



Statens vegvesen

Asfaltdekkers friksjonsegenskaper Rapportering av friksjonsmålinger på utvalgte dekker i Region nord 2004-2008

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2549



Vegteknologiseksjonen
Dato: 2009-01-21



Statens vegvesen

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2549

Tittel

Asfaltdekkers friksjonsegenskaper Rapportering av friksjonsmålinger på utvalgte dekker i Region nord 2004-2008

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Vegard Løkken Opsahl, Vegteknologi, Teknologiavdelingen

Dato:

2009-01-21

Saksbehandler

Vegard Løkken Opsahl, Vegteknologi, Teknologia-

Prosjektnr:

Kontrollert av

Joralf Aurstad, Vegteknologi, Teknologiavdelingen

Antall sider og vedlegg:

20

Sammendrag

Denne rapporten er en oppsummering av systematiske friksjonsmålinger gjort med Region midt sitt utstyr (ROAR Mk III) i Region nord fra 2004-2008. Det er målt med fast- og variabel slipp i 40 km/t, 60 km/t og 80 km/t. Hver strekning er ca 1500 m. Data fra målingene er bearbeidet manuelt. En må ha mulige feilkilder i bakhodet når en vurderer resultatene. For eksempel kan variasjoner i sporvalg, tid på året, klima forut for målingene (tørke kontra mye nedbør) gi naturlig variasjon i friksjonen. Det er også gjort noen endringer med utstyret i løpet av denne perioden, så de første årene må ses på som en "innkjøringsperiode".

De målte dekkene med største steinstørrelse 16 mm (Ska, Ab, Agb og Ma) har en gjennomsnittlig friksjonskoeffisient på ca. 0,60-0,70. Agb 11 massen som er målt ligger på ca $\mu = 0,50$ i friksjon. Dekkerreseptene varierer mellom de forskjellige strekningene. Kvaliteten på det groveste tilslaget har mye å si for poleringsegenskapene, og dette er ikke vurdert i dette prosjektet. På lavtrafikkerte veger, hvor polering er et mindre problem, viser resultatene at en med fordel kan velge 16-masser. Da utnytter en også de gode slitaseegenskapene disse ofte har. For høgtrafikkerte veger hvor det er problemer med polering og støy i sommerhalvåret, bør en nok velge dekker med lavere steinstørrelse.

Det ser ut til å være en god sammenheng mellom den målte friksjonen og hastigheten målingene er utført med, men en har ikke kunnet påvise at friksjonens hastighetsavhengighet er forskjellig for de ulike dekketyperne. En kartlegging av flere høgtrafikkerte dekker må gjøres. Dette vil være mulig når alle friksjonsmålingene som er utført til nå er lagt inn i NVDB.

Summary

This report shows the results from friction measurements on different road sections in the northern parts of Norway. They represent typical low volume roads with different climate conditions. The pavements are SMA (Stone mastic asphalt), AC (Asphalt concrete) and SA (Soft asphalt) with maximal aggregate size of 11 and 16 mm. Data has been collected with ROAR III from 2004-2008. Measurements have been done in 40 km/h, 60 km/h and 80 km/h. Each section investigated is about 1500 m.

It seems like the pavements with 16 mm aggregates gives the best friction values on these types of roads. There seems to be a good correlation between the measured friction and the speed of the measuring equipment. Many variables have to be taken into account when we consider friction, and there are many sources of error. Some of them are discussed in this report.

Emneord:

friksjon, ROAR, asfalt, vegdekke

Innhold

1	Innledning.....	4
2	Beskrivelse av måleutstyr.....	5
2.1	Friksjonsmåleren ROAR Mark III	5
2.2	Måling av tekstur.....	6
3	Beskrivelse av forsøksrekninger	8
4	Hensyn å ta ved vurdering av resultatene.....	9
4.1	Sesongvariasjon.....	9
4.2	Målehjul	9
5	Resultater.....	11
5.1	Målt friksjon i 60 km/t 2004-2008	11
5.2	Friksjon på Ab 2004-2008.....	12
5.3	Friksjon på Ab 16 2004-2008.....	12
5.4	Friksjon og endring over tid	13
5.5	Friksjon og fart	13
5.6	Friksjon og tekstur, Agb 11 og Agb 16.....	14
5.7	Bruk av 90/10-verdier for friksjon	15
5.8	Normalisert friksjon	16
6	Diskusjon.....	17
6.1	Målt friksjon i 60 km/t 2004-2008	17
6.2	Friksjon på Ab 2004-2008.....	17
6.3	Friksjon på Ab 16 2004-2008.....	17
6.4	Friksjonsendringer over tid	17
6.5	Friksjon og fart	17
6.6	Friksjon og tekstur, Agb 11 og Agb 16.....	18
6.7	Bruk av 90/10-verdier for friksjon	18
6.8	Normalisert friksjon	18
7	Oppsummering/feilkilder	19

1 Innledning

Det har vært mye fokus på det groveste tilslaget i dekker og hvordan dette påvirker styrken og friksjon. På 90-tallet ble det lagt mange dekker med øvre steinstørrelse på 16 mm. En trodde at et det var gunstig med et så grovt tilslag som mulig med tanke på slitasjeegenskapene, drenering og friksjon. De grove tilslagene gav imidlertid problemer med separasjon og en måtte være spesielt nøye ved utlegging. I de senere år har en gått ned igjen på maks steinstørrelse til 11 mm og 8 mm. Slike masser blir mer homogene. Reduksjonen har til nå ikke vist seg å ha noen negative konsekvenser.

Statens vegvesen har et prosjekt som omfatter måling av friksjon hvert år på en rekke faste strekninger rundt om i landet ved hjelp av ROAR. Prosjektet startet i 2004. Data behandlet i denne rapporten kommer fra strekningene som befinner seg i Region nord hvor målingene har vært mest systematisk gjennomført, blant annet når det gjelder tidspunkt (august hvert år). De målte strekningene har forskjellige dekketyper og trafikkbelastninger, men ingen kan beskrives som høgtrafikkerte. I resultatdelen presenteres gjennomsnittstall og forskjellige sammenhenger mellom friksjon, dekketyper, hastighet og lignende.

I dette prosjektet har målsettingen blant annet vært å vurdere friksjonstallene for forskjellige dekketyper med forskjellig grovhet i tilslaget. Forhåpentligvis vil det være mulig å se nærmere på hva dekketype og tilslag har å si for friksjonen. I SVV Håndbok 018 og 111 er det gitt krav til friksjonen på vegdekker. Målte friksjons koeffisienter, μ -våt, skal være over 0,4 på sommerføre i hele dekkets levetid. Med tanke på at Statens vegvesen ikke driver drift og vedlikehold av vegene selv (funksjonskontrakter hvor entreprenører har ansvaret for dekket) er det viktig med kontroller slik at dette kravet overholdes.

Trondheim, januar 2009

Vegard Løkken Opsahl
Vegteknologi, Teknologivdelingen i Vegdirektoratet

2 Beskrivelse av måleutstyr

2.1 Friksjonsmåleren ROAR Mark III

ROAR er dagens mest brukte friksjonsmåler for sommermåling av friksjon i Norge. Det er en enhet stasjonert i hver av Vegvesenets 5 regioner. I dette prosjektet er det bare friksjonsmålinger fra ROAR som har blitt brukt. Dette er et avansert system, men det er også forholdsvis kompakt og enkelt å bruke, så det kan måles mange kilometer veg på kort tid. For at utstyret skal fungere optimalt kalibreres alle målerne mot hverandre flere ganger i året og mot referansemålestyret OSCAR. Dette sikrer god korrelasjon mellom gamle og nye målinger.

Målefiler med informasjon om friksjonsforhold, klima, målesystemets status osv gis for hver 5. meter (per 10 meter for vintermålinger). Disse verdiene er gjennomsnitt av flere målinger da oppløsningen utstyret har er større. Dette gjelder for måling med fast slipp. (Nonstad 2005)



Figur 1 Målebil med utstyret ROAR montert (Opsahl 2006.)

Basisenheten består av en hydraulisk bremsemaskin med et standard ASTM E-1551 8" testhjul. Enheten kan brukes til fastslipp og variabelslipp. Målingene kan gjøres i fart fra 20 km/t til 130 km/t. Med ytre mål på 65 cm x 65 cm kan den enkelt monteres på mange kjøretøy, se Figur 2. Systemet har en hovedkontrollboks med en industridatamaskin som må installeres i en oppvarmet kabin. Hengeren er utstyrt med vanntank for å kunne legge en vannfilm foran målehjulet for måling av våtfriksjon (standard prosedyre for sommermåling).

ROAR Mark III måler med disse målemodusene:

- Den gamle industristandarden CFME (Continuous Friction Measuring Equipment), fast slipp. ROAR måler:
 - Bremsfriksjonskraft med tette avlesninger langs etter vegen. Ca 1 måling per meter.
 - Rotasjonsfarten til målehjulet og farten til bilen
 - Lufttemperaturen ca 20 cm over vegoverflaten.

- Den nye industristandarden med variabelslipp. Dvs bremsefriksjonen måles variabelt fra 0 til 100 % slipp. Hver måling tar 0,5 sekunder og det regnes ut en gjennomsnittsfriksjon per 20 meter.



Figur 2 ROARD Mk III montert på tilhenger

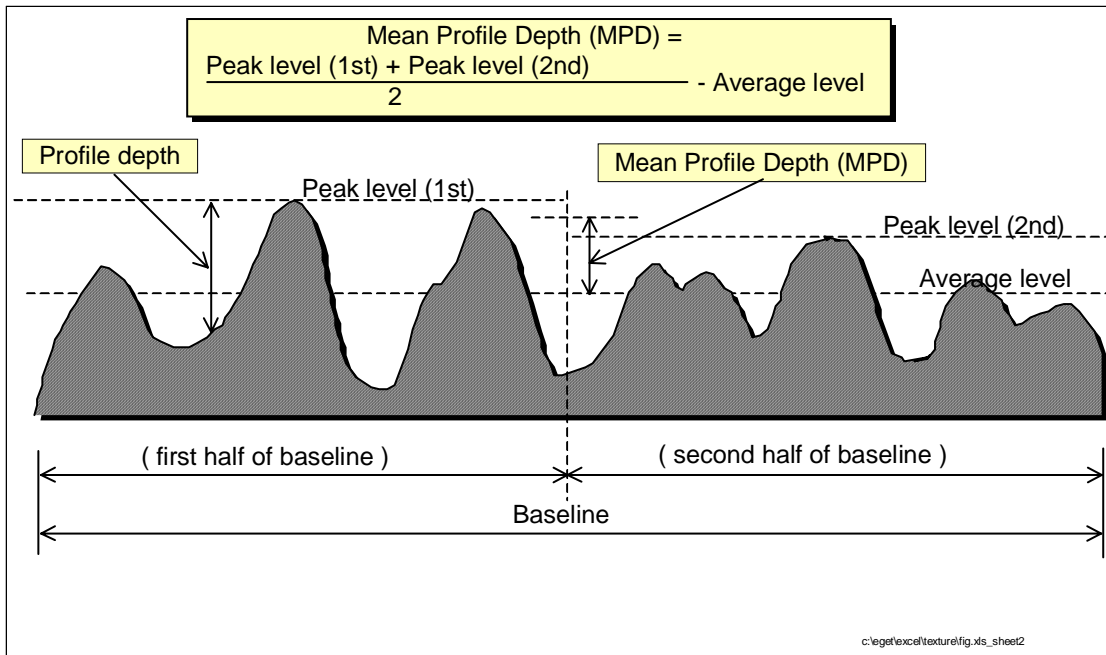
Siden ROAR kan måle både med fastslipp, og med variabelslipp er det også viktig å kontrollere om målingene gir de samme resultatene på en og samme strekning. Programvaren og dermed noen av innstillingene i ROAR har blitt endret fra 2004. Derfor er det knyttet noe usikkerhet til om målingene fra forskjellige år, spesielt for variabel slipp, er 100 % sammenlignbare.

Per i dag finnes det en veiledning for bruk av ROAR på vinterføre som tilsier at det skal måles i 60 km/t (så fremt forholdene tilsier det) med 20 % fastslipp med et rillet måledekk. For sommermålinger skal det måles i 60 km/t med variabelslipp og 0,5 mm vannfilm (Per Harald Hansen 2006). Målehastigheten er meget viktig ved målinger på sommeren. Endringer i denne fører til endringer i friksjonsverdi.

2.2 Måling av tekstur

Makroteksturen beskrives ofte med parameteren Mean Profile Depth (MPD). Denne kalkuleres ved hjelp av formlene som er vist i Figur 3. Baselinjen er fastsatt til 100 mm. En får da en MPD-verdi per 100 mm langs vegen. Det brukes laser montert på en målebil for denne typen måling. Den kartlegger en stripe av vegdekke langs kjøreretningen. Nå utvikles mer avansert utstyr som kan kartlegges teksturen over hele kjørefeltet, men det er den gamle metoden som ligger til grunn for MPD-data vi har i NVDB.

En kan også måle tekstur ved å regne ut volumet i en overflate. Dett gjøres med sandflekkmotoden. Denne metoden gir parameteren Mean Texture Depth (MTD). Sammenhengen mellom MPD og MTD er testet i flere forsøk og det er vist god korrelasjon. (Haugødegård 2006) og (Værnes 2006)



Figur 3 Beskrivelse av tekstur og utregning av MPD

3 Beskrivelse av forsøksstrekninger

Undersøkelsen omfatter ca. 20 forholdsvis korte vegstrekninger som hver har en lengde på ca 1500 m. Strekningene befinner seg i Region nord (Nordland, Troms og Finnmark), og de ligger både på kysten, i fjellet og i innlandet.

Strekningene omfatter mange dekketyper med forskjellige tilslag; Ska, Ab, Agb, Ma, Betong og Eo. Utfyllende informasjon om nøyaktig geografisk plassering, ÅDT, dekkeinfo med mer er gitt i Tabell 1.

Tabell 1 Oversikt over strekningene

Testfelt	Fylke	Vegnr	Hp	Km fra [m]	Km til [m]	Lengde	Felt nr.	Dekketype	Dekke lagt	ÅDT
N 1	18	EV 6	3	340	740	400	1	Ab11	22.06.2005	5231
N 2	18	EV 6	4	7716	8870	1154	1	Agb11	11.07.2005	1365
				8870	7716	1154	2	Agb11	11.07.2005	1365
N 3	18	EV 6	12	0	1500	1500	1	Ab16	11.06.2004	6381
N 4-5*	18	EV 6	15	21000	24200	3200	1	Ma16/Eo	12.07.1991	830
N 6	18	EV 6	17	14500	16000	1500	1	Agb16	10.07.1995	1057
N 7	18	RV 80	4	4240	4580	340	1	Ska16	13.06.2002	8200
				4580	5500	920	1	Ska16	30.06.1998	8400
N 10	19	EV 6	8	7500	8300	800	1	Ab16	05.09.1999	5200
N 11	19	EV 6	8	15000	16700	1700	1	Agb16	24.06.2004	3875
N 13	19	RV 862	1	2500	4800	2300	1	Frp	12.05.2004	5770
N 14-15	19	RV 863	1	18200	19500	1300	1	Ma16	10.06.2004	600
N 16	20	EV 75	4	12228/12000	13500	1500	1	Ab16	19.07.2001	1900
N 17	20	RV 92	8	7500	9000	1500	1	Ma16	18.09.1996	750
N 18	20	EV 69	9	5500	7500	2000	1	Ma16	30.09.2004	330
N 19	18	EV 10	28	21500	23000	1500	1	Agb11	05.07.2005	954
N 20	20	FV 341	1	860	2500	1640	1	Eo	14.06.1995	130

*Frp er frest betong.

Dekketypene og trafikkmengdene er ganske forskjellige. I løpet av august eller september i 2004, 2005, 2006, 2007 og 2008 er det gjennomført målinger med ROAR-Mark III måleutstyr.

Hvert år er det målt friksjon med fast- og variabel slipp i 40, 60 og 80 km/t. Ut fra dette er det kalkulert parametere som: Gjennomsnittsverdier, minimumsverdier, maksimumsverdier, 90/10-verdier, % under en friksjonskoeffisient på 0,4 osv. Totalt er over 700 målefiler behandlet. Om vi sier at hver strekning er på ca 1500 m gir dette over 1000 målte km.

Nummereringen var i utgangspunktet slik at felt N1 befant seg lengst sør, for så å ha stigende nummer lenger nordover. Siden 2004 er det gjort noen små endringer med hvilke felt som var interessante så listen fra N1-N20 er ikke helt komplett.

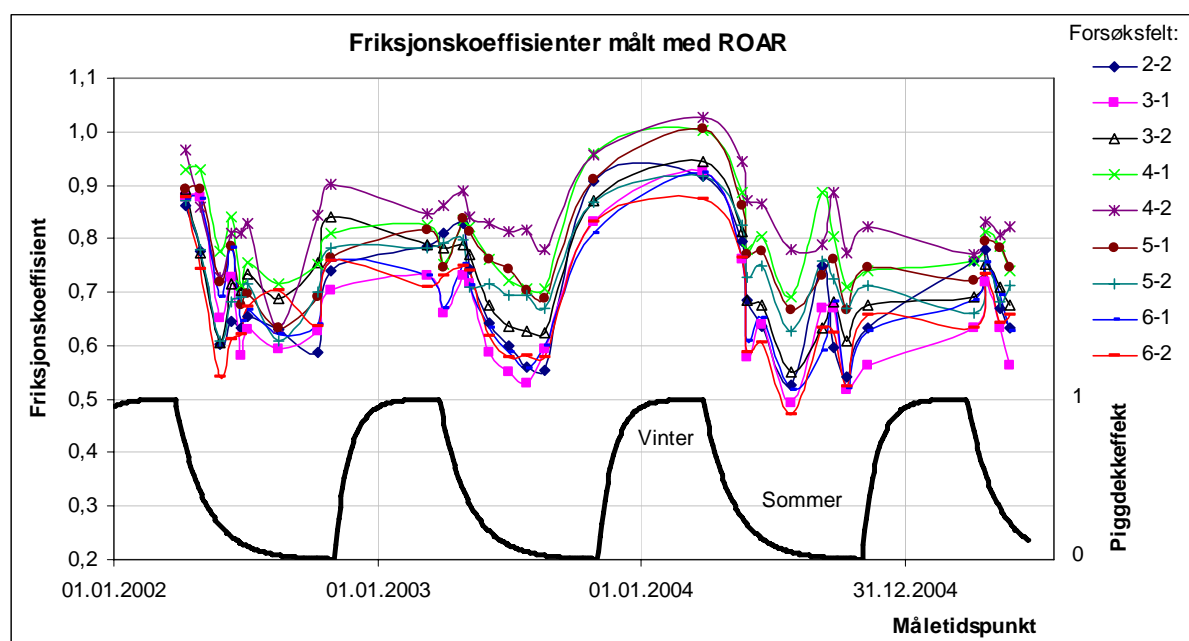
Her er en liten oversikt:

- Nordland. N1-N7 og N19. Lokalisert på E6, E10 og RV80 med ÅDT på 750-8000.
- Troms. N10-N15. Lokalisert på E6, RV862 og RV863 med ÅDT på 600-5000.
- Finnmark. N16-N18 og N20. E10, E69, E75, RV92 og FV341 med ÅDT på 130-2000.

4 Hensyn å ta ved vurdering av resultatene

4.1 Sesongvariasjon

Norske klimaforhold gir store utfordringer med tanke på proporsjonering av asfaltmasser. Dekket må tåle store temperatursvingninger gjennom året og det må være veldig slitesterkt på grunn av piggdekkbruken. Dette fører til et fenomen med veldig gode friksjonsforhold om våren etter piggdekkenes slitasje og oppruing gjennom vintersesongen. I løpet av sommeren poleres dekkene og friksjonen går ned mot høsten. Dette fenomenet er grundig dokumentert gjennom SIV, Spor i veg, se Figur 4. (Horvli med flere 2006)



Figur 4 Friksjonsendringer gjennom året (Horvli med flere 2006)

Friksjonsmålinger påvirkes av naturlige og unaturlige forurensninger. Dette er forhold det kan være vanskelig å forutse, men det er viktig å ha det i tankene når en bearbeider friksjonsdata. I ekstreme perioder kan pollen gi lave målinger. Store mengder støv av forskjellig art har den samme effekten. På høsten kan fuktige blader i vegbanen gi lokalt glatte kjøreforhold. Punktutslipp som for eksempel oljesøl og lignende er også eksempel på forhold som kan gi lavere friksjon. Ofte ser en etter kritiske friksjonsverdier eller kritiske områder på en vegstrekning. Da er det viktig å kunne skille ut slike feilkilder som ikke er direkte knyttet til selve dekket og eventuelt sette inn riktige tiltak.

4.2 Målehjul

Det finnes mange forskjellige målehjul på markedet, men for å få god repeterbarhet mellom målingene er det viktig at målehjulene er mest mulig like. Ofte brukes glatte måledekk i forskningssammenheng. Mønstrede dekk gir kanskje et mer realistisk bilde av friksjonsforholdene for normale kjøretøy, men de er ikke like følsomme for makroteksturens innvirkning på friksjonen (Egset 1993). For sommermålinger brukes et standardisert glatt måledekk på ROAR, og på vintermålinger brukes et rillet dekk.

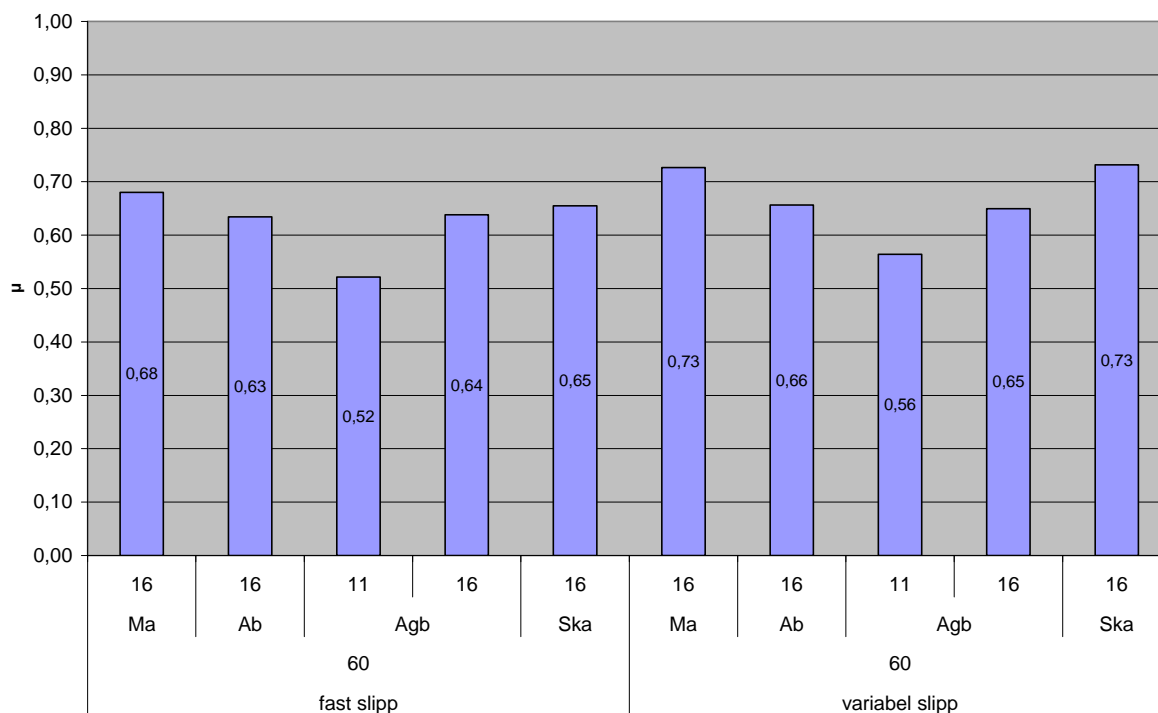
Gummiblandingen i dekkene har også mye å si for hvordan resultatet av friksjonsmålingene blir. Dette er enkelt å forstå ved å sammenligne vanlige sommer- og vinterdekk. Vinterdekk har dårligere friksjon på sommerføre i varmt vær enn et sommerdekk har under de samme forholdene. På vinteren med lave temperaturer har det hardere sommerdekket dårligere friksjon enn vinterdekket. Det er derfor enkelt å forstå at gummiblandingen i måledekk kan utgjøre en stor variabel.

For små og enkle målere spiller ikke dekkutformingene en så viktig rolle. Derimot på de store målerne som brukes i høyere hastigheter er måledekkene veldig viktige. Spesielt med tanke på dreneringsevne av vann i større hastighet. Vannplaning kan oppheve all kontakten mellom målehjul og underlaget ved de mest ugunstige forholdene.

5 Resultater

Datamengden i dette prosjektet er stor og det er dermed mulig å regne ut gjennomsnittsverdier basert på mange enkeltverdier. En kan for eksempel skille på massetype, år, målemetode osv. Verdiene i resultatene i dette kapittelet består derfor ikke bare av en enkelt måling. I hovedsak er det brukt målinger utført i 60 km/t da dette er farten som er spesifisert for måling på sommeren.

5.1 Målt friksjon i 60 km/t 2004-2008



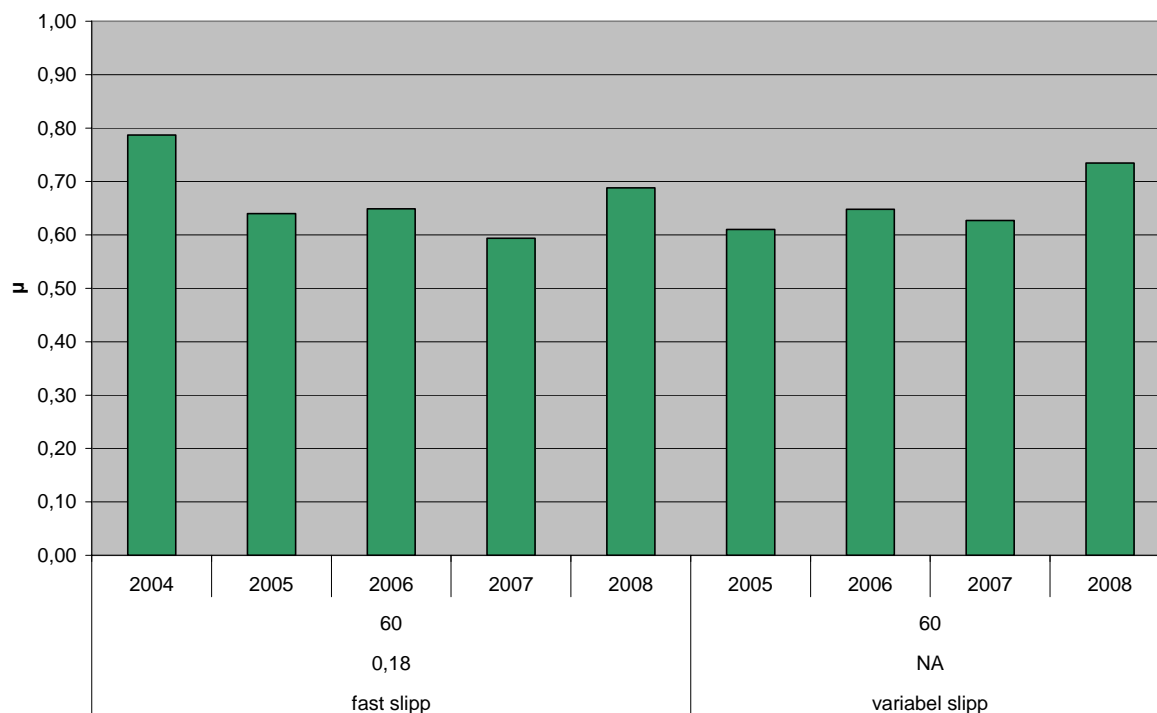
Figur 5 Friksjon målt i 60 km/t. Ulike dekker Region nord 2004-2008

Figur 5 viser gjennomsnittsverdien av alle målingene kjørt i 60 km/t fra 2004-2008, fordelt på dekktype. Tabell 2 viser de samme verdiene men inkluderer også standardavvik og 90/10-verdier. 90/10-verdier brukes ofte i forbindelse med spor og jevnhet, og kan kanskje også være aktuelt for friksjon. En kan tydelig se at 90/10-verdiene betydelig lavere enn gjennomsnittsverdiene for friksjonen.

Tabell 2 Friksjon målt i 60 km/t, målemetode, og 90/10-verdier

Masse	Slipptype	Friksjon	Standardavvik	90/10
Ma 16	FS 18%	0,68	0,07	0,57
Ab 16	FS 18%	0,63	0,05	0,54
Agb 11	FS 18%	0,52	0,05	0,46
Agb 16	FS 18%	0,64	0,05	0,52
Ska 16	FS 18%	0,65	0,07	0,58
Ma 16	VS	0,73	0,11	0,61
Ab 16	VS	0,66	0,09	0,58
Abg 11	VS	0,56	0,07	0,48
Agb 16	VS	0,65	0,08	0,57
Ska 16	VS	0,73	0,09	0,64

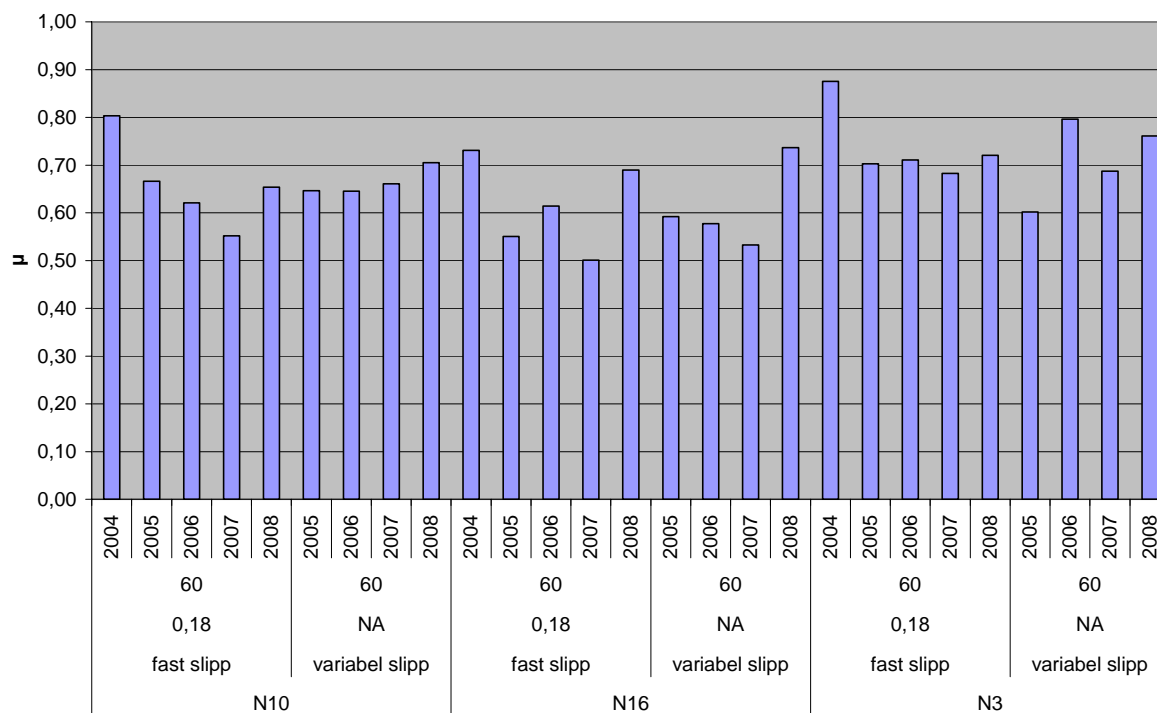
5.2 Friksjon på Ab 2004-2008



Figur 6 Friksjon på Ab, Region nord, 60 km/t, utvalgte strekninger

Her er gjennomsnittsverdien av alle målingene gjort på Ab-dekker. Her kan en se de årlige variasjonene.

5.3 Friksjon på Ab 16 2004-2008



Figur 7 Friksjonsutviklingen på noen utvalgte strekninger. 2004-2008, Ab 16

Her er hver enkelt strekning med Ab 16 skilt ut for å studere variasjonene fra Figur 7 nærmere.

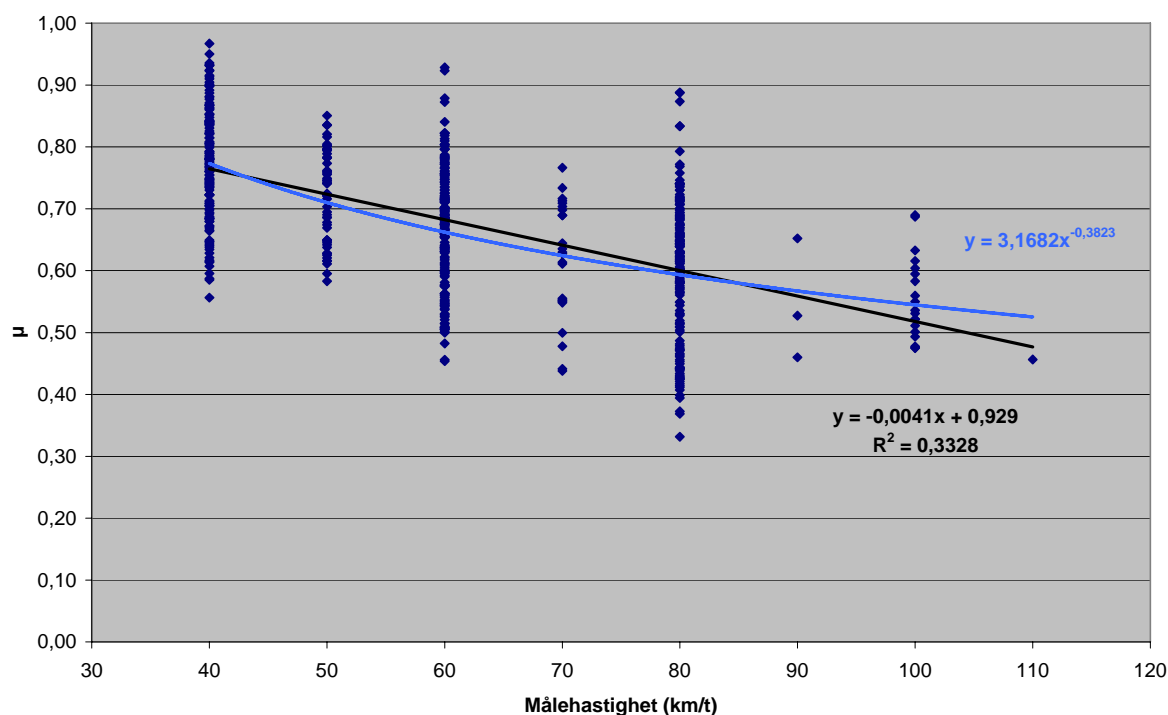
5.4 Friksjon og endring over tid

Tabell 3 Friksjonsverdier per år

År	Fast slipp	Std. avvik.	Variabel slipp	Std. avvik.
2004	0,79			
2005	0,64		0,61	
2006	0,65	0,06	0,65	0,12
2007	0,59	0,06	0,63	0,09
2008	0,69	0,04	0,73	0,07
Gjennomsnitt	0,68	0,05	0,66	0,09

Friksjonsverdiene er gjennomsnitt for alle målingene fra alle felt gjort i 60 km/t. Det er bare skilt på fast slipp og variabel slipp. Først i 2006 ble det regnet ut standardavvik. Det er viktig å huske på at variabel slipp data foreligger per 20 m, og fast slipp per 5 m.

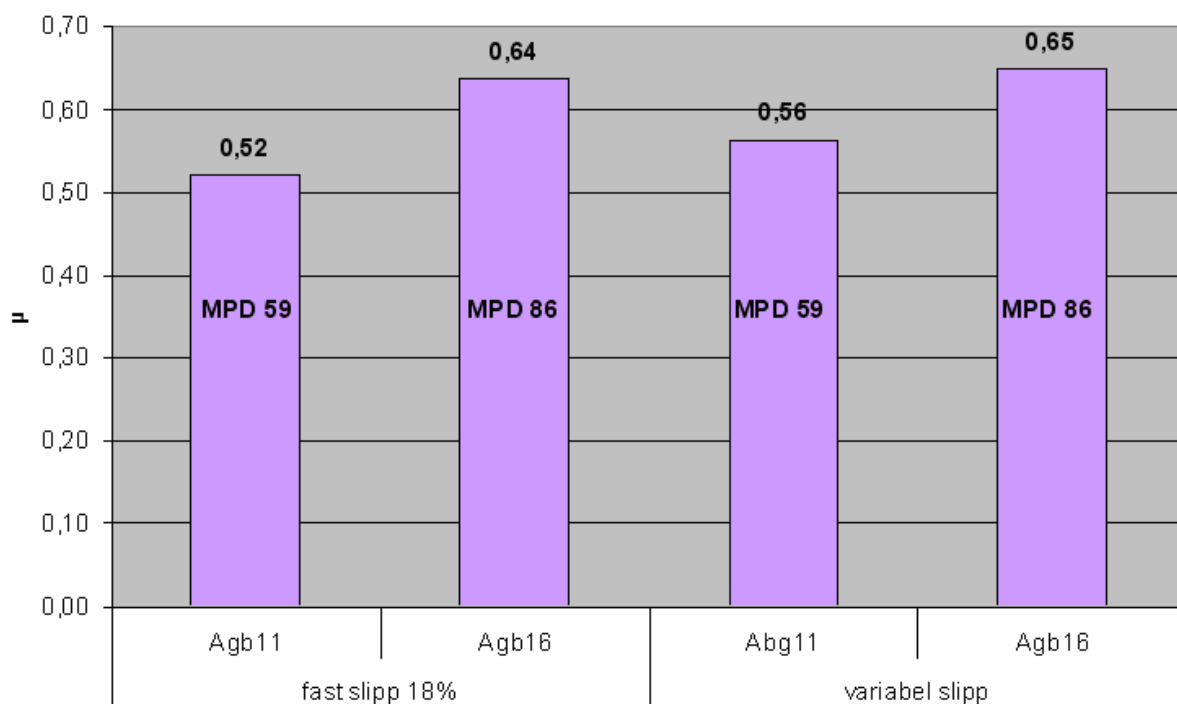
5.5 Friksjon og fart



Figur 8 Fart og friksjon, fast og variabel slipp

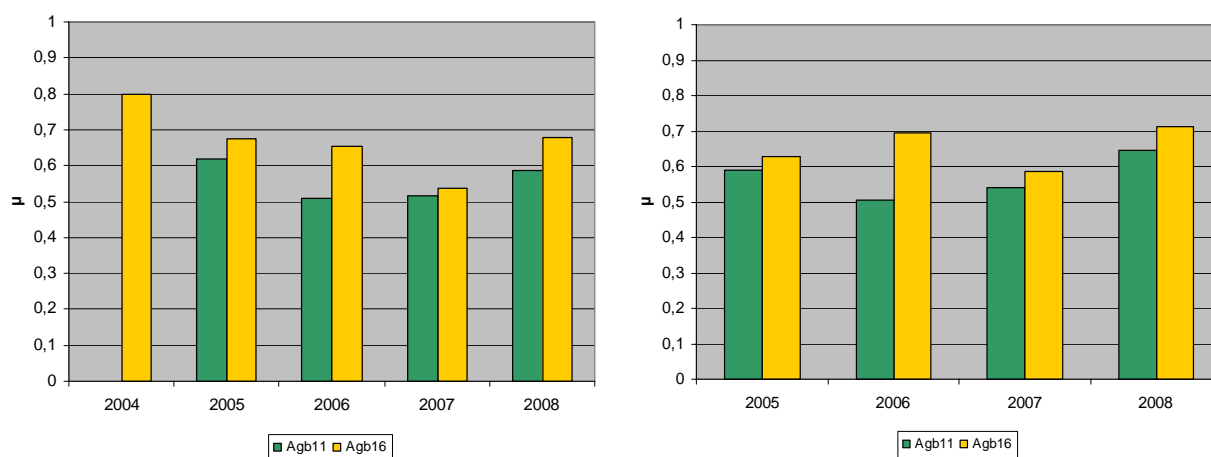
Her er alle målingene samlet i Figur 8. Dette gir mange punkter. Formlene representerer trendlinjer automatisk kalkulert av Excel. Den ene er en lineær- og den andre geometrisk-trendlinje. Det kan virke som spredningen er for stor til at en trendlinje skal kunne gi et riktig bilde av endringen i målt friksjonsverdi med hensyn på fart, men det stemmer utrolig nok bra. Om det for eksempel skiller på massetype, steinstørrelse, målemetode og lignende blir ax-verdien i de kalkulerte trendlinjene den samme.

5.6 Friksjon og tekstur, Agb 11 og Agb 16



Figur 9 Agb 11 og Agb 16. Friksjon og tekstur

Dette er samme data som i Figur 5, men her vises bare friksjonen for Agb. Teksturen på alle strekningene blir målt i forbindelse med de årlige spor og jevnhetsmålingene. Et gjennomsnitt av MPD over flere år ble kalkulert for noen av strekningene med Agb. Strekningene med 11-masse fikk en lavere verdi, 59, enn strekningene med 16-masse, 86. En kan tydelig se forskjell i friksjon mellom 11 og 16-massene.

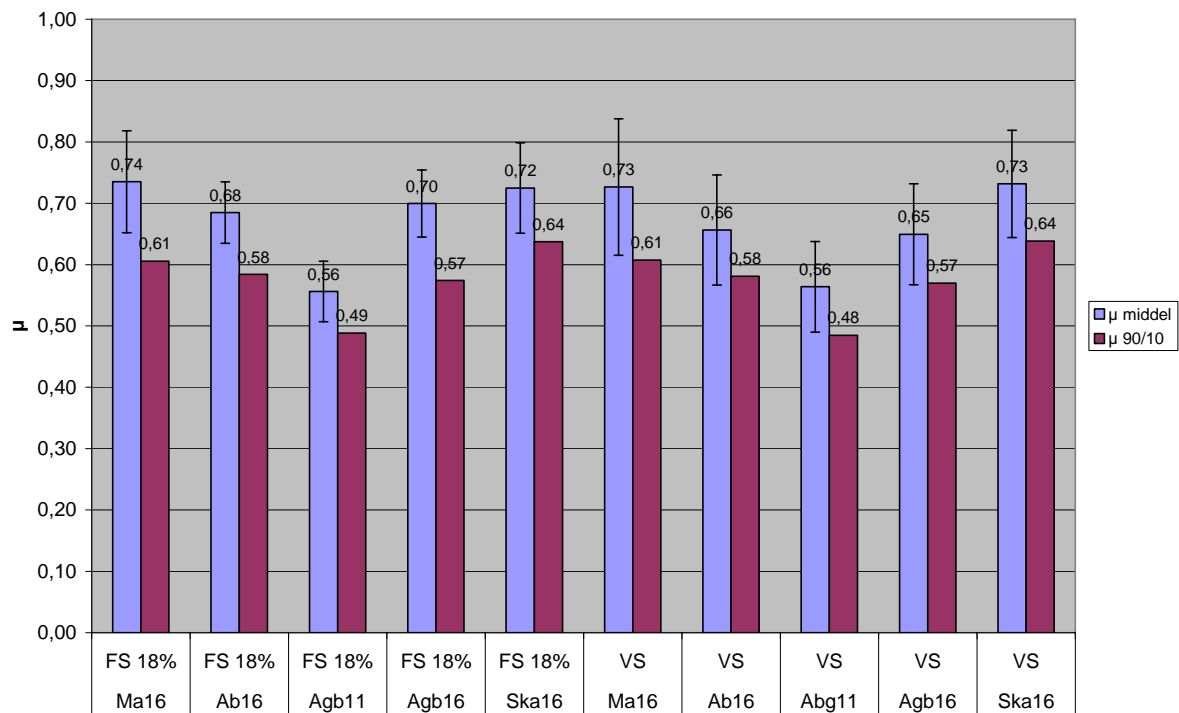


Figur 10 Fast slipp 18 % Agb 11 og Agb 16

Variabel slipp Agb 11 og Agb 16

Her er en mer detaljert oversikt som skiller på år. De samme verdiene for tekstur gjelder her også. MPD 59 for Agb 11 og MPD 86 for Agb 16.

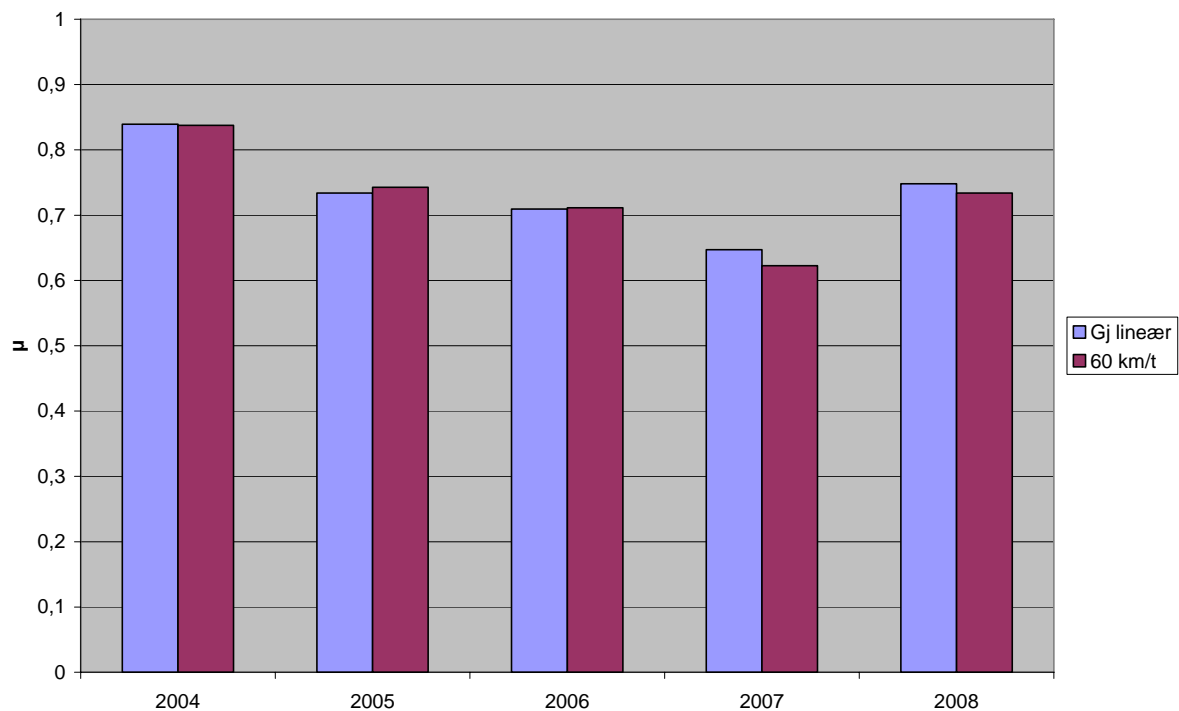
5.7 Bruk av 90/10-verdier for friksjon



Figur 11 Bruk av 90/10 verdier for friksjon

For spor og jevnhet brukes i mange sammenhenger 90/10-verdier. Figur 11 viser forskjellen mellom gjennomsnittsverdiene og de tilhørende 90/10 verdiene for friksjon. I tillegg vises også standardavviket for friksjonsverdiene. Grunnlaget er målinger utført i 60 km/t.

5.8 Normalisert friksjon



Figur 12 Test av sammenligning mellom ordinære målinger i 60 km/t, og korrigerede målinger. Eksempel med μ_a og fast slipp 18%.

En mulig utnyttelse av forholdet mellom fart og friksjon funnet i Figur 8 er å ”normalisere” målinger gjort i annen hastighet enn 60 km/t tilbake til en representativ 60 km/t verdi. I dette eksempelet er den lineære formelen brukt for å regne om målinger gjort på samme tid og strekning i 40 km/t og 80 km/t. Dette er et ganske ideelt eksempel hvor den lineære tilnærmingen stemmer bra. De røde søylene representerer målinger gjort i 60 km/t, og de blå søylene er gjennomsnitt for verdier som er normalisert til 60 km/t.

6 Diskusjon

6.1 Målt friksjon i 60 km/t 2004-2008

Ut fra resultatene kan en si noe om hvilken friksjon en kan forvente fra de forskjellige dekketyperne på lavtrafikkerte veger i nordlige deler av Norge. Ingen av massene ser ut til å ha problemer med å tilfredsstille det generelle kravet vi har på 0,4 i friksjonskoeffisient. Derimot havner Agb 11 ned mot den anbefalte grensen i Hb 018 på minimum 0,5 i friksjon for veger med tillatt hastighet høyere enn 80 km/t.

Det er verd å kommentere at målinger med variabel slipp gir noe høyere resultat. Dette er som forventet fordi målinger med variabel slipp utnytter den optimale slippprosenten og dermed får noe bedre friksjon.

Målinger med variabel slipp har derimot en noe høyere usikkerhet knyttet til seg om vi ser på standardavviket. Dette kommer av hvor i selve bremseprosessen en treffer på strekningen. Det er normalt at standardavviket skal være en del høyere på variabel slipp enn fast slipp. For å få gode målinger med variabel slipp så må dekket være homogent (lavt standardavvik).

6.2 Friksjon på Ab 2004-2008

Ab-dekkene holder jevnt over en god friksjon. Det er små variasjoner fra år til år. Noe av dette kan skyldes usikkerheten knyttet til selve målingene. En kan ikke se noen tydelige endringer av friksjonen med økende dekkealder.

6.3 Friksjon på Ab 16 2004-2008

Figur 6 gir et mer detaljert bilde enn gjennomsnittsverdiene fra Figur 5. En kan tydelig se at det for Ab 16 er variasjoner mellom de forskjellige årene. Det kan virke som om friksjonen var på sitt høyeste i 2004 og ble drastisk redusert til året etter. En bør trolig ikke legge så stor vekt på denne endringen fordi utstyret var nytt og lite ”innkjørt” på dette tidspunktet. Det foreligger heller ingen målinger med variabel slipp dette året.

Om en studerer felt for felt kan det virke som målinger med fast slipp ikke følger samme trend som variabel slipp.

6.4 Friksjonsendringer over tid

Gjennomsnittsverdiene fra år til år varierer noe, både opp og ned. Mye av dette kan skyldes de årlige svingningene som er nevnt i 4.1. Standardavviket på fastslipp er rimelig konstant. Det ser ut til å være en bedring i usikkerheten knyttet til variabel slipp om en ser på standardavviket år for år. I 2008 er standardavviket for målingene med variabel slipp nesten nede på samme nivå som for fast slipp. 2004 var et ”innkjøringsår”, så en bør ikke legge for mye vekt på denne verdien.

6.5 Friksjon og fart

Ved første overblikk virker Figur 8 lite sammenhengende. Det positive er at trendlinjene som er kalkulert blir nesten de samme selv om en går mer detaljert til verks enn denne

sammenstillingen. Selv om en skiller på målemetode, massetype osv får en den samme ax-verdien (0,004). Det vil si at friksjonen faktisk reduseres med ca 0,04 for hver 10 km/t en øker hastigheten. Dette kan brukes i for eksempel planleggingssammenheng for veggeometri. Friksjonskravet for høyhastighetsveger (90-100-110 km/t) bør derfor settes strengere enn kravet for andre veger.

6.6 Friksjon og tekstur, Agb 11 og Agb 16

Disse målingene ser ut til å vise at den grove tekturen i overflaten av en 16-masse gir høyere friksjon. En må tolke dette resultatet med forsiktighet. I store deler av landet har en valgt å redusere steinstørrelsen i asfalten ned til $D_{max} = 11$ mm. Dette er gjort fordi en har hatt en del problemer med separasjon i asfaltmasser med $D_{max} = 16$ mm.

Det er viktig å huske på at disse målingene er gjort på lavtrafikkerte veger i Region nord. Her er trolig trafikkmengdene såpass lave at en ikke får problemer med polering av det groveste tilslaget. I tillegg bruker de fleste kjøretøyene piggdekk om vinteren, noe som holder mikrotekturen på steinen oppe. En bør derfor studere dette fenomenet på høyere trafikkerte strekninger for å være sikker på at 11-masser ikke har lavere friksjon enn 16-masser.

6.7 Bruk av 90/10-verdier for friksjon

90/10-verdier brukes i dag ved vurdering av spor og jevnhetsdata. Siden friksjon også er en dekkeparameter burde en kanskje bruke samme system ved bedømming av friksjon. Det er knyttet en del usikkerhet til friksjonsmålinger, og da kan det være fornuftig med filtreringen bruken av en slik verdi kan gi.

Figur 11 viser at 90/10 verdiene blir en del lavere enn gjennomsnittsverdiene. Hvis en skal bruke disse ved vurdering av friksjon må kravene i håndbøkene endres tilsvarende.

6.8 Normalisert friksjon

Dette kan være til stor hjelp om en for eksempel vil gjennomføre målinger på en veg med skiltet høy hastighet og store trafikkmengder, og en ikke vil være til hinder for øvrig trafikk ved å måle ved 60 km/t. Forsøket med omregning ser ut til å fungere meget godt. Det bekrefter den lineære sammenhengen som er funnet mellom friksjon og fart.

7 Oppsummering/feilkilder

Denne rapporten er en oppsummering av systematiske friksjonsmålinger fra Region nord fra 2004-2008. Det er målt med fast- og variabel slipp i forskjellige hastigheter. Data fra målingene er bearbeidet manuelt og dette ligger til grunn for resultatene. I resultatdelen er fast- og variabel slipp holdt hver for seg. Bjørn Ove Ofstad og Per Harald Hansen har vært operatører, og Region midt sin måler er benyttet. Denne måleren har blitt modifisert noe siden 2004. Blant annet har programvaren blitt oppgradert. Dette har forbedret variabel slipp modusen. Dette kan være noe av grunnen til at en ser en reduksjon i standardavviket for målinger med variabel slipp. De første årene må derfor også ses på som en innkjøringsfase. Teksturdata er hentet fra NVDB for noen av strekningene.

Tabell 4 Gjennomsnittlig friksjon for 2004-2008 målt i 60 km/t

Masse	Fast slipp 18 %	Variabel slipp
Ma 16	0,68	0,73
Ab 16	0,63	0,66
Agb 11	0,52	0,56
Agb 16	0,64	0,65
Ska 16	0,65	0,73

Andre feilkilder som bør nevnes er for eksempel de årlige kalibreringene av ROAR-målerne. Enkelte år har vi hatt problem med å finne lav-nivåfriksjon og dette påvirker av kalibreringen. Ellers gir variasjoner i sporvalg, tid på året, klima forut for målingene (tørke kontra mye nedbør). Tørke er negativt i forhold til friksjonen. Dette på grunn av at støv, pollen, skitt og lignende fyller igjen tekstturen i dekket. Mye nedbør er derimot med på å vaske dekket og bedre friksjonen.

Dekkereseptene varierer mellom de forskjellige strekningene. Kvaliteten på det groveste tilslaget har mye å si for poleringsegenskapene, og dette er ikke vurdert i dette prosjektet. Men på lavtrafikkerte veger, hvor polering er et mindre problem, viser denne utviklingen at en med fordel kan velge 16-masser. Da utnytter en også de gode slitasjeegenskapene disse ofte har. For høgtrafikkerte veger hvor det er problemer med polering og støy i sommerhalvåret, bør en nok velge dekker med lavere steinstørrelse.

Dette prosjektet gir ikke direkte en fasit på hva vi kan forvente av friksjon på forskjellige dekketyper, men det kan gi en pekepinn. Det ser ut til å være en god sammenheng mellom den målte friksjonen og hastigheten målingene er utført med, men en har ikke kunnet påvise at friksjonens hastighetsavhengighet er forskjellig for de ulike dekketyperne.

En kartlegging av høgtrafikkerte dekker må gjøres. Dette vil være mulig når alle friksjonsmålingene som er utført til nå er lagt inn i NVDB. Det er et arbeid som bør prioriteres. Det er gjort noen målinger i andre regioner, men disse er ikke fulgt opp like systematisk som strekningene i Region nord.



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005