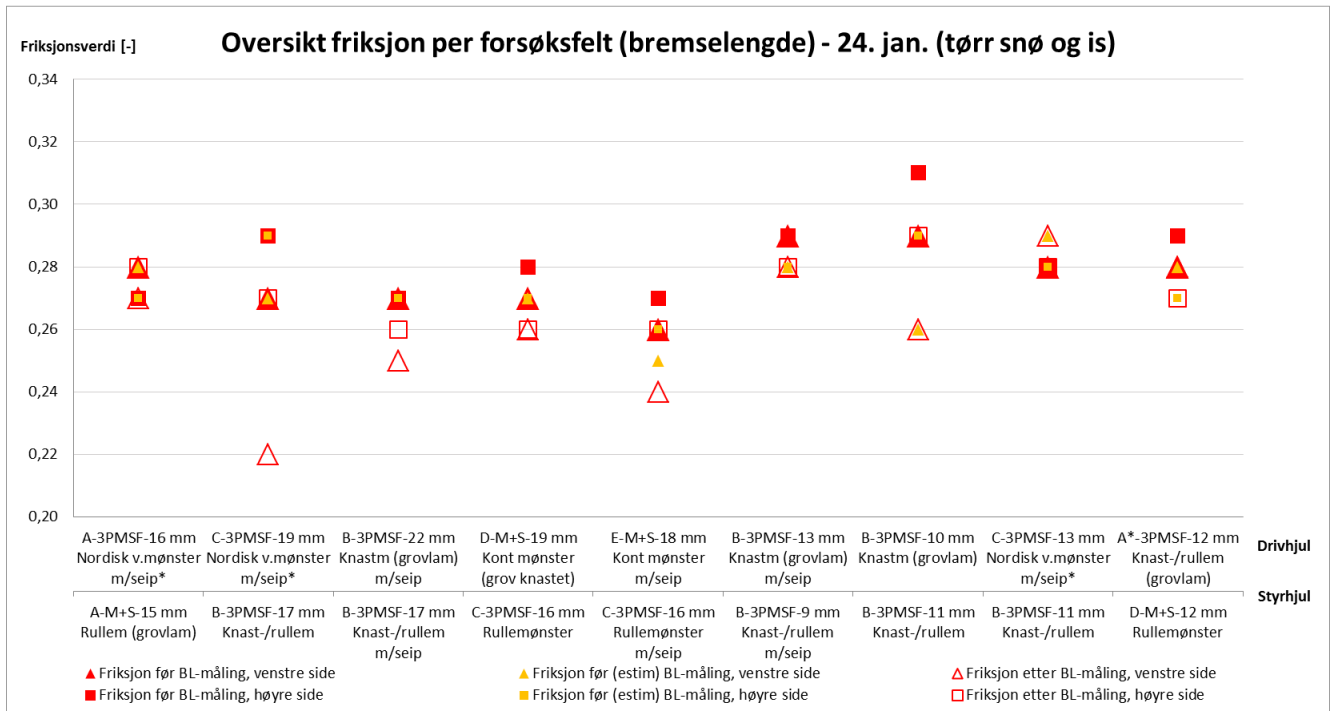
Figur 22: Felt 3 (omkring meterverdi 400) klokken 1325 på dag 1. Eksempel på sår og slag i isdekke med løs snø/is.

Det er ikke sikkert at lastebilhjulene (store hjul) blir påvirket i like stor grad av løs snø på isen som målehjulet på friksjonsmåleren (lite hjul). Det kan derfor tenkes at de friksjonsmessige forskjellene er mindre enn det målingene tilsier.

I og med at friksjonsutviklingen gjennom dagen ble fulgt opp ved hjelp av referansestrekning, ble friksjonen på selve testbanene målt «kun» på for- og ettermiddagen. For en del forsøksfelt vil derfor friksjonsmålingen være gjennomført til dels «lenge før» eller «lenge etter» selve testingen. Feltvise friksjonsverdier slik de presenteres i figurene i tilknytning til resultatene senere, er derfor «estimert/korrigert» basert på en vurdering av målt friksjon for feltet før og etter, samt friksjonsutvikling gjennom dagen for referansestrekningen.

Størst usikkerhet knyttet til de felt hvor testingen ble gjennomført midt mellom (tidlig ettermiddag) «før» og «etter» målingene for banen. For de feltene hvor testingen ble gjennomført tettere opp mot en av disse måleseriene vil friksjonsverdien være identisk eller nært målingen for det aktuelle feltet.

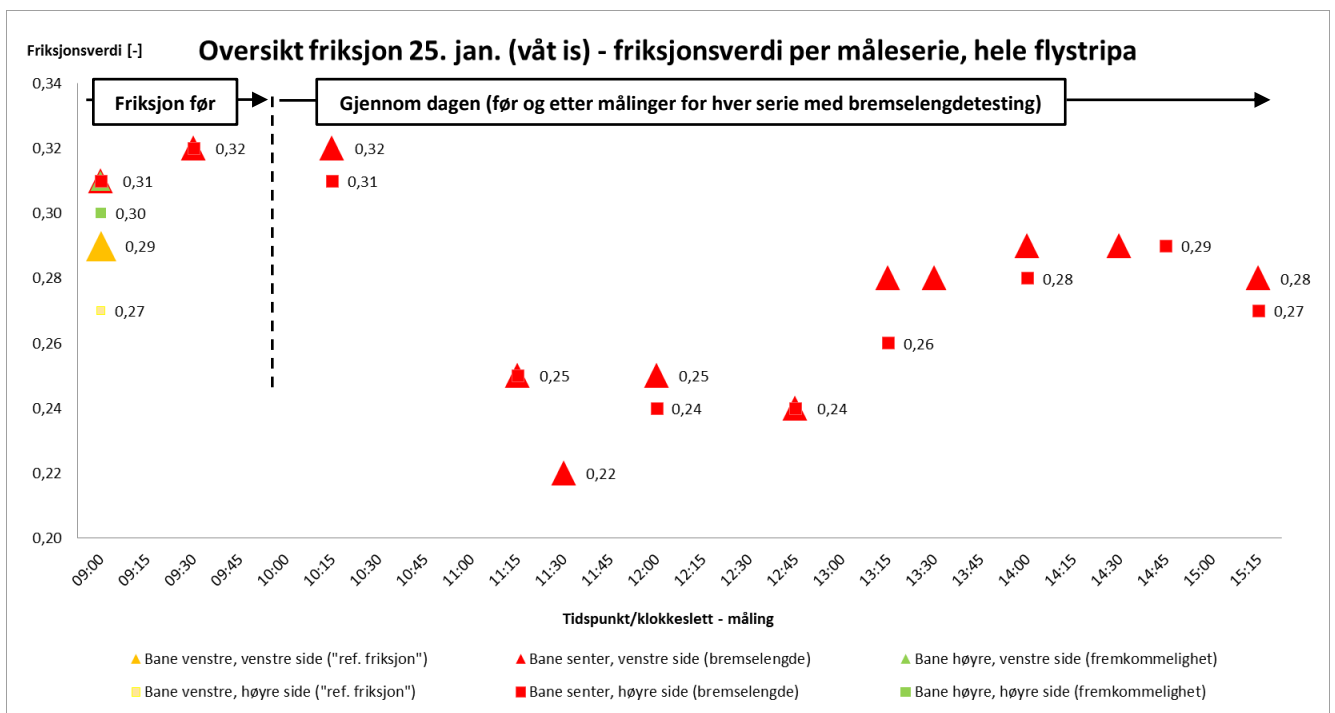
Figur 23 viser friksjon per felt «før» og «etter» samt hvilken «estimert/korrigert» friksjonsverdi som har blitt tillagt det enkelte bremselengdefelt på dag 1. Samme tilnærming har blitt benyttet med tanke på fremkommelighetsfeltene. På dag 2 ble friksjon målt før og etter hver serie (kombinasjon) med bremselengdetesting. En har derfor sikrere data i så måte på dag 2. Friksjonsverdiene tilknyttet fremkommelighetsfeltet er her «estimert/korrigert» som for dag 1. Mer om dette nedenfor.



Figur 23: Friksjonsverdier «før» og «etter» samt «estimert/korrigert» friksjon per felt bane senter (bremselengdetesting).

4.1.2 Dag 2 – 25. jan. (våt is)

Figur 24 viser friksjonsforløp for samtlige spor (sider) og baner gjennom dagen på dag 2. Større variasjon denne dagen som følge av overgang til mildvær og tining.

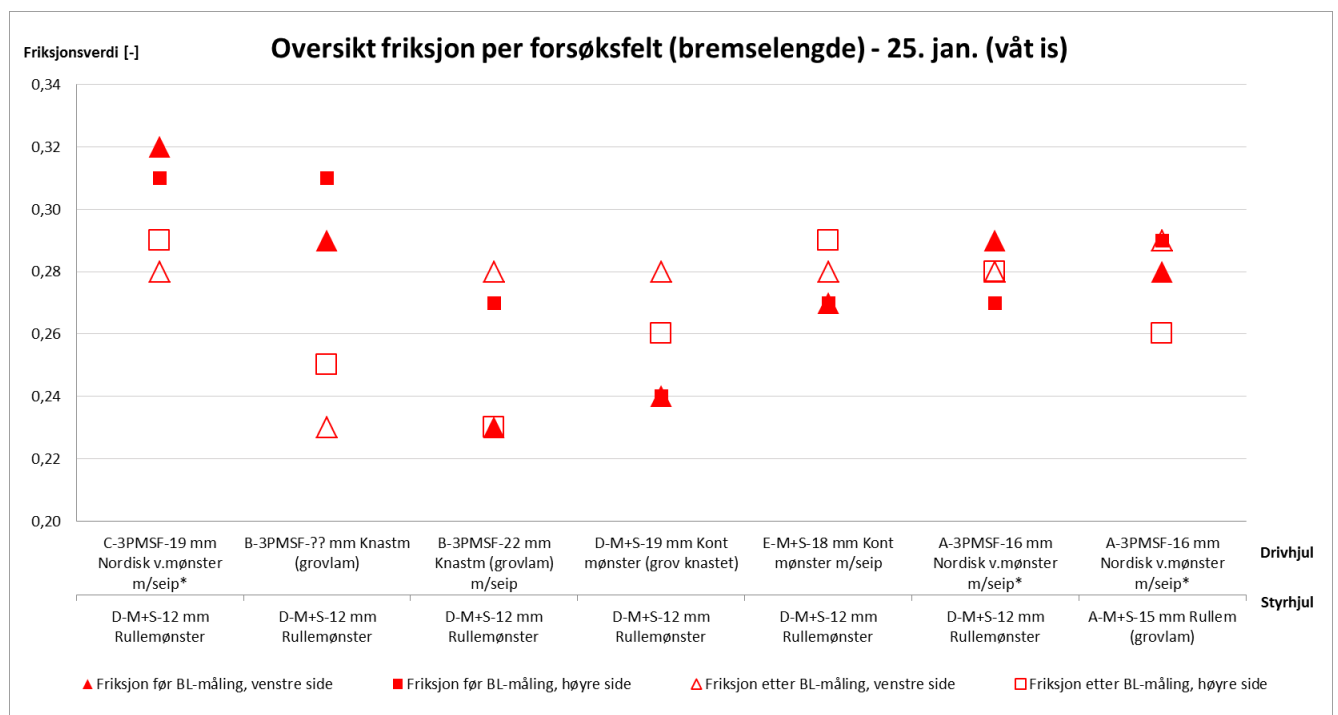


Figur 24: Friksjonsverdier per side (hjulspor) og bane – måleserier gjennom dagen (før, under og etter) 25. januar 2017.

Figur 25 viser et plott ala det i figur 23 over. Som nevnt ble friksjonen denne dagen målt «rett før» og «rett etter» hver serie med bremselengdetesting. Av figuren ser en at friksjonen reduseres til dels mye for et par av feltene fra «før» til «etter». Videre ser en også at det motsatte skjer for et par andre felt.

Trolig grunn til å anta at bremselengdetesting, i tillegg til tining, har vært med å bidra til disse endringene. I så tilfelle kan det nok tenkes at forholdene har vært noe annerledes (første vs. siste oppbremsing per serie) enn det målingen «rett før» tilsier. I så fall vil forskjellene mellom de ulike kombinasjoner/felt kunne være mindre enn det som fremgår av figur 25.

Som i forbindelse med dag 1 har en måttet «estimere/korrigere» friksjonsverdier for fremkommelighetsfeltene. De tillagte friksjonsverdier er i dette tilfellet basert på «før» måling for banen, friksjonsutvikling gjennom dagen fra bremselengdebanen og vegbilder fra målebilen.



Figur 25: Friksjonsverdier «rett før» og «rett etter» per felt bane senter (bremselengdetesting).

I sum forstår en av det som er skrevet over at det er en del usikkerhet forbundet med friksjonsverdiene som har blitt tillagt enkelte forsøksfelt (dekkkombinasjoner). For en del felt vil det nok være riktig å si at usikkerheten er betydelig, mens den for andre felt er tilnærmet neglisjerbar.

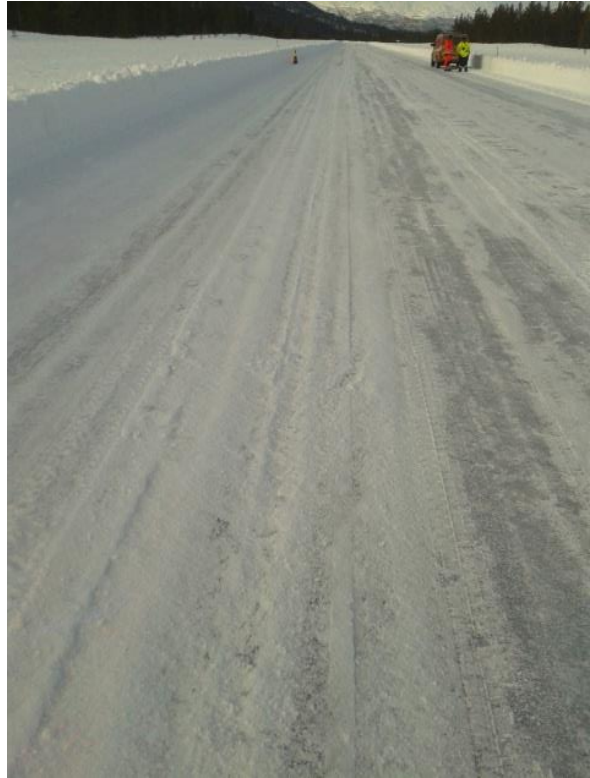
4.2 Bilder av teststrekningene

Figur 26-41 er medtatt for å dokumentere føreforhold per forsøksfelt. Bildene er tatt i forbindelse med bremselengdetesting. Feltnummerangivelse og meterverdi gjelder derfor relaterer til dette. Fremkommelighet for samme kombinasjon ble testet ett annet sted på flystripa (annen meterverdi).

Figur 26-34 er fra dag 1 (tørr snø og is), mens figur 35-41 er fra dag 2 (våt is).



Figur 26: Felt 1 (kombinasjon nr. 1) – klokken 1307.



Figur 27: Felt 2 (kombinasjon nr. 3) – klokken 1308.



Figur 28: Felt 3 (kombinasjon nr. 4) – klokken 1309.



Figur 29: Felt 4 (kombinasjon nr. 5) – klokken 1351.



Figur 30: Felt 5 (kombinasjon nr. 6) – klokken 1413.



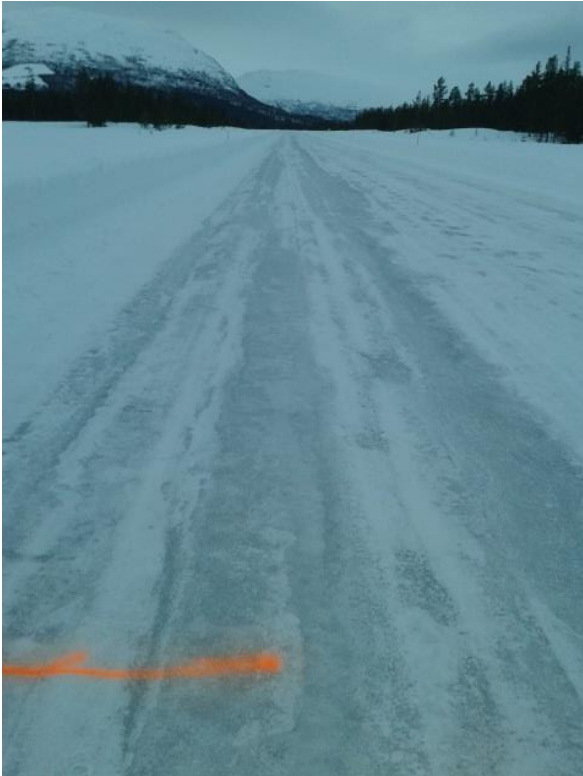
Figur 31: Felt 6 (kombinasjon nr. 7) – klokken 1438



Figur 32: Felt 7 (kombinasjon nr. 8) – klokken 1512.



Figur 33: Felt 8 (kombinasjon nr. 9) – klokken 1545.



Figur 34: Felt 9 (kombinasjon nr. 10) – klokken 1610.



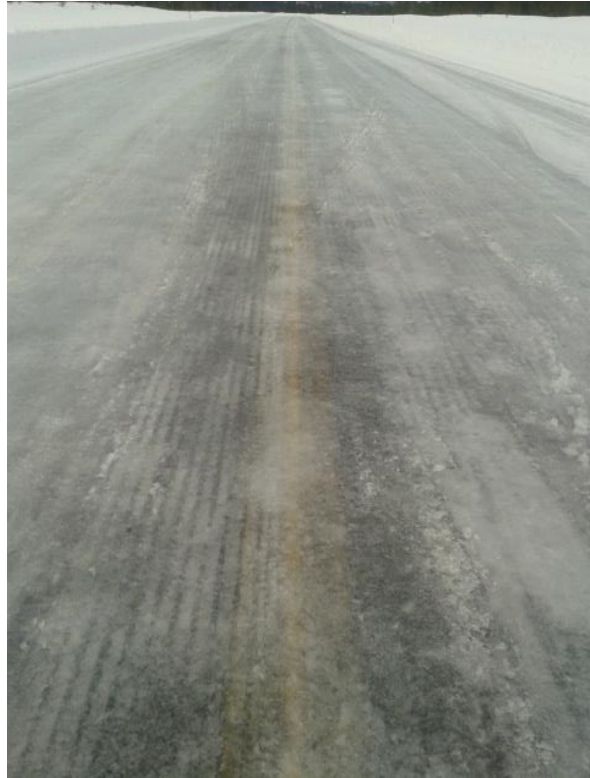
Figur 35: Felt 1 (kombinasjon nr. 1) – klokken 1003.



Figur 36: Felt 2 (kombinasjon nr. 2) – klokken 1026.



Figur 37: Felt 3 (kombinasjon nr. 3) – klokken 1127.



Figur 38: Felt 4 (kombinasjon nr. 4) – klokken 1255.



Figur 39: Felt 5 (kombinasjon nr. 5) – klokken 1316.



Figur 40: Felt 6 (kombinasjon nr. 6) – klokken 1356.



Figur 41: Felt 7 (kombinasjon nr. 7) – klokken 1439.

Flystripa ble høvlet med midtmontert skjær etter endt testing på dag 1. Dag 2 endret føreforholdene seg en god del gjennom dagen. Fra føreforhold omtrent som på dag 1 på morgenen, via våt «hard» is en kort periode midt på dagen og til bedre friksjonsforhold igjen som følge av sålen begynte å gå i «opløsning» (sørpe tendenser i overflaten) utover ettermiddagen.

Figur 42 nedenfor viser føreforholdene ved felt 4 etter bremselengdetesting. Figur 38 viser samme feltet før testing. I forbindelse med testen ble det diskutert om det i realiteten var «så glatt» som det i utgangspunktet kunne se ut for.

Testhjulenes marktrykk var nok også høyere enn friksjonsmålehjulets marktrykk. Det kan nok derfor tenkes at «reell» friksjon for testhjulene var høyere enn målt friksjon som følge av at målehjulet i mindre grad evner å trenge ned i isen. Dette kan muligens understøttes av at sålen (øvre lag) fremstod som til dels porøs, jfr. figur 22.



Figur 42: Føreforhold etter bremselengdetesting ved felt 4 kl. 1310 den 25. januar, jfr. figur 38.

4.3 Fremkommelighet og bremselengder

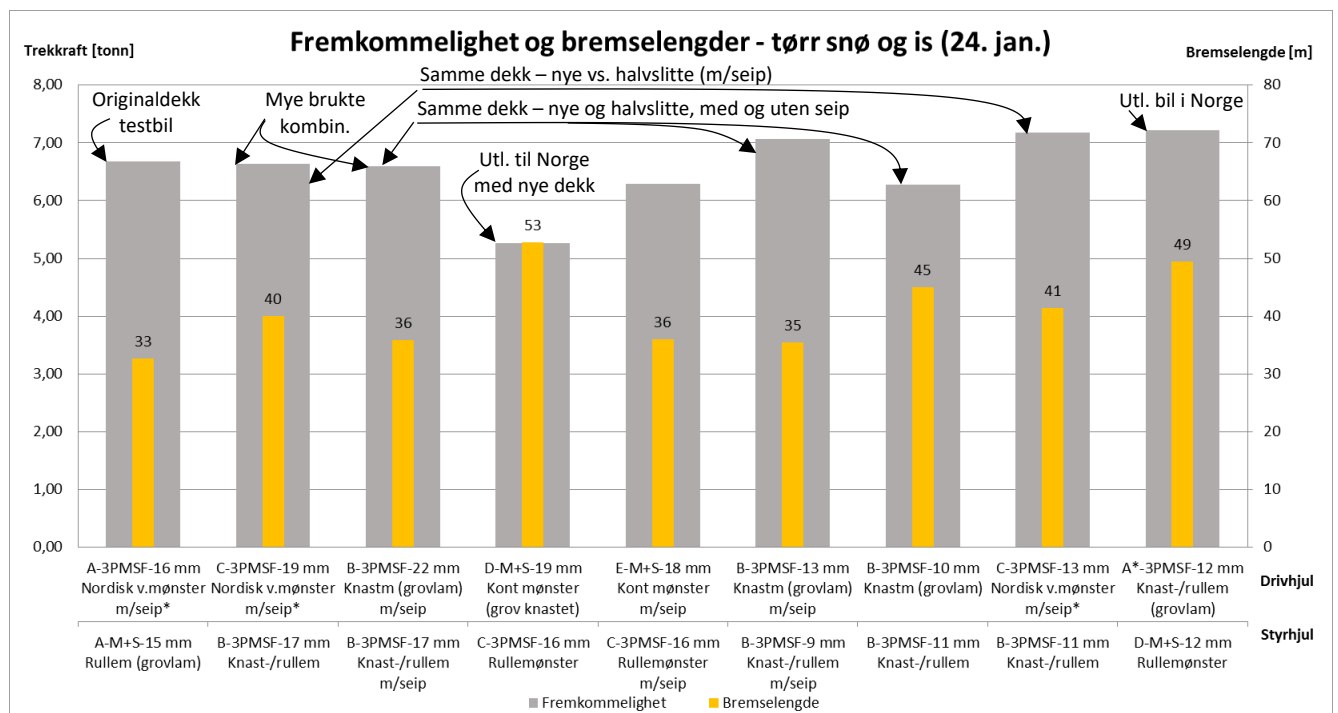
Figur 43 og 44 viser fremkommelighets- og bremselengderesultater fra testen. Dette er usorterte versjoner av resultatene, dvs. kronologisk iht. testrekkefølge (testet først lengst til venstre, testes sist lengst til høyre).

I tilknytning til figurene innebærer notasjonene:

- ✓ seip: at dekket er seipet av forhandler (leverandørseip, "after market siping")
- ✓ seip*: at dekket er seipet fra fabrikk (produsentseip)

Aksebenevning langs 1. akse, for eksempel: A-3PMSF-16 mm-Nordisk v.mønster m/seip*, slik at:

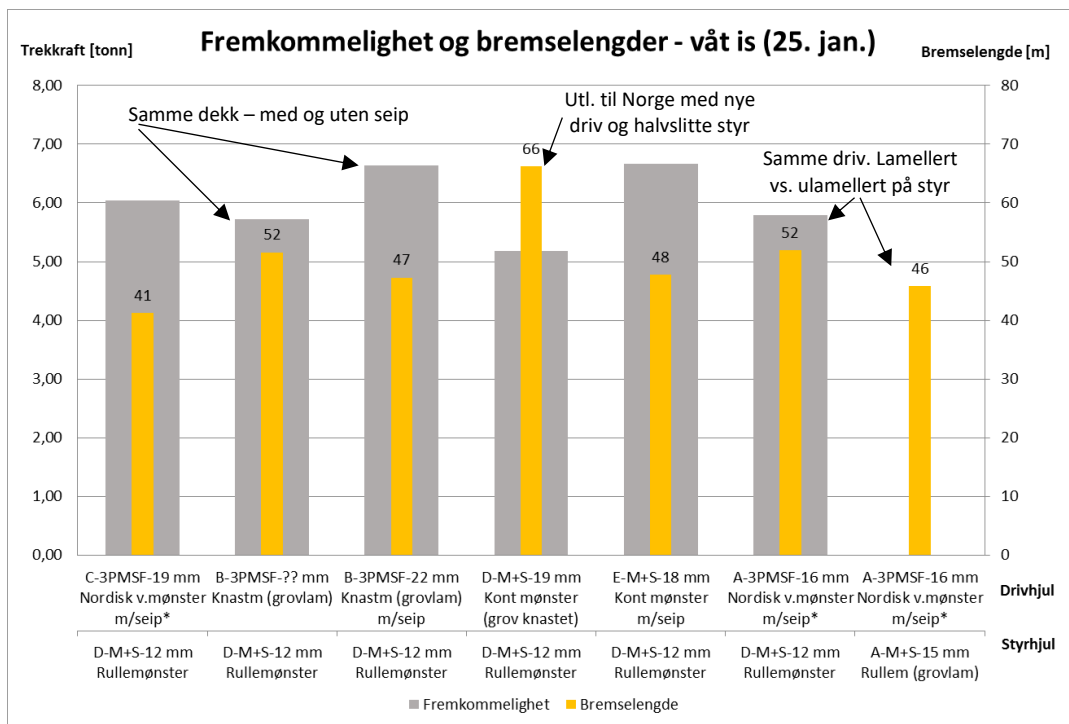
- ✓ A: angir dekkmerke (anonymisering med mulighet for å skille dekk/dekkmerker)
- ✓ 3PMSF: viser hva/hvordan dekket var merket (3PMSF eller M+S)
- ✓ 16 mm: restmønsterdybde målt i forbindelse med testen
- ✓ Nordisk v.mønster m/seip*: innebærer at dekket var finlamellert (seipet) fra fabrikk. Det vises her tilbake til avsnitt 3.4 og figur 7-10 med tanke på «klassifisering» av mønstertyper.



Figur 43: Fremkommelighets- og bremselengderesultater første dag av testen.

En mangler mønsterdybde og hardhet for drivhjulene i kombinasjon nr. 2 på dag 2 (figur 44). Dette var ubrukte eller ubetydelig brukte dekk og en kan nok derfor anta at hardhet og mønsterdybde var omtrent som for drivhjulsdekket for kombinasjon nr. 4 fra dag 1 (samme dekk med seip). Mønsterdybde og hardhet for disse var henholdsvis 22 mm og 65. Samme drivhjul i nest siste og siste kombinasjon på dag to derav ingen (ny/ekstra) fremkommelighetstest for siste kombinasjon.

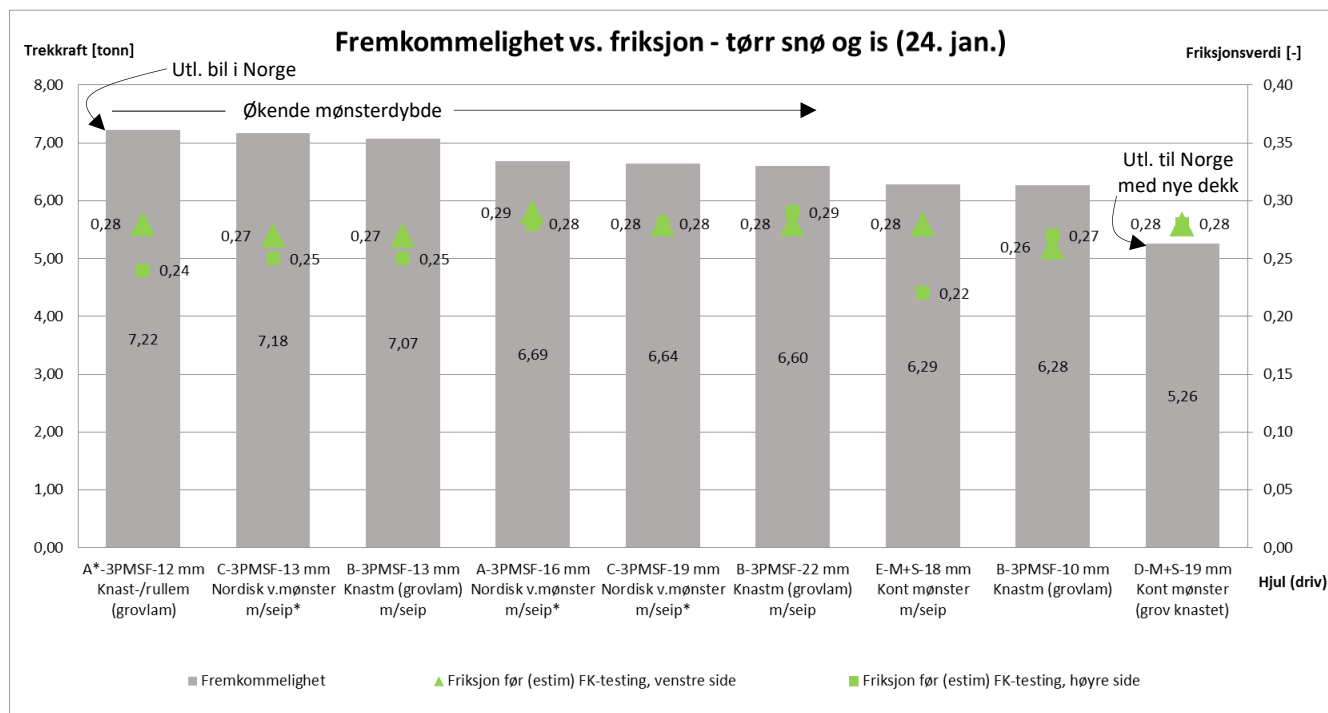
Ser av figur 43 og 44 at det var betydelige forskjeller mellom de ulike dekkene (kombinasjonene) med tanke på både fremkommelighet og bremselengder. Mer utførlig om resultatene i de to påfølgende avsnitt.



Figur 44: Fremkommelighets- og bremselengderesultater på andre dag av testen.

4.3.1 Fremkommelighet

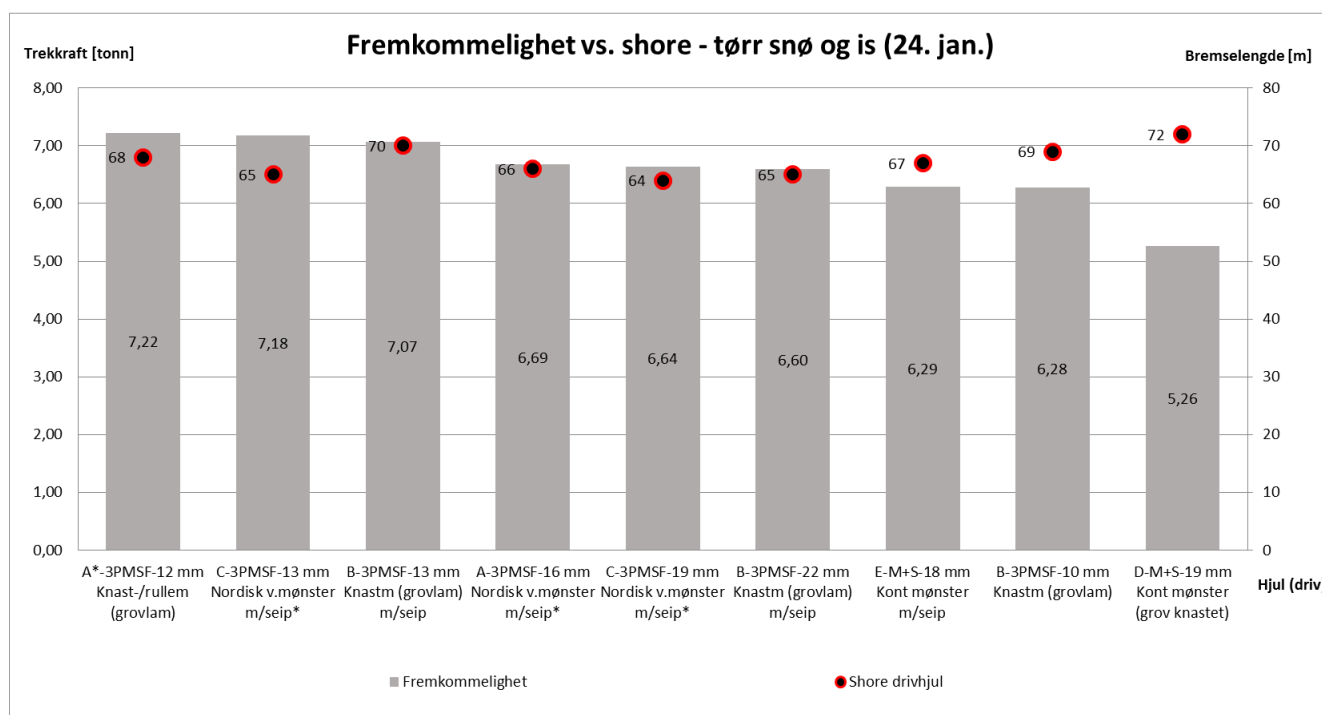
Sortert etter største trekkraft og tillagt friksjons- og shoreverdier blir bildet som i figur 45-49.



Figur 45: Fremkommelighet vs. friksjon dag en, sortert fra størst til minst (beste til dårligste trekkraft).

Fra resultatene på tørr snø og is kan en særlig merke seg at halvslitte dekk med seip (det ene er ikke seipet men grovlamellert («grovere seip»)) gir bedre fremkommelighet enn tilsvarende dekk med full mønsterdybde. Faktisk ser en at det er en entydig sammenheng mellom avtagende trekraft og økende mønsterdybde for de seks første kombinasjonene. Seipede variantene sees å gi bedre resultater enn ikke seipede.

Videre kan en også merke seg at dekkkombinasjoner plukket ut til testen som typiske for utenlandske vogntog, som kommer til eller kjører i Norge, befinner seg i begge ender resultatmessig.

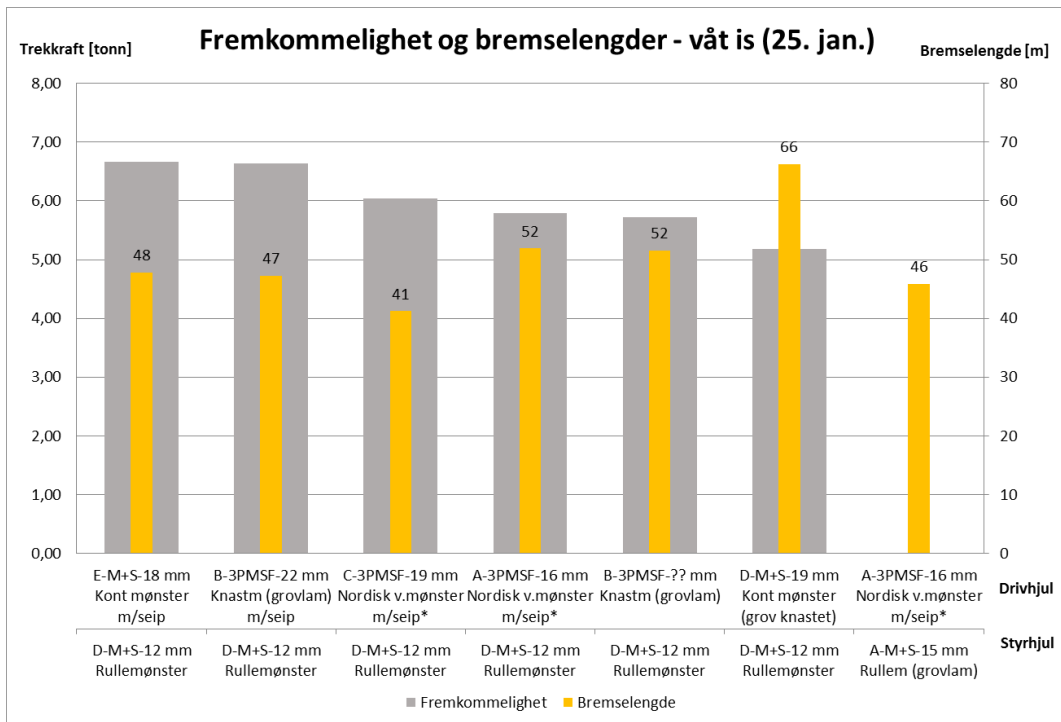


Figur 46: Fremkommelighet vs. hardhet (shore) dag en, sortert fra størst til minst (beste til dårligste trekraft).

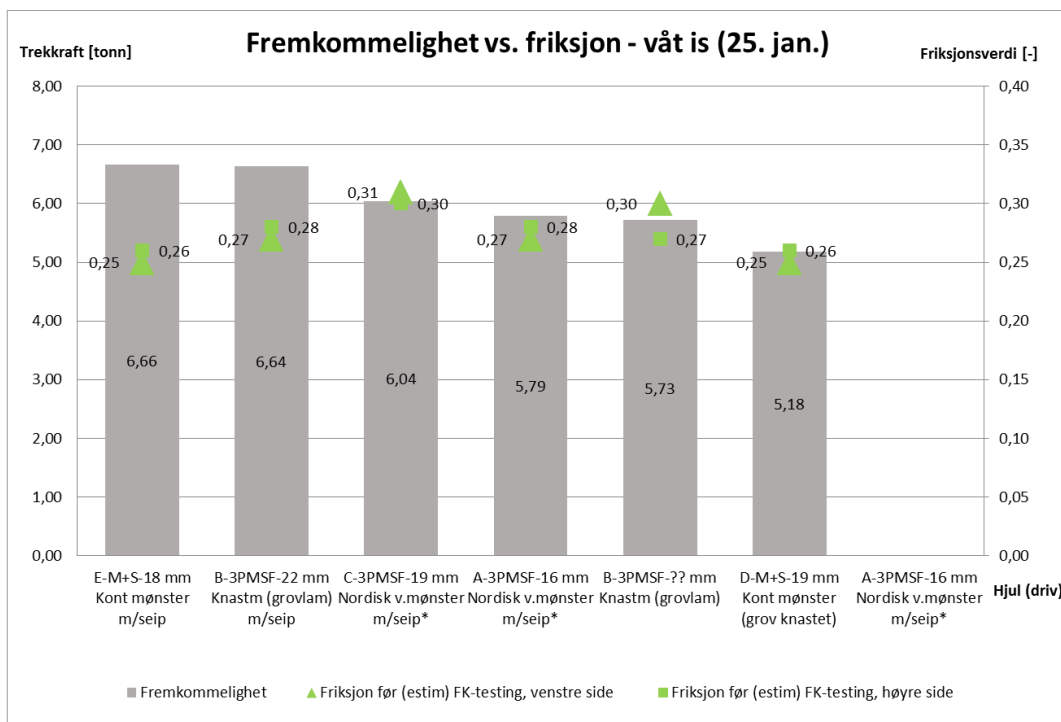
Figur 46 over viser samme data som i figur 45, men med shore verdier (gummihardhet) i stede for friksjonsverdier (feltfriksjon). Vanskelig å se noen klar sammenheng mellom shore/gummihardhet og fremkommelighet i dette tilfellet. Dette var muligens heller ikke å vente da mønsterutformingen er såpass forskjellig for de testede kombinasjonene. Forskjeller i mønsterutforming (grove knaster vs. finlamellert) påvirker trolig resultatene mer enn forskjellene i hardhet her.

Figur 47 kan derimot synes å indikere en sammenheng mellom god fremkommelighet og gode bremseegenskaper. Særlig dersom en sammenholder bremselengderesultatene i figur 47 med de i figur 52 (bremselengder inkl. friksjonsverdier) og tar hensyn at friksjonen for kombinasjonene E-D og B-D ser ut til å ha vært en del lavere enn for kombinasjon C-D. Minner her om at friksjonen var noe variabel denne dagen og at resultatene kan være påvirket av dette.

På dag 2 ble det benyttet samme styrhjul i de seks første kombinasjonene. På dag 1 ble det byttet styrhjul omtrent for hver kombinasjon. Det lar seg derfor ikke gjøre å se den samme sammenhengen på dag 1.



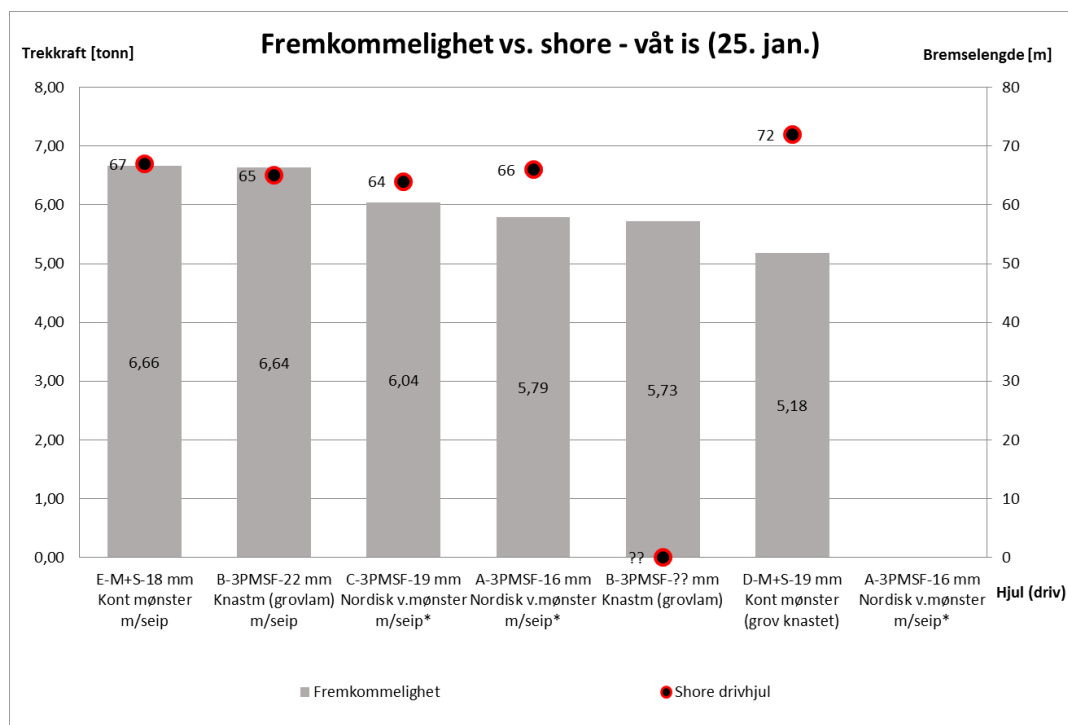
Figur 47: God fremkommelighet gir gode bremseegenskaper og visa versa (tendens).



Figur 48: Fremkommelighet vs. friksjon dag to, sortert fra størst til minst (beste til dårligste trekkraft).

Av fremkommelighetsresultatene fra dag 2 (figur 48) ser en at seipede dekk kommer bedre ut enn ikke seipede, men en ser ikke samme tendens med tanke på mønsterdybde her. Seipede varianter av litt grovere mønster komme bedre ut enn mønster av typen en har kalt for «nordiske vintermønstre» her.

Det er vanskelig å gi noen sikker forklaring med tanke på årsak til dette, men pakking av mønsteret og forskjeller i evnen til å «renske seg» kan være mulige forklaringer. Utover dagen ble de øvre lag av isen til sørpe. Hvis dekkmønsteret fylles/pakkes vil en ikke få fortrent ytterligere/ny væske eller sørpe slik at kontakten mellom gummi og underlag reduseres.



Figur 49: Fremkommelighet vs. hardhet (shore) dag to, sortert fra størst til minst (beste til dårligste trekkraft).

Ikke mulig å se noen sammenheng mellom shore/gummihardhet og fremkommelighetsresultatene i dette tilfellet (våt is), jfr. figur 49. Dette kan nok heller ikke forventes med den variasjon og usikkerhet en hadde knyttet til friksjon i forbindelse med testingen.

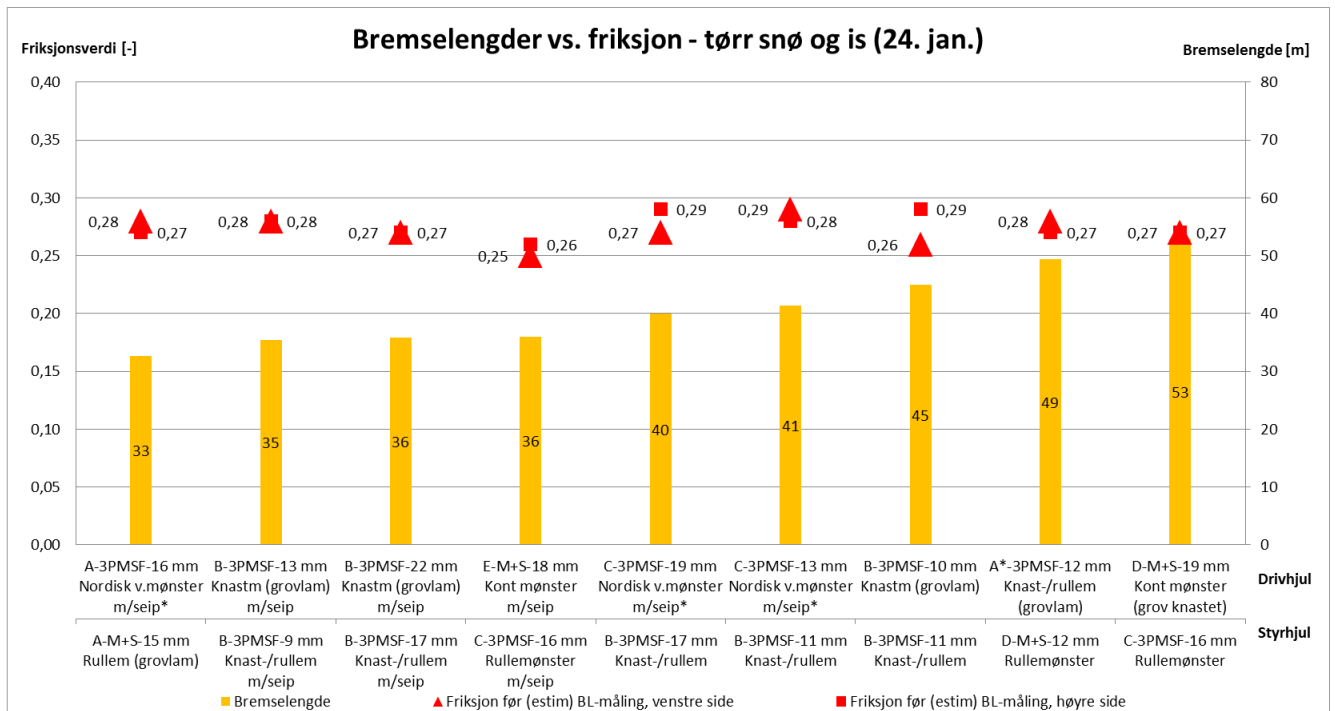
4.3.2 Bremselengde

Figur 50-53 viser sorterte varianter av bremselengderesultatene fra minst (beste bremseegenskaper) til størst. Av figurene ser en at det var store forskjeller mellom de ulike kombinasjonene.

Mens bremselengden for de beste kombinasjonene på dag 1 (tørr snø og is) lå omkring 35 meter var tilsvarende for de dårligste omkring 50 meter, jfr. figur 50. Dette utgjør en forskjell (økning) i størrelsesorden 40-50 %.

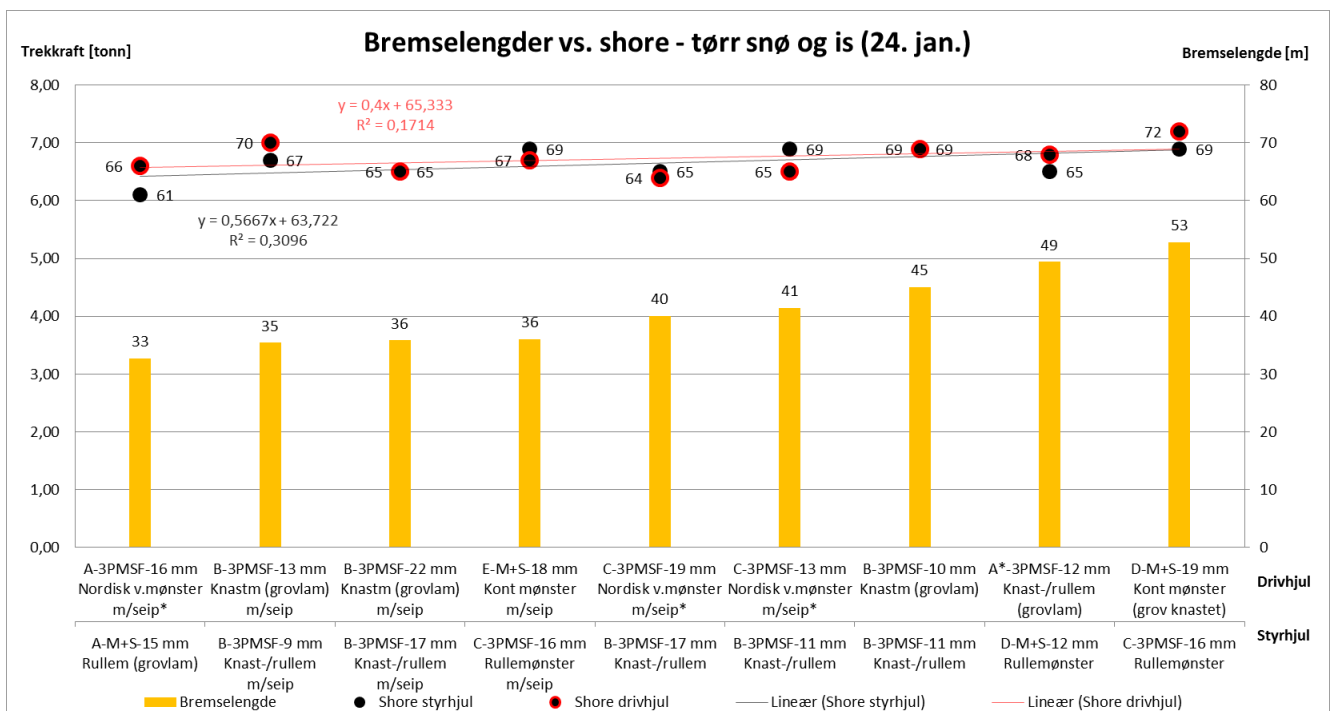
Ingen klar sammenheng mellom mønsterdybde og resultatene når det kommer til bremseegenskaper, men en kan merke seg kortest bremselengde oppnås med de kombinasjonene som har seip både på styr og driv. Deretter følger kombinasjonene med seipede dekk på en aksel. Kombinasjonene uten seip/lamellering på noen aksel sees å gi de lengste bremselengdene.

Grove (store) knaster og rulle mønster uten lamellering (hverken «grovseip» eller seip) gir med andre ord dårligst bremse (og fremkommelighets) egenskaper. Det vises igjen til figur 50.



Figur 50: Bremselengder vs. friksjon dag en, sortert fra minst til størst (beste til dårligste bremseegenskaper).

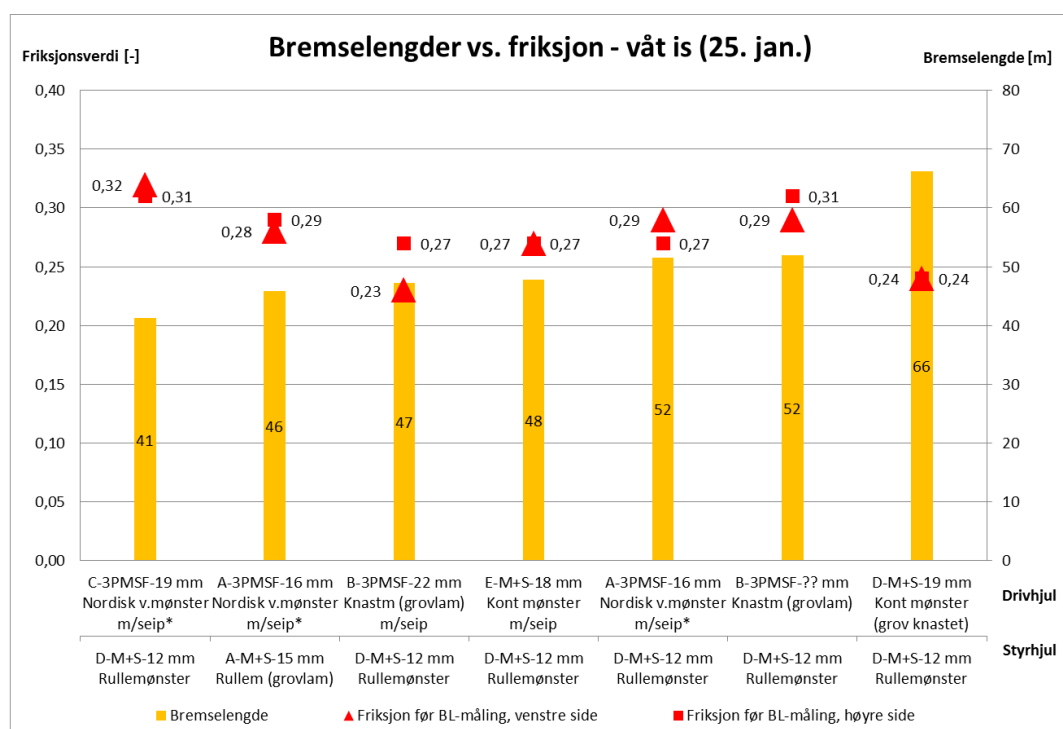
Ser en på shore vs. bremselengder er det i større grad mulig å se en sammenheng, jfr. figur 51. Forklaringsgraden (R^2 -verdien) sees å være i størrelsesorden 0,15-0,30. Sammenhengen mellom gummihardhet og bremselengde er med andre ord slik at 15-30 % av bremselengdeforskjellene kan relateres til dette (hardhet). Resten av forskjellene vil være knyttet til tilfeldigheter samt øvrige systematiske årsaker (mønsterutforming, lamellering, etc.) (5).



Figur 51: Bremselengder vs. hardhet (shore) dag en, sortert fra minst til størst (beste til dårligste bremseegenskaper).

Det virker for øvrig rimelig at hardhet er av betydning med tanke på dekkets fremkommelighets- og retardasjonsegenskaper. Kurveforløp for sammenhengen shore vs. dekkegenskaper har en derimot ingen kunnskap om. Er sammenhengen eksempelvis «lineær» eller vil en ved gitte hardhetsverdier oppleve større endringer egenskapsmessig (S-kurve etc.). Muligens var hardhetsforskjellene mellom dekkene i forbindelse med testene her ikke store nok til at en ser tydeligere forskjell, men det kan jo tenkes at en nærmer seg hardhetsområder hvor hardhet i stor/større grad er avgjørende med tanke på fremkommelighets- og retardasjonsegenskaper.

For eksempel kommer testens hardeste kombinasjon (styr og driv) dårligst ut bremselengdemessig med shore verdiene 69 og 72. Best ut kommer testens mykeste kombinasjon (styr og driv) med shore verdiene 61 og 66. Det kan nok tenkes at hardhet i størrelsesorden 72 medfører betydelig dårligere egenskaper (relatert til nettopp hardhet) enn hardhet omkring 68-70, men det virker kanskje ikke særlig sannsynlig.

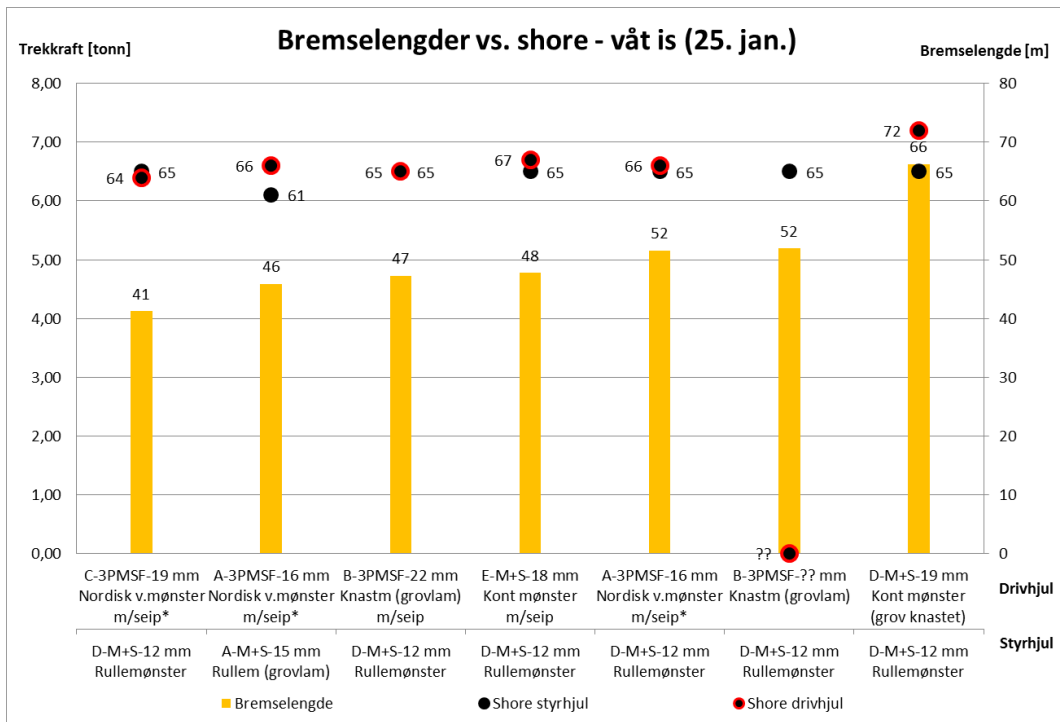


Figur 52: Bremselengder vs. friksjon dag to, sortert fra minst til størst (beste til dårligste bremseeenskaper).

Dag 2 (våt is) kan en grovt sett si at bremselengdene varierte mellom 40-45 og 55-60 meter. I prosent tilsvarer dette en økning i størrelsesorden 30-40 %. Se figur 52.

Denne dagen ble det benyttet samme styrhjul gjennom dagen med unntak av siste kombinasjon hvor en hadde byttet tilbake til testbilens originaldekk. Kombinasjon A-A (nr. to fra venstre i figur 52) versus kombinasjon A-D (nr. tre fra høyre) viser reduksjon i bremselengde som følge av bedre styrhjul (lamellert rullemønster («grovseipet») vs. ulamellert rullemønster).

Uavhengig av variasjon/usikkerhet knyttet til friksjon ser en at de seipede variantene kommer best ut. Grovere mønster (manglende lamellering) gir dårligere vinteregenskaper.



Figur 53: Bremselengder vs. hardhet (shore) dag en, sortert fra minst til størst (beste til dårligste bremseegenskaper).

Som i forbindelse med fremkommelighetsresultatene ikke mulig å se noen sammenheng mellom shore/gummihardhet og bremselengderesultatene fra dag 2 (våt is). Variasjon og usikkerhet knyttet til friksjon gjør, som allerede nevnt, at en nok heller ikke kan forvente å se en slik sammenheng.

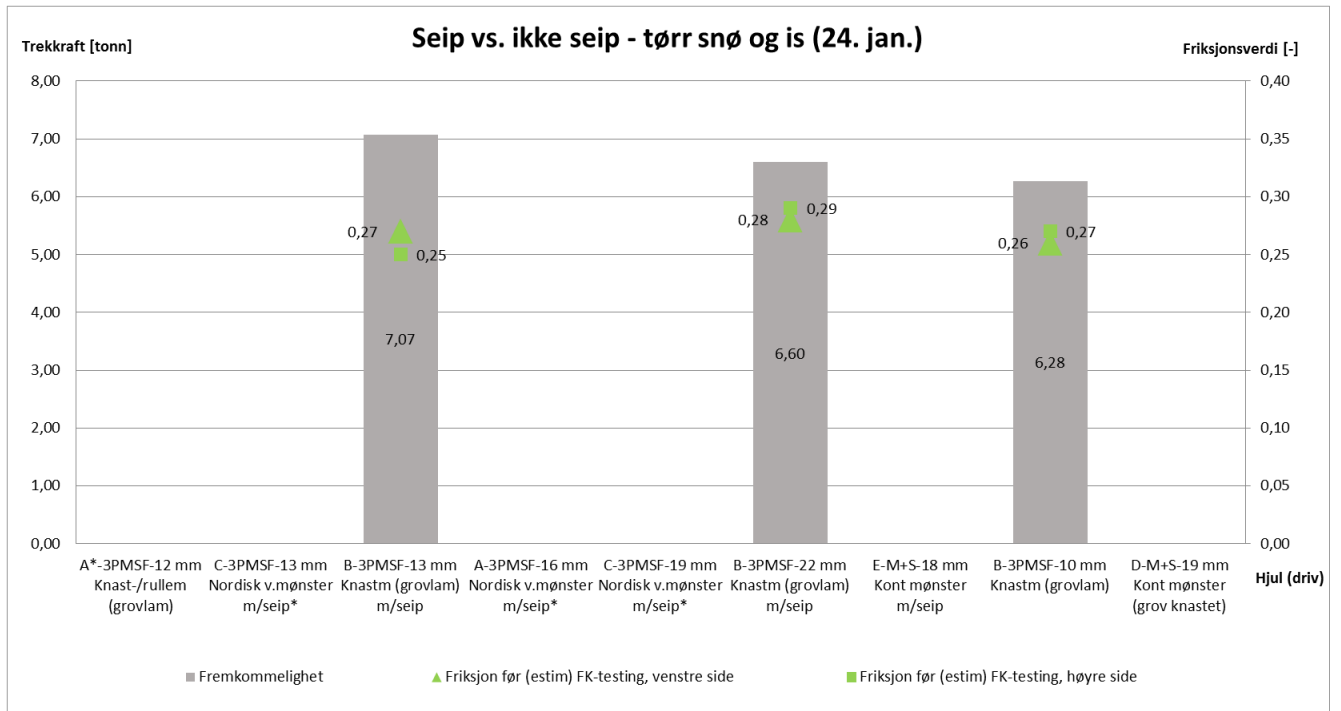
4.3.3 Seip vs. ikke seip

I figur 54-61 har en «isolert» resultatene for sammenlignbare kombinasjoner/dekktyper med og uten seip. Her er det da kun snakk om leverandørseipede varianter, dvs. seiping utført av dekkforhandler.

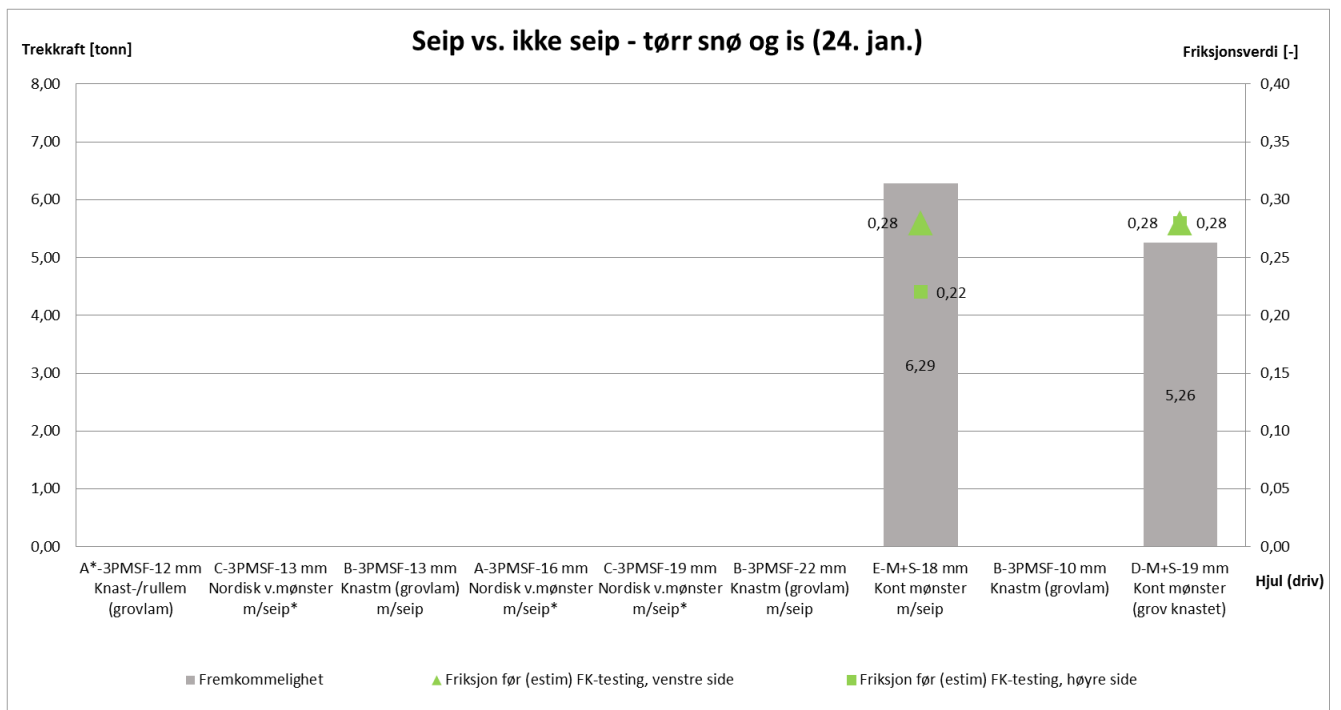
Figur 54, 56, 58 og 60 viser resultatene for dekk av samme type, med og uten seip, og ulike slitastegrad. Figur 55, 57, 59 og 61 viser det samme (seip vs. ikke seip), men her er det snakk om ulike typer dekk (drivhjul E og D). Resultatene for disse er derfor ikke direkte sammenlignbare, men de er medtatt da mønsterutforming er forholdsvis lik (grov knastet), og det fremstår som overveiende sannsynlig at seiping en viktig del av forklaringen på forskjellene mellom disse to variantene.

Av figur 54 ser en at det halvslitte dekket som ble seipet inn mot testen (13 mm restmønsterdybde og 5-6 mm seipingsdybde) presterte bedre enn den useipede varianten av samme dekk som dog har noe mindre restmønsterdybde (10 mm). Det halvslitte dekket sees også å prestere bedre enn det nye/ubrukt med full mønsterdybde (22 mm restmønsterdybde og ca. 13 mm seipingsdybde).

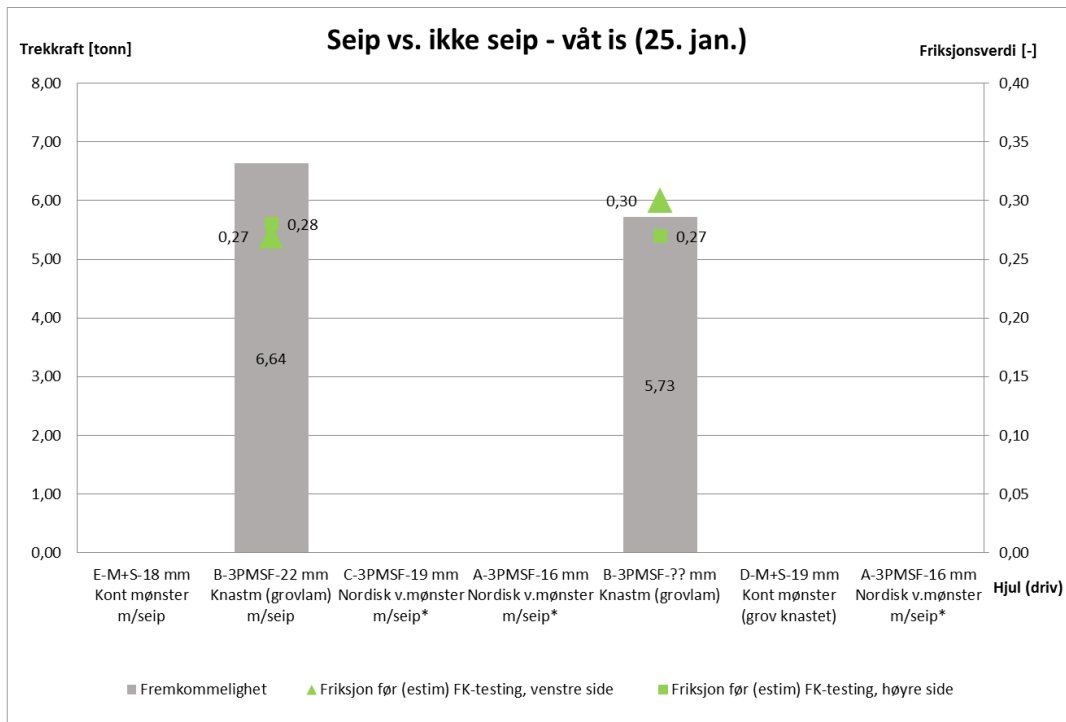
Ut over dette anses resultatene for selvforklarende. Seip kommer bedre ut enn ikke seipede i samtlige tilfeller. Minner om at de useipede drivhjul B på dag to var ubetydelig brukte eller ubrukte. Det kan derfor antas at mønsterdybden for disse er den samme som for de seipede av samme type, jfr. fotnote 3 side 10.



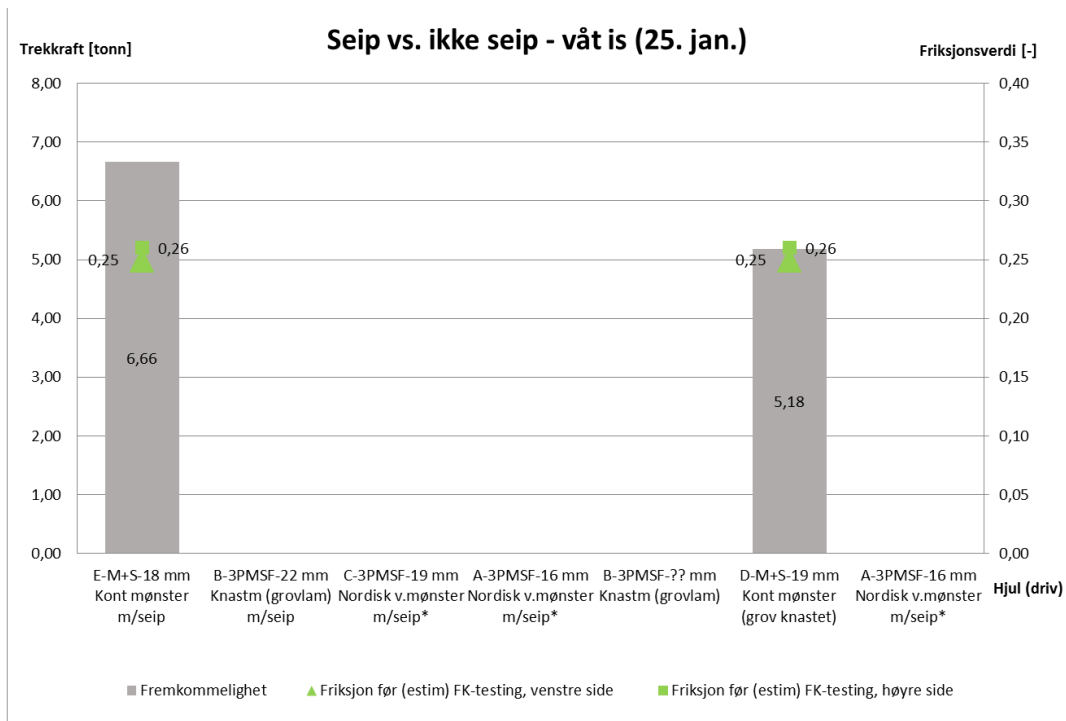
Figur 54: Seip vs. ikke seip på tørr snø og is. Halvslitte og ubrukte varianter av samme type dekk.



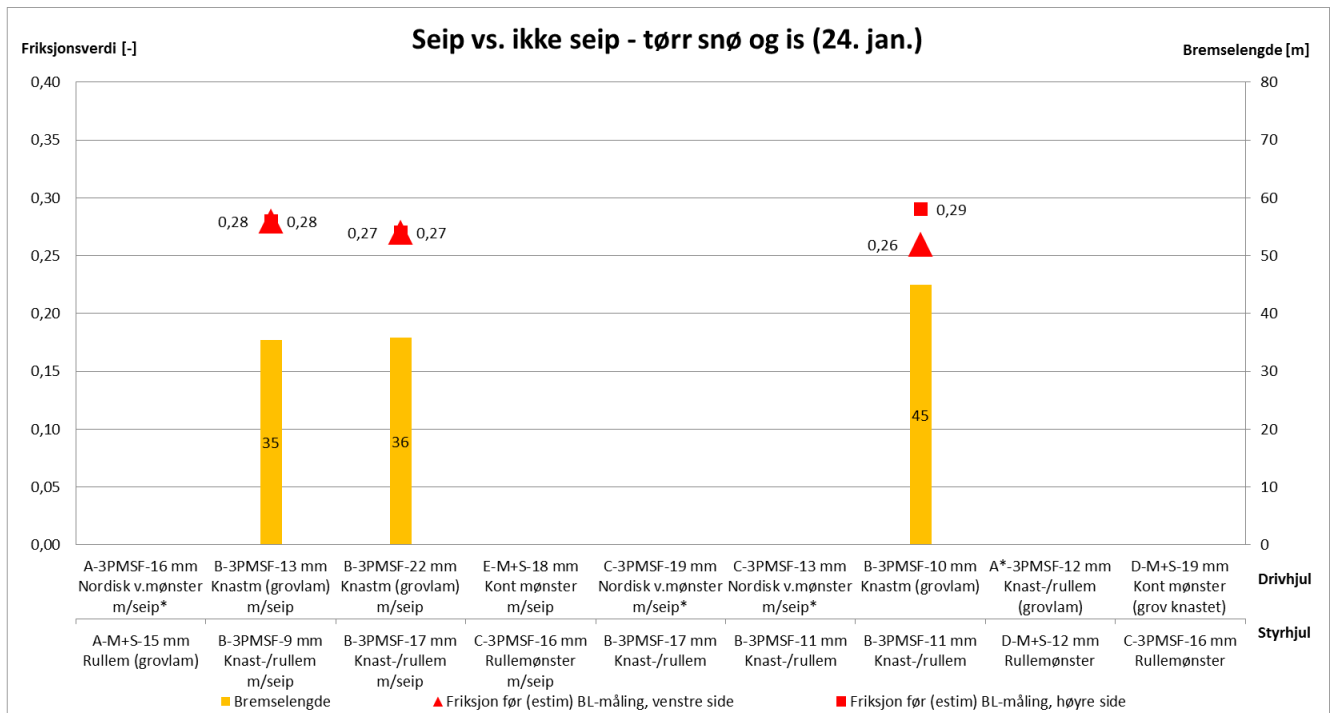
Figur 55: Seip vs. ikke seip (tørr snø og is). Ikke samme type dekk, men likt/lignende mønster (grove (store) knaster).



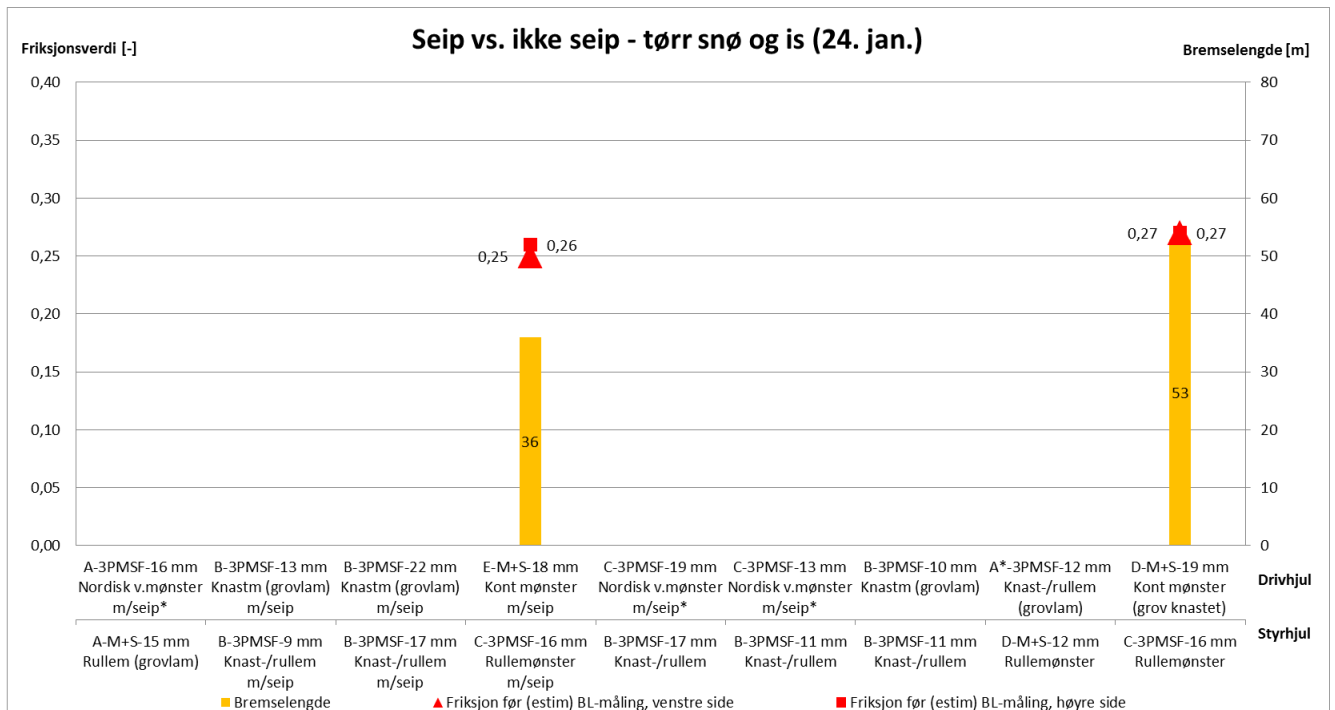
Figur 56: Seip vs. ikke seip på våt is. Samme type dekk og full mønsterdybde.



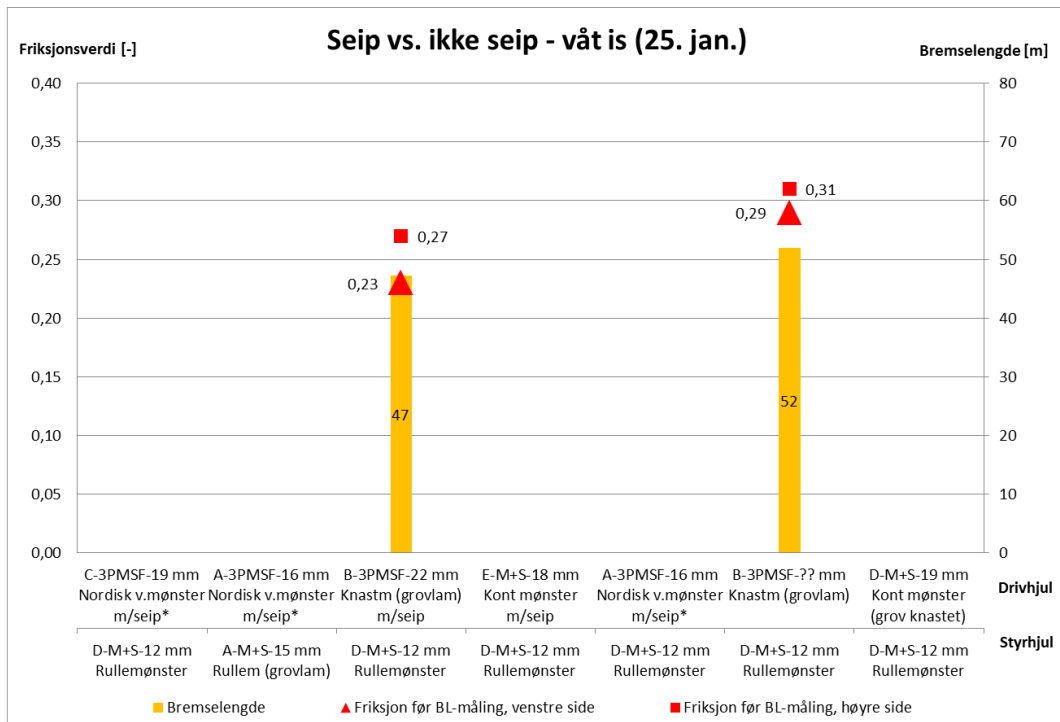
Figur 57: Seip vs. ikke seip (våt is). Ikke samme type dekk, men likt/lignende mønster (grove (store) knaster).



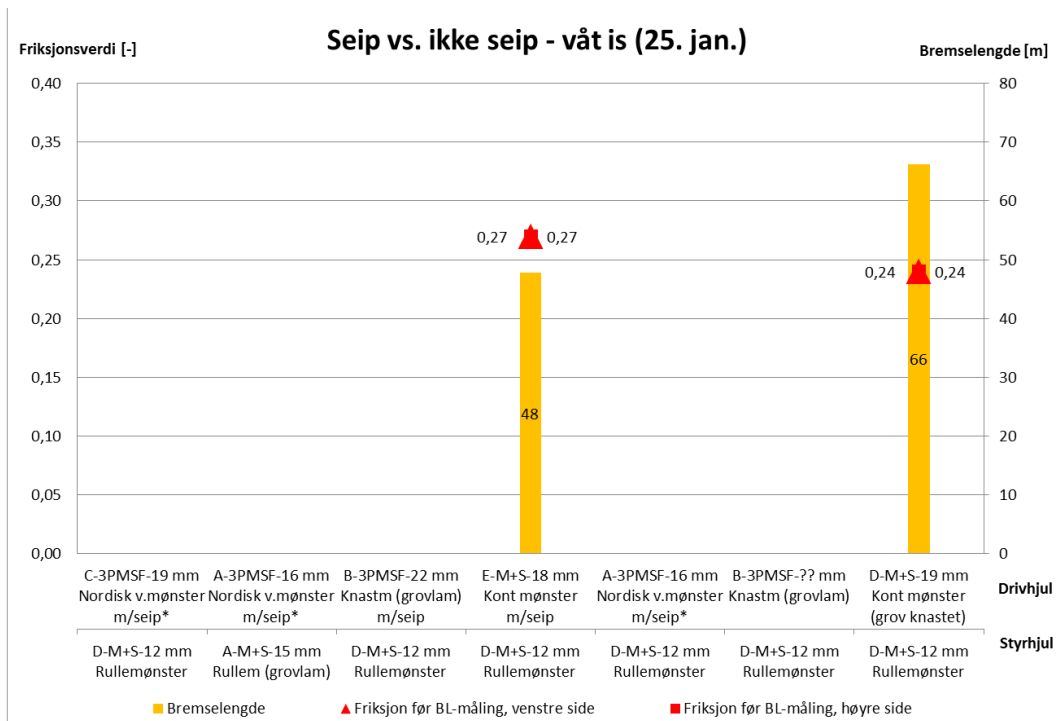
Figur 58: Seip vs. ikke seip på tørr snø og is. Halvslitte og ubrukte varianter av samme type dekk.



Figur 59: Seip vs. ikke seip (tørr snø og is). Ikke samme type dekk, men likt/lignende mønster (grove (store) knaster).



Figur 60: Seip vs. ikke seip på våt is. Samme type dekk og full mønsterdybde.



Figur 61: Seip vs. ikke seip (våt is). Ikke samme type dekk, men likt/lignende mønster (grove (store) knaster).

5. Oppsummering – konklusjon

Dekk er av stor betydning for trafikksikkerheten. Seiping benyttes for å bedre dekkets egenskaper på vinterføre, men det har vært delte meninger om effekten i transport- og dekkforhandlerbransjen. På nyåret i 2017 ble det derfor gjennomført et feltforsøk ved Bjorli flyplass i Oppland for blant annet å verifisere eller avkrefte om seiping bedrer dekkets vinteregenskaper.

I alt ble seksten ulike kombinasjoner, med og uten seip, nye vs. halvslitte, M+S vs. 3PMSF merkede, kontinentale mønstre vs. nordiske vintermønstre med mer, testet med tanke på retardasjons- og fremkommelighetsegenskaper.

Det ble to ulike føreforhold i løpet av testen. Første dag ble testingen gjennomført på tørr snø og is. Andre dag var det våt is og mer varierende forhold som følge av omslag til mildvær og tining. Det er derfor større usikkerhet knyttet til resultatene på dag to.

Utgangshastigheten i forbindelse med bremselengdetestingen var 60 km/t. Totalvekt testkjøretøyer omkring 18 tonn. Bremselengdemessig ville nok forskjellene vært enda større gitt fullt utlastet kjøretøy eller vogntog og «gode» vs. «dårlige» dekk på samtlige akslinger.

Feltforsøket oppsummeres etter dette resultatmessig som følger:

1. Store forskjeller vinteregenskapsmessig mellom dekk som alle var godkjente (M+S merket) for vinterbruk.
 - a. De beste kombinasjonene ga 2 tonn høyere trekraft enn den dårligste (7,2 vs. 5,3 tonn) på tørr snø og is. På våt is var forskjellen mellom beste vs. dårligst omkring 1,5 tonn (6,6 vs. 5,2 tonn). Prosentvis innebærer dette i størrelsesorden 25-35 % økt trekraft med de beste dekkene.
 - b. Samme dekket (drivhjul) kom dårligst ut begge dagene. Dette hadde høy(est) shore verdi og «kontinentalt mønster» (grove knaster uten lamellering). Varianten kan være typisk for et utenlandsk vogntog som kommer til Norge. En annen variant som kan være typiske for utenlandske vogntog i Norge er blant de som kommer best ut. Denne varianten har mønster som er lamellert («grovseip»).
 - c. Den dårligste kombinasjonen ga omkring 15 meter lengre bremselengde (35 vs. 50 meter) enn de beste på tørr snø og is. Omtrent samme forskjell på våt is med bremselengder mellom 45-60 meter (41-66 meter, men varierende friksjonsforhold). Prosentvis innebærer dette en økning av bremselengden i størrelsesorden 35-45 % mellom beste vs. dårligst. Forskjellene ville nok i tillegg vært større ved utlastet kjøretøy eller vogntog.
 - d. Samme tendens som over med tanke på hvilke kombinasjoner som kommer best vs. dårligst ut fra testen. Det «kontinentale mønsteret» (drivhjul) sammen med rulle mønster (styrhjul) uten lamellering (seip eller «grovseip») kommer dårligst ut begge dagene. Lamellerte mønster på både driv og styr gir best resultater også retardasjonsmessig.
2. Seiping gir bedre vinteregenskaper.
 - a. Fremkommelighetsmessig ga seipede varianter av like (eller tilnærmet like) dekk omkring 1 tonn bedre trekraft (7,07 vs. 6,28, 6,29 vs. 5,26, 6,64 vs. 5,73 og 6,66 vs. 5,18 tonn). Prosentvis innebærer dette i størrelsesorden 15-20 % økt trekraft som følge av seiping.
 - b. Retardasjonsmessig ga seipede varianter av like (eller tilnærmet like) dekk 10-15 meters reduksjon i bremselengden (35 vs. 45, 36 vs. 53, 47 vs. 52, 48 vs. 66 meter). Prosentvis innebærer dette i størrelsesorden 15-25 % reduksjon i bremselengden som følge av seiping.
3. På tørr is ga halvslitte dekk med seip bedre fremkommelighet enn tilsvarende dekk med full mønsterdybde (økende trekraft med avtagende mønsterdybde). Resultatene fra testen samsvarer i så

- måte med resultatene fra en nylig publisert svensk undersøkelse hvor en så på veigrep vs. mønsterdybde for tilhengerdekk til tunge kjøretøy (6).
4. Ingen slik sammenheng for resultatene fra våt is. Seipede varianter med litt grovere mønster kommer bedre ut enn de typiske «nordiske vintermønstrene» på dette føret (våt is med slaps/«gjennomslag»). Forhold knyttet til mønsterdybde/mønsterutforming kan være forklaringen dette. Mønsterutforming er av betydning med tanke på dekkets evne til å «motstå pakking/renske seg». Hvis mønsteret fylles eller pakkes vil en ikke få fortrenget ytterligere/ny væske eller sørpe og kontakten mellom gummi og underlag reduseres. Mønsterdybde er likedan av betydning med tanke på vannplaning.
 5. Kortest bremselengder med lamellerte dekk (seip eller grovlamellerte) på både styr- og drivaksel. Deretter kombinasjonene med lamellerte dekk på en aksel. Kombinasjoner uten lamellering på noen aksel ga lengst bremselengder.
 6. Ulamellert rulle mønster (styr/henger) med ulamellert grovknastet mønster på driv («kontinentale kombinasjoner») gir dårligst vinteregenskaper. Lamellering (seip eller «grovseip») ser ut til å være en fellesnevner med tanke på gode/bedrede vinteregenskaper.
 7. En viss (begrenset) sammenheng mellom gummihardhet (shore) og dekkegenskaper (resultatene). Lamellering og lamelleringsgrad har trolig større betydning enn gummihardhet ved hardhetsverdier som i forbindelse med testen her.
 8. Samtlige testede kombinasjoner var godkjente for vinterbruk, men det kan kanskje stilles spørsmål ved om samtlige kombinasjoner kan kalles for tilfredsstillende dekkutrustning vinterstid, på tross av at de tilfredsstillende gjeldene krav.
 9. For få rene M+S merkede dekk i forbindelse med testen til at en kan si noe om M+S merkede vs. 3PMSF merkede. Resultatmessig finner en rene M+S merkede dekk i begge ender av «skalaen».

Trolig fornuftig å innføre krav om 3PMSF merking for vinterdekk. I tillegg bør det nok jobbes med å utvide kunnskapsgrunnlaget, utvikle krav og testmetoder. Alt dette vil ta tid. Krav til lamellering, med tanke på å unngå («luke ut») de mønstertyper (grovknastede mønster og rulle mønster uten lamellering) som per i dag gir dårligst egenskaper, kan være noe å vurdere i mellomtiden.

6. Videre arbeid

Basert på arbeidet i forbindelse med denne testen (felt og rapportering) har en følgende innspill til videre arbeid:

- Teste flere varianter av samme dekk med og uten seip. Herunder varianter ala de som kom «dårligst» ut i forbindelse med denne testen, dvs. ulamellert rullemonster og grovknastede monster. Gjerne varianter med høy shore-verdi.
- Rullemonster med gode egenskaper vil trolig være høyaktuelt til tilhengere. Store deler av lasten fordeles på hengerkombinasjonene. Det er derfor viktig å fokusere på dekk også her. Dagens lastebiler har god trekraft (stor motor). Dette gjør de kapable til å opprettholde høy hastighet. En kan da se for seg at gode dekk på styr- og drivaksel resulterer i «falsk trygghet» der bilen «sitter» tilsynelatende godt på veien, mens hengeren i realiteten er nær å få «sleng». I så måte mener en det kan være aktuelt å dokumentere egenskapene til rullemonster (og noen andre aktuelle monstertyper til henger) med og uten seip/lamellering.
- Teste noen varianter med likt/lignende (så likt som mulig) monster, men varierende hardhet (shore i størrelsesorden 55-75 (?)). Dette vil kunne gi kunnskap om sammenhengen (kurveforløp) shore vs. dekkegenskaper (lineært, logaritmisk, S-kurve forløp).
- Teste SRTT («Standard Reference Test Tyre – referanse ifbm testing opp mot 3PMSF merking»).
 - Hvilken friksjon (trekkraft, bremselengde) oppnår en med SRTT (ulamellert rullemonster) i forhold til friksjon målt med standardisert friksjonsmåler (Oscar, RoAR). Hvor krevende er det «egentlig» å innfri kravet til 3PMSF (25 % bedre akselrasjonsegenskaper enn SRTT)?
 - Teste sideveis egenskaper (oppnådd friksjon/kraft) for SRTT m.fl. (statisk i og på tvers av kjøreretningen, sideveis i lav hastighet), eksempelvis ved hjelp av tungberger med vinsj? Sideveis egenskaper er av stor betydning, kanskje særlig med tanke på dekk til tilhengere. Her kan det være aktuelt (behov for) å utvide kunnskaps- og beslutningsgrunnlaget for i framtiden å kunne stille relevante krav til dekk og dekkutrustning.
- Levetid (kjørelengde) for seipede vs. useipede dekk. Mange vil mene/hevde at kjørelengden økes med seiping, men dokumentasjon på dette finnes så vidt en vet ikke. Gitt at seiping viser seg å øke levetiden vil økonomiske motiver i tillegg til sikkerhetsmessige gjøre det enklere å velge seipede/lamellerte varianter.
 - Muligens vanskelig å gjennomføre i praksis. Rutebuss i langkjøring kan kanskje være et aktuelt alternativ. Mener her en bør teste seipede og useipede varianter av både styr- og drivhjul.
 - Mulig å teste seip vs. ikke seip og SRTT innenfor «regimet» knyttet til «EU-labelling» (fuel efficiency, wet grip og external rolling noise)?
- Akselrasjonstesten i tilknytning til 3PMSF gir begrenset med informasjon. Testen gjennomføres på hardpakket snø. Sideveis egenskaper, samt egenskaper på våt is, følger derfor ikke av denne testen. Kanskje vil det være riktig å si at en mangler enkle og gode metoder/utstyr med tanke på testing av dekks vinteregenskaper? Bør en tenke i retning av utvikling av slikt utstyr/metoder? Kan for eksempel teknologien som benyttes i forbindelse med friksjonsmåling også benyttes (i større grad) i dekktestingsøyemed?
 - Eksempelvis i form av en buss eller lastebil oppbygd og instrumentert ala friksjonsmåleren Oscar med standard målehode(r) for måling av friksjon og oppskalert måleenhet(er) (marktrykk, hjulstørrelse, med mer) for testing av dekk til tunge kjøretøy. Ombygging av en buss kan kanskje være et godt alternativ da en her kan se for seg at det vil være plass til målehode(r) mellom styr- og drivhjul som følge av god/stor akselavstand. Skandinavisk eller nordisk/europeisk samarbeid vil kanskje være naturlig her.
 - Mulig/aktuelt å nedskalere storbildekk (SRTT m.fl.) til personbildekkstørrelse? Kunne da testet ulike egenskaper ved hjelp av friksjonsmåler Oscar.

7. Referanser

- (1) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A42011X1123%2803%29>
- (2) <https://www.vegvesen.no/kjoretoy/yrkestransport/dekk-og-kjetting>
- (3) <https://www.nokianheavytyres.no/dekk/lastebiler-og-busser/vinterdekkmerking/>
- (4) Gryteselv, D., Nonstad, B., Lysbakken, K.R., m.fl., 2018, «Opplæring i vinterdrift for operatører, Driftskontrakter med oppstart i 2018», STATENS VEGVESEN RAPORTER NR. 673, 2018.
- (5) Hagen, P.C., 2010, «Innføring i sannsynlighetsregning og statistikk», Cappelen akademisk forlag, 6. utgave s. 340, 2011
- (6) Hjort, M., 2019, «Mönsterdjupets inverkan på väggrepp på is for släpvagnsdäck til tunga fordon», VTI notat 3-2019 (www.vti.se/vti/publikationer).
- (7) https://www.google.com/search?q=micelin+multiway+3d+2016+295/80r22.5&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=01hJXNWxs76NCM%253A%252CZ6HUA_hUTA4G-M%252C_&vet=1&usg=AI4_-kRny4_7T4QExTGcitVsFHG9yHD_1A&sa=X&ved=2ahUKEwjd-8_Ip8DiAhUPxqYKHX9uC0YQ9QEwBH0ECAkQDA#imgrc=01hJXNWxs76NCM:&vet=1&spf=1559118111691

Vedlegg 1 – bilder av dekkkombinasjonene

Styrhjul til venstre, drivhjul til høyre

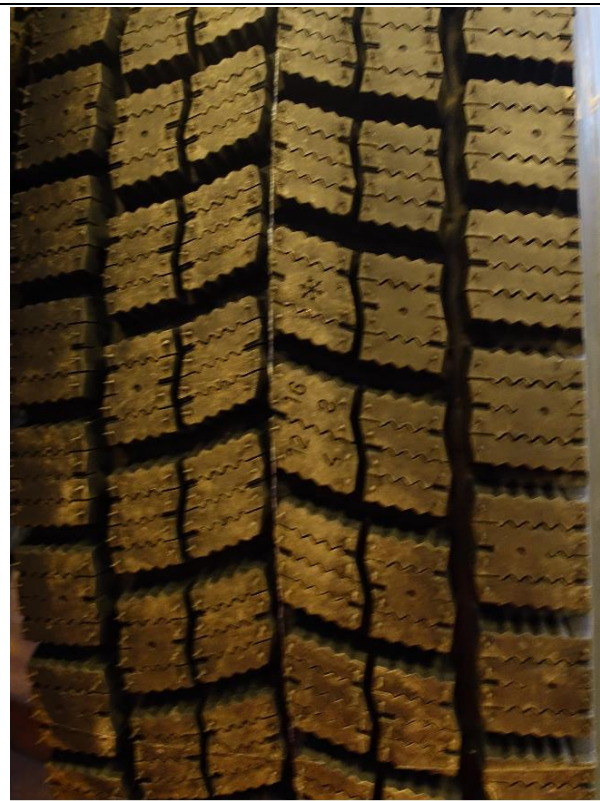


(mangler bilde fra testen – hentet bilde av samme type dekk på nettet) (7)



(mangler bilde fra testen – hentet bilde av samme type dekk på nettet) (7)

Dag 1 – kombinasjon nr. 1. Rullemonster styr (grovlamellert), nordisk vintermonster driv. Noe brukte m/seip* på driv.



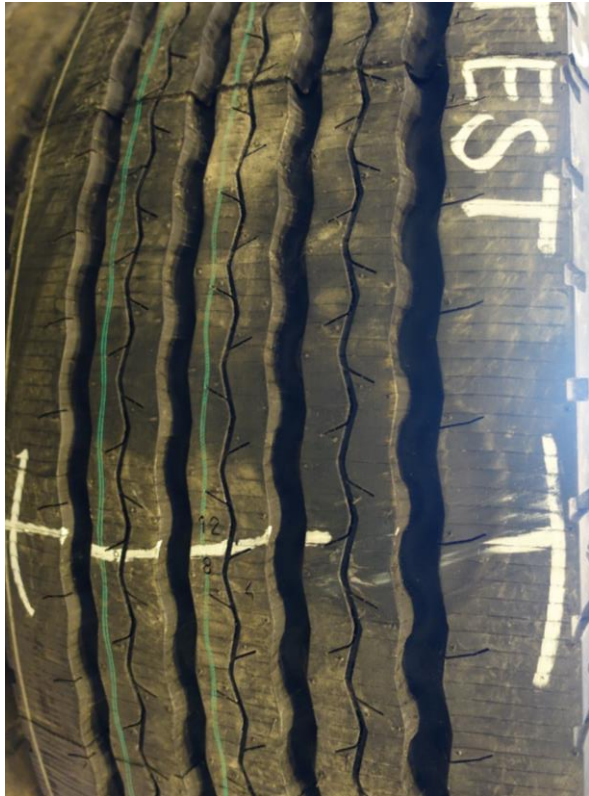
Dag 1 – kombinasjon nr. 3. Knast-/rullemonster styr, nordisk vintermonster driv. Nye/ubrukte m/seip* på driv.



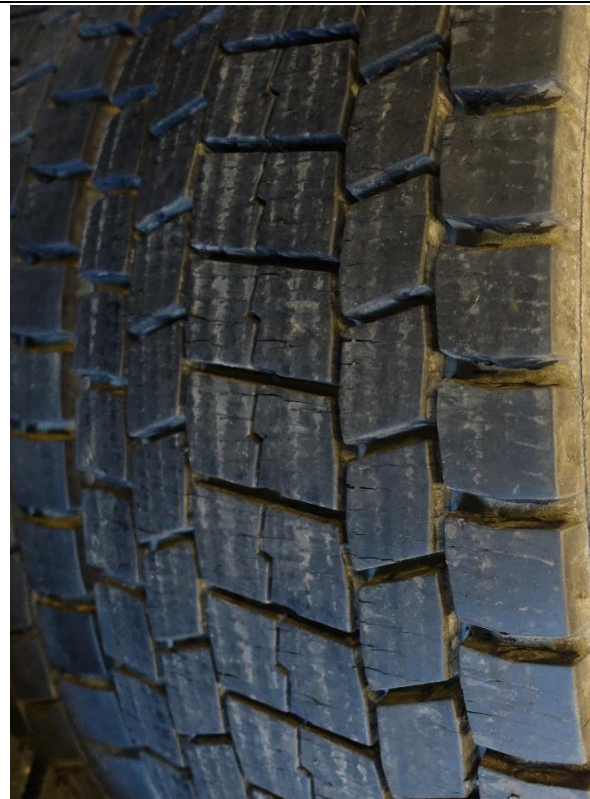
Dag 1 – kombinasjon nr. 4. Knast-/rullemonster styr, knastmonster (grovlamellert) driv. Nye/ubrukte m/seip styr og driv.



Dag 1 – kombinasjon nr. 5. Rullemonster styr, kontinentalt monster (grov knastet) driv. Nye/ubrukte u/seip



Dag 1 – kombinasjon nr. 6. Rullemønster styr, kontinentalt mønster (grov knastet) driv. Nye/ubrukte m/seip styr og driv.



Dag 1 – kombinasjon nr. 7. Knast-/rullemønster styr, knastmønster (grovlamellert) driv. «Halvslitte» m/seip styr og driv.

Mangler bilde
(samme dekk som over u/seip)

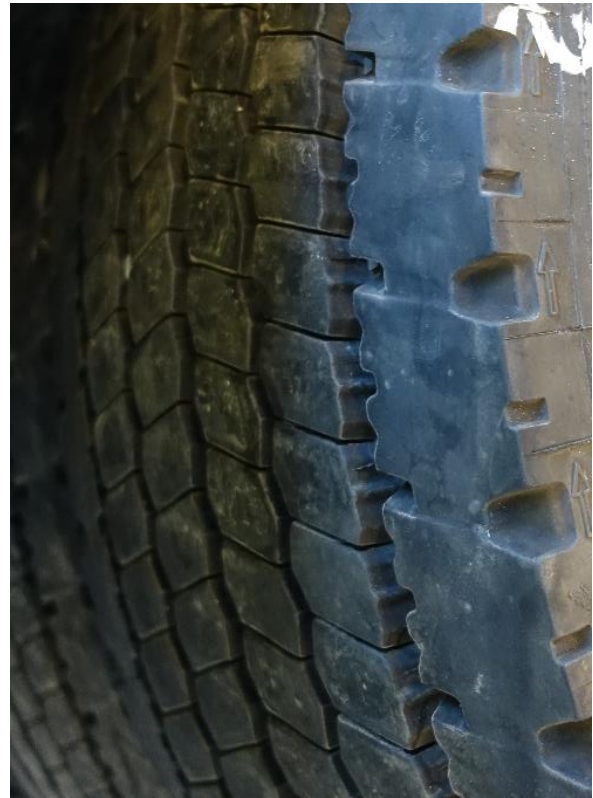
Mangler bilde
(samme dekk som over u/seip)

Dag 1 – kombinasjon nr. 8. Knast-/rullemonster styr, knastmonster (grovlamellert) driv. «Halvslitte» u/seip.

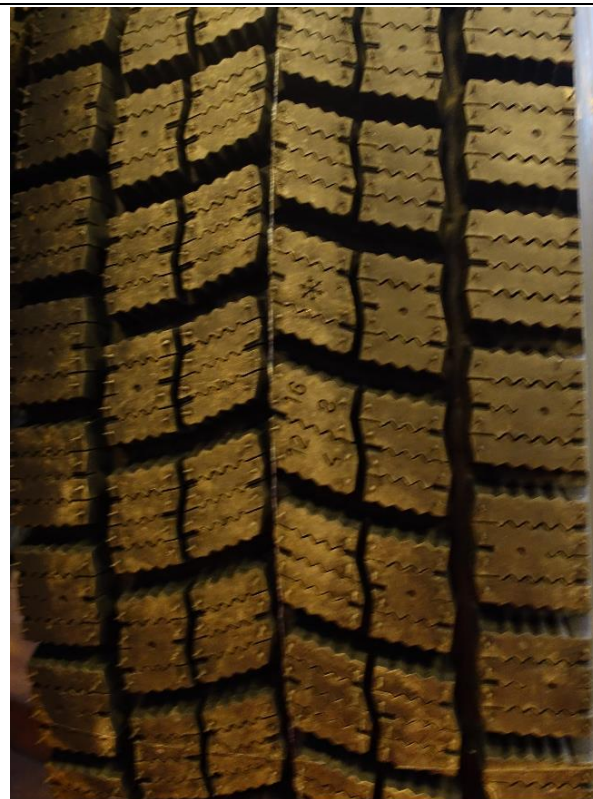
Mangler bilde
(samme dekk som over)

Mangler bilde
(«halvslitt» variant av dekket i kombin. 3)

Dag 1 – kombinasjon nr. 9. Knast-/rullemonster styr, nordisk vintermonster driv. «Halvslitte» m/seip* driv.



Dag 1 – kombinasjon nr. 10. Rullemønster styr, knast-/rullemønster (grovlamellert) driv. «Halvslitte» u/seip.



Dag 2 – kombinasjon nr. 1. Rullemønster styr, nordisk vintermønster driv. Halvslitte styr, nye/ubrukte m/seip* driv.

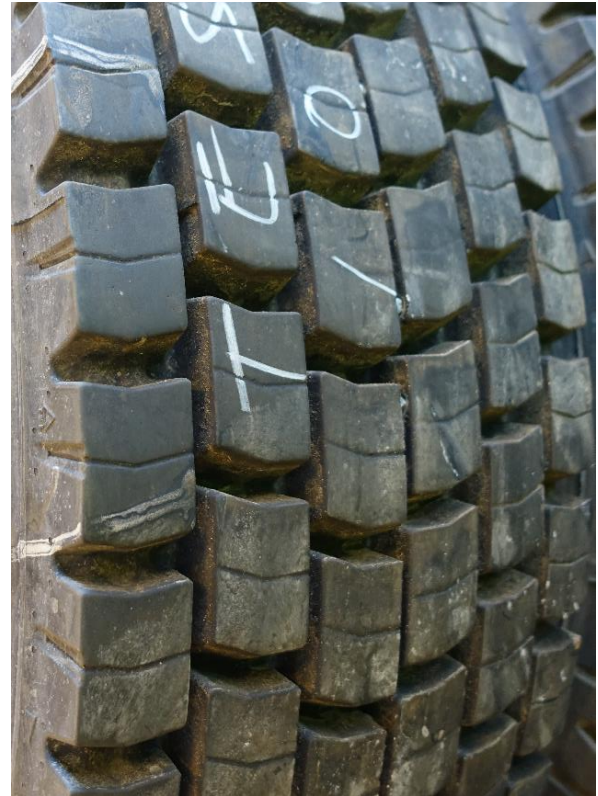


Mangler bilde
(samme dekk som nedenfor u/seip)

Dag 2 – kombinasjon nr. 2. Rullemønster styr, knastmønster (grovlamellert) driv. Halvslitte styr, nye/ubrukte u/seip driv.



Dag 2 – kombinasjon nr. 3. Rullemønster styr, knastmønster (grovlamellert) driv. Halvslitte styr, nye/ubrukte m/seip driv.



Dag 2 – kombinasjon nr. 4. Rullemønster styr, kontinentalt mønster (grov knastet) driv. Halvslitte styr, nye u/seip driv.



Dag 2 – kombinasjon nr. 5. Rullemønster styr, kontinentalt mønster (grov knastet) driv. Halvslitte styr, nye m/seip driv.



Mangler bilde
(samme dekk som nedenfor)

Dag 2 – kombinasjon nr. 6. Rullemonster styr, nordisk vintermonster driv. Halvslitte styr, noe brukte m/seip* på driv.



(mangler bilde fra testen – hentet bilde av samme type dekk på nettet) (7)



(mangler bilde fra testen – hentet bilde av samme type dekk på nettet) (7)

Dag 2 – kombinasjon nr. 7. Rullemonster styr (grovlamellert), nordisk vintermonster driv. Noe brukte m/seip* på driv.

Vedlegg 2 – friksjonslogg

24/1-14 Bonli I

| Vandstn | Santen | Høyne |
|---------------|---------------|---------------|
| V 0937 (0,28) | V 0944 (0,28) | V 0948 (0,28) |
| H 0941 (0,29) | H 0946 (0,28) | H 0950 (0,28) |
| | | Høyne |
| | | V 1056 (0,28) |
| | | H 1058 (0,26) |
| | | V 1100 (0,27) |
| | | H 1103 (0,25) |

~~1200~~

| Vandstn | Vandstue |
|---------------|---------------|
| V 1200 (0,25) | V 1435 (0,28) |
| H 1202 (0,28) | H 1437 (0,25) |
| V 1311 (0,28) | V 1510 (0,27) |
| H 1313 (0,28) | H 1512 (0,25) |
| V 1345 (0,29) | V 1536 (0,27) |
| H 1348 (0,26) | H 1539 (0,25) |
| V 1412 (0,29) | |
| H 1415 (0,25) | |

| Santen | Høyne |
|---------------|-------|
| V 1591 (0,27) | |
| H 1544 (0,27) | |
| V 1614 | 0,24 |
| V 1634 | 0,26 |

Felt 8 132 ~ 135-180
 " 9 186 ~ 190-240
 " 1 310 ~ 315-345
 " 2 350 ~ 355-390
 " 3 395 ~ 400-445
 " 4 448 ~ 450-495
 " 5 500 ~ 510-550
 " 6 553 ~ 560-605
 " 7 608 ~ 610-640

etter høyligns

| Vandstn | |
|---------|------|
| V 1418 | 0,27 |
| H 1420 | 0,30 |

| Santen | |
|--------|------|
| V 1422 | 0,29 |
| H 1424 | 0,28 |

| Høyne | |
|-------|------|
| 1426 | 0,29 |
| 1428 | 0,30 |

25/1-14

| Vandstn | Santen | Høyne |
|---------------|---------------|-------------|
| V 0852 (0,29) | V 0856 (0,31) | 0900 (0,31) |
| H 0854 (0,27) | H 0858 (0,31) | 0903 (0,30) |

| Santen | |
|---------------|------|
| V 1001 (0,32) | |
| H 1005 (0,32) | |
| V 1018 (0,32) | |
| H 1023 (0,31) | |
| V 1110 | 0,25 |
| H 1112 | 0,25 |
| V 1132 | 0,22 |
| V 1154 | 0,25 |
| H 1200 | 0,24 |
| V 1243 | 0,24 |
| H 1246 | 0,24 |
| V 1315 | 0,28 |
| H 1322 | 0,26 |
| V 1328 | 0,28 |
| V 1354 | 0,29 |
| H 1357 | 0,28 |

| Høyne | |
|--------|------|
| V 1250 | 1,23 |
| V 1435 | |
| H 1438 | |
| V 1512 | |
| H 1514 | |



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 6706 Etterstad 0609 OSLO
Tlf: (+47) 22073000
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen