

Intern rapport nr. 2258

Poleringsevne og friksjon

Litteratur om emnet

21.01.02

Intern rapport nr. 2258

Poleringsevne og friksjon

Litteratur om emnet

Sammendrag

Det er mange årsaker til at veger blir glatte, og noen av dem er: temperatur, slitasje, støv, fuktighet, forvitring, trafikk, poleringsmotstand og lokalitetens beliggenhet. Det er vanskelig å bestemme hvilken parameter som betyr mest i de forskjellige tilfellene.

Mange av forfatterne ønsker å finne sammenheng mellom PSV-verdier målt på tilslaget og friksjonsverdier målt på vegdekker. Noen tviler på beskaffenheten til utstyret som måler poleringsverdien, og noen trekker metodens repeterbarhet i tvil.

Flere forfattere har oppdaget at der bilene endrer hastighet eller svinger, blir vegdekkene fortere glatte enn på rette strekninger med jevn fart.

Andre forfattere hevder at dekkets mikro- og makrotekstur er viktig for å få til en god friksjon.

Det ser ut til at alle savner mer data. De fleste forfatterne ønsker å studere de nevnte parametere.

Emneord: *Steinmaterialer, vegdekker og polering*

Kontor: *Geologi- og tunnelkontoret*

Saksbehandler: *Brit E. Løberg*

/ britlo

Dato: *07.01.02*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling / 22

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

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

Innhold

	Side
1 Innledning	2
2 Sammendrag av litteratur	2
3 Résumé	10
4 Litteraturliste	10

1 Innledning

Problemet med glatte vegdekker og måling av friksjon er et emne som har vært i mer enn 40 år. Det er skrevet mye om problemet, og her er bare et lite utdrag. Mesteparten av litteratur til denne rapporten er skaffet til veie av Biblioteket i Vegdirektoratet, og foretrukne språk er: norsk, svensk, dansk, engelsk, tysk og fransk. De refererte publikasjoner er alle fra 1990 eller senere. Målemetodene har vært forskjellige, og resultatene kunne også tolkes forskjellig, så tidligere litteratur er bevisst utelatt.

Innen den europeiske standardisering er det mer enn 300 tekniske komiteer. Alle benevnes CEN/TC og et tall. CEN står for Comité Européen de Normalisation. På tidlig 80-tall ble "TC 154 Aggregates" dannet og i 1989 kom "CEN/TC 154/SC 6 Test methods" til – mye takket være initiativ fra direktør Odd Lyng ved Norges Byggstandardiseringsråd.

CEN/TC 154 er den tekniske komité som behandler tilslag i alle varianter, og SC 6 (subkomité 6) tar for seg undersøkelsesmetoder for tilslag. Tidlig ble det satt krav til måleutstyr og bruken av det, og det ble laget klassifikasjon for steinmaterialer etter forskjellige parametere – også for poleringsverdien.

2 Sammendrag av litteratur

1990

Kathleen T. Diring: Aggregates and skid resistance. New Jersey Department of Transportation, Division of Research and Demonstration. March 1990

New Jersey Department of Transport har arbeidet med friksjonsproblemer siden 1967, og man forstod tidlig at det er en kompleks sammenheng mellom friksjon og mikrotekstur og makrotekstur. Mikrotekstur defineres som overflateruhet for hvert steinkorn, og den er avhengig av mineralsammensetning og antall knuste flater på hvert korn. Standardmetoden i New Jersey er den britiske pendeltesten (lik ASTM E-303).

Makrotekstur er en funksjon av tilslagets gradering i dekkeoverflaten og måles i New Jersey med en modifisert sandflekkmetode. Hun kom frem til ligningen

$$SN40 = 0,8 \text{ BPN} + 162,5 \text{ MTD} - 11$$

der SN40 er friksjonstallet ved 40 miles/hour (dvs. 64 km/time)

BPN er feltmåling med British Pendulum Number

MTD er makrotekstur målt med modifisert sandflekkmetode.

I denne ligningen er ikke dekkets alder tatt med, men det vil bli gjort ved videre undersøkelser.

Undersøkelser ved Texas Transportation Institute viste at det er forskjell i glatthet på nylagte og gamle dekker og at glattheten også varierer med årstiden. Dette er typisk for dekker som har vært utsatt for trafikk av mer enn 2 millioner biler. Samtidig med glatthetsmålingene ble

det også notert hva slags vær og temperatur det var. Mer enn en uke uten regn kan gjøre dekkene glatte.

For å finne ut steinmaterialenes betydning, ble først 26 glatte dekker målt, og så ble det tatt ut borkjerner av dem. Steinmaterialet ble vasket ut av kjernene, og de steinkorn som var slitt og/eller polert av trafikken, ble fjernet. De ”jomfruelige” steinkorn ble støpt til prøvestykker som ble testet med poleringsmaskin. Hun fant poleringsverdier for fem bergarter og anga kvalitetsvurderingen som er gitt i tabellen nedenfor:

Karbonatbergarter	20 – 28	<i>Minimum poleringsverdi</i>	<i>Kvalitet</i>
Basalter	25 – 34	24 eller mindre	dårlig
Gneiser	27 – 36	25 til 30	marginal
Argilitter (leirstein)	30 – 37	31 og høyere	god
Knust grus	30 – 43		

Figur 1: Kvalitetsvurderinger etter PSV-metoden av tilslag i New Jersey i 1990

Men poleringsverdiene ble målt på en annen måte enn i CEN-metoden, så verdiene er ikke helt sammenliknbare med det som måles i Europa. Det ble ikke tatt hensyn til at bergartene er endret siden de forelå som ren puk. Men rangeringen med knust grus som best og karbonatbergarter som dårlige stemmer godt overens med europeiske data.

Hun påpeker at metodene ikke er gode nok ennå til å bevise at det er sammenheng mellom vegens glatthet og tilslagets poleringsverdi.

1992

A.R.G van de Wall: The Polishing of Aggregate used in Road Construction, M.Sc. Thesis Report, Memoirs of Centre for Engineering Geology in the Netherlands No. 96, Delft University of Technology, Faculty of Mining and Petroleum Engineering February 1992

Avhandlingen inneholder en del instruktive tabeller og figurer – og en fyldig litteraturliste. Han fant at handelsnavn eller geologiske navn på tilslaget hadde ingen betydning for PSV-verdier, men at bergarter med ulik hardhet i mineralkornene fikk de høyeste verdier. Av disse gir noen sandsteiner og porfyriske basalter gode verdier.

1993

David Bean: Validity of the Polished Stone Value Test for Assuring Quality in Road Safety, University of Canterbury, Christchurch New Zealand February 1993

Dette arbeidet er først og fremst et litteraturstudium. Forfatteren begynner med å ta for seg eventuelle feilkilder – som prøvetaking, utstyr, subjektiv håndtering i laboratoriet og variasjoner i referanseklossene. Han prøver å finne årsakene til vegenes glatthet og finner variablene: temperatur, slitasje, støv, forvitring, trafikk, poleringsmotstand og lokalitet – som alle betyr noe.

Han viser til Szatkowski og Hoskins som i 1992 satte opp likningen

$$\text{SFC} = 0,024 - 0,0000633\text{CVD} + 0,010\text{PSV}$$

SFC er Sideways Force Coefficient (målt med Sideways-Force Coefficient Routine Investigation Machine – SCRIM)

CVD er antall kjøretøyer per dag

PSV er poleringsverdien

Det viste seg at en bergart med PSV på 42 ga bedre friksjon på vegen enn en bergart med PSV på 48. Anomalien kan forklares med at bergarten med PSV på 48 ble brukt i dekker på skråninger og i kurver, mens den med PSV på 42 lå på rette strekninger. Ved hans egne forsøk kunne feltmålinger variere med ± 7 pga. skiftende vindretning.

Ved laboratorieforsøkene ble det anvendt den PSV-metoden som var britisk standard og som nå er en CEN-metode, dvs. Norsk Standard. Han kom med forslag til forbedring av pendelen.

Kategori-nr.	Lokalitet	Tilslagets PSV					
		Tunge kjøretøy pr. fil pr. dag					
		< 250	1000	1750	2500	3250	4000
1	Rundkjøringer, ved fotgjengeroverganger, ved trafikkfyr og ved jernbaneoverganger	55	60	65	70	75	75
2	Kurver med < 250 m radius og skråninger brattere enn 10 % > 50 m lange	50	55	60	65	70	75
3	Før vegkryss og skråninger på 5-10 % > 50 m lange	45	50	55	60	65	70
4	Veger uten skille mellom kjøreretningene	40	45	50	55	60	65
5	Motorveg og veg med adskilte kjøreretninger	35	40	45	50	55	60

Figur 2: Krav til PSV-verdier i New Zealand

Forfatteren konkluderer med at PSV-metoden slik den nå foreligger, er en utmerket test til å forutsi vegers glatthet.

Ir. A.R.G van de Wall: Degradation of Aggregates Applied in Porous Road Surfaces, MAE-R-93041 GEOMAT.07, Directoraat-Generaal RijkswaterstaatTUDelft Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, August 1993

Arbeidet er en videreføring av avhandlingen i 1992, men her har han først og fremst tatt for seg polering av drengsfalter. Publikasjonen inneholder en fyldig litteraturliste og tallrike vedlegg med mye informasjon. Her er også pedagogisk utformede figurer.

Dr. Alan Thompson: High specification aggregates for Britain's roads Highways and Transportation October 1993

Han setter mange krav til tilslag som skal brukes på høytrafikkerte veger. Ett av dem er at PSV-verdien ikke skal være lavere enn 58. Tilslag med PSV-verdier større enn 68 bør forbeholdes spesielt høytrafikkerte veger, for det er begrensede mengder av det. Han beregnet hvor mye Storbritannia har av tilslag med PSV-verdier 58-68 og hvor mye med PSV-verdier større enn 68, og han gjorde et anslag over behovet i de første 20 år.

1994

A.R. Woodside, P. Lyle, M.J. Perry and W.D.H Woodward: The Relationship between Mineralogy, Texture, and Polished Stone Value for Gritstone Aggregate from the Longford Down Massif, Proceedings of Symposium University of Leeds March 1994

Forfatterne undersøkte lavmetamorfe siluriske (Llandovery-Wenlock) gråvakker (leirholdig sandstein) fra fire steinbrudd i Longford Down-massivet i NØ-Irland. Den petrografiske

undersøkelsen gikk ut på å bestemme prosentinnhold kvarts (enkeltkrystaller og sammenvokste masser), feltspat, klastiske korn og matriks. Som matriks ble alt regnet som var mindre enn 0,06 mm og kryptokrystallinsk. Matriks bestod i alt vesentlig av leirminer-aler og kloritt.

Forholdet harde korn (kvarts, feltspat og klastiske korn) til matriks ble beregnet, og dette igjen ble korrelert med PSV-verdier. Det ble funnet at 35-75 % harde korn hadde en generelt positiv relasjon til PSV, mens opptil 65 % matriks hadde en generelt negativ relasjon til PSV.

Kornstørrelse ble også bestemt, og PSV-verdier ble funnet for finkornede, middelskornede og grovkornede gråvakker, og det viste seg at middelskornede gråvakker hadde høyere PSV-verdier enn finkornede og grovkornede.

D.Bean and B. Pidwerbsky: Does the polished stone value test assure skid resistance ? Road and Transport Research Vol. 3 No. 2 June 1994 (ARR8)

Forfatterne undersøkte bergarter ved Christchurch, New Zealand og fant fire hovedårsaker til dårlig repeterbarhet, og de var: variasjoner i referansesteinen, utstyret, operatørene og prøvetakingen i steinbruddet. De kommenterer at utstyret stort sett fungerer bra, men at selve avlesingen av pendelen er såpass primitiv at det bør være samme person som leser av hver gang innen samme laboratorium.

Prøvetaking er viktig for resultatet, så uttaket må skje av en øvet person. Standarden krever at steinkornene i formen representerer *hele* prøven, men det er opp til den som lager prøvestykket å velge ut biter. Det vanlige er å begynne å legge steinkornene fra *en* ende i formen, og derved kan det oppstå soner av bergarter tvers over formen som ved analysen vil gi høyere PSV-verdi (og dermed feil) enn om de var mer spredt. Forfatterne etterlyser bedre beskrivelse av hvordan prøver skal tas og prøvestykker skal lages.

De fant at etter syv år kunne det påvises en lineær sammenheng mellom friksjonen og trafikkvolumet.

ID Walsh: The Achievement of Skidding Characteristics for Road Pavements, County Surveyors' Society, Engineering committee, Soils and Materials Design and Specification Group, ENG/7-94 December 1994

Forfatteren fant at forskjellige tilslag reagerer forskjellig på vær, slitasje, støvets innvirkning på polering og på de forskjellige dekktyper som er i bruk.

Han beskriver mikrotekstur som overflateruhet i hvert steinkorn i dekket, makrotekstur som overflateruhet i dekket (særlig tydelige i drengsfalt og skjelettasfalt) og megastruktur som slag hull, spordannelse og ujevnheter i vegoverflaten i størrelsesorden 50 – 500 mm. Ujevnheter i vegdekket beskrives som avvik fra jevn overflate i størrelsesorden 500 mm til 50 m.

Han konsentrerer seg om krav til dekkeoverflaten. Hvis det tillates å legge dekker med liten ruhet på veger med tillatt høy hastighet, vil trafikken i vått vær gi "tåke", og det vil øke risikoen ved å ferdes på vegen. Men ru dekker vil gi mye trafikkstøy.

Drensasfalt kan i tørt vær være meget glatt, for friksjonsvarmen mellom hjul på tunge kjøretøyer og vegdekke kan smelte bitumen – som så trekker ned i porene og tetter dem. Soner der kjøretøy bremses eller snur er spesielt utsatt.

Når det gjelder friksjonsmotstand anbefaler han spesifisering av tilslagenes PSV og andre egenskaper som slitasjemotstand, og at asfaltreseptene er tilpasset de lokaliteter der de skal anvendes. Han anbefaler at dybde på dekkenes tekstur måles med laser og at denne måle-metoden standardiseres.

1996

C.M Ibberson, A.F. Stock and I.F. Taylor: The Performance of Steel Slag aggregates: Skidding Resistance (The Asphalt Yearbook 1996)

Forfatterne laget en egen metode for å finne PSV-verdier for naturlig tilslag, stålslag og beauxitt. Graderingene ble kalt 3 mm, 10 mm, 14 mm og 20 mm, og poleringstiden var opptil 6 timer. Undersøkelsen ble utført av Sheffield Hallam University i Syd-Yorkshire i løpet av 3,5 år. Der avtok friksjonen for alle tilslag med økende ÅDT. Dekkene ble målt med utstyret "Sideway-Force Coefficient Routine Investigation Machine (SCRIM)".

1997

A. Woodside, D. Woodward and M. Perry: *Assessment of modal analysis and automatic image analysis techniques to predict the PSV of Northern Ireland Silurian greywackes.* (1997)

Dette var et innlegg på 2nd European Symposium "Performance and Durability of Bituminous Materials" som ble holdt i Leeds april 1997. Forfatterne sammenliknet modal-analyser (dvs. punkttelling i mikroskop) med billedanalyser av det samme materialet. Begge metoder ble sammenliknet med PSV-målinger av materialet.

Modalanalysene ble utført med polarisasjonsmikroskop på 48 tynnslip av gråvakker fra 11 forskjellige steinbrudd. De samme tynnslip ble etterpå undersøkt med billedanalyse fra biologisk mikroskop med videoutstyr.

Begge sorter analysedata ble sammenliknet med målte PSV-verdier for å se hvilken metode som korrelerte best med PSV-verdiene. Modalanalysene korrelerte dårlig med PSV-verdiene.

Det ble funnet at kornstørrelse eller kornstørrelsesfordeling av kvarts og feltspat *ikke* hadde noen sammenheng med PSV-verdier, men *kornformen* har en innvirkning på bergartenes tekstur.

Nynas UK: Tough surface. World Highways/Routes du monde, November/December 1997

Artikkelen refererer til et arbeid av en britisk forsker Bardon som fant at i dagbruddet Millom var det en bergart som hadde stor motstand mot polering og mot abrasjon. Han laget skjelettasfalter med dette tilslaget i håp om å lage støysvake dekker og å hindre sølesprut. Da oppdaget han at overflateteksturen også hindret polering. Men artikkelen har ingen tallverdier for hvor motstandsdyktig mot polering dette dekket er over tid.

1998

P.G. Roe and S.A. Hartshorne: The Polished Stone Value of aggregates and in-service skidding resistance Summary of TRL 322 (1998)

Publikasjonen er en sluttrapport om prosjektet som ble igangsatt av Department of Transport. Formålet med prosjektet var å finne ut hvordan tilslaget ter seg i dekker, så man eventuelt kunne endre Tabellen for PSV i "Design Manual for Roads and Bridges Volume 7".

Til å begynne med skulle det bare finnes ut sammenheng mellom friksjon på høytrafikkerte vegger og PSV, men det ble fort klart at prosjektet måtte utvides. Studien omfattet undersøkelse av friksjon på vegger med varierende ÅDT sammenliknet med PSV-verdiene for tilslaget brukt i dekkene.

Lokalitet	ÅDT									
	0-250	251-500	501-750	751-1000	1001-2000	2001-3000	3001-4000	4001-5000	5001-6000	over 6000
Motorvei med adskilte kjørebaneer	50	50	50	50	50	55	60	60	65	65
Motorvei 300 m før avkjøring	50	50	50	55	55	60	60	65	65	65
Envegskjørt veg og veg med adskilte kjørebaneer før mindre vegkryss	50	50	50	55	60	65	65	65	65	70
Mindre kryss mellom ettfeltsveger, før større kryss, bakker 5-10 % helning > 50 m, og svinger < 250 m radius > 40 mph. (ca. 65 km/t)	55	60	60	65	65	70	70	70	70	70+*
Bakker > 50 m lange og > 10 % helning	60	70	70	70+	70+	70+	70+	70+	70+	70+
Før rundkjøringer, trafikkfyr, fotgjengeroverganger, plankryss med jernbane o.l.	70	70	70	70+	70+	70+	70+	70+	70+	70+
Rundkjøringer	50-70+	55-70+	60-70+	60-70+	60-70+	65-70+	65-70+			
Vegsvinger < 100 m i radius	55-70+	60-70+	60-70+	65-70+	65-70+	65-70+	65-70+			

* Her og i resten av tabellen betyr 70+ at det kreves en spesielt ru overflate (spesifikasjon MCHW).

Figur 3: En forenklet oversikt over krav til PSV-verdier i Storbritannia i dag.

Det ble oppdaget at:

- 1 Tidligere krav til PSV passet ikke lenger med dagens trafikkforhold.
- 2 Forskjellig tilslag med *samme* PSV-verdi ga forskjellige friksjonsforhold på vegen – selv med *samme* ÅDT.
- 3 Tilslag polerer ikke kontinuerlig med økende trafikk, men både polering og slitasje kan endre seg relativt og opprettholde tilstrekkelig friksjon på høytrafikkerte vegger.
- 4 Det var forskjellige sammenhenger mellom PSV og friksjon avhengig av stedet og hvilken friksjon som er krevd. Sammenhengene er i en lineær logaritmisk ligning som viser at friksjonen avtar med økende trafikk. Men materialegenskapene og veggens beskaffenhet er dominerende faktorer. For en gitt PSV-verdi vil økende trafikk først redusere friksjonen raskt.

Videre undersøkelser :

- 1 Friksjonsmotstand for tilsynelatende like tilslag under like forhold
- 2 Friksjonsmotstand for samme tilslag under ulike forhold
- 3 Nødvendighet av enkel tilgang til egnede tilslag
- 4 Begrensninger i nåværende analysemetoder

Peter Roe: Influence of speed, texture and aggregate polishing on skidding resistance. TRL Annual Research Review 1998

Han hevder at det er nødvendig å opprettholde mikrotekstur i dekket i en viss dybde. Foreløpig er PSV-målinger eneste standardiserte metode som er relatert til trafikk og forhold på stedet, men den har sine begrensninger. Undersøkelsene han har utført, viser hvor viktig det er at mikrotekstur og teksturens dybde bør være angitt som et krav ved ny vegbygging.

Pierre Dupont, Yves Delanne and Michel Gothié: Specifications listed in roadworks contracts for the acceptance of new wearing courses, PIARC/CT 1, WG E, 2/10/98

Arbeidet er en oppsummering av krav til vegdekker i 37 land. Det var fem emner som ble behandlet: Jevnhet langs vegen, jevnhet på tvers av vegen, makrotekstur, friksjon langs vegen og friksjon på tvers av vegen. Det ble anvendt forskjellig utstyr.

1999

Bjarne Schmidt: Måling af asfaltbelægningsers tekstur i relation til friktion. Eksternt notat 9, 1999 Vejteknisk Institut Danmark.

Laserteknologi er en kjent metode (ISO 13473-2) for å måle makroteksturer på vegdekker. Han har benyttet metoden for å forutsi hvilke vegstrekninger som kan forventes å bli glatte. Metoden kan også måle endringer i overflatenes beskaffenhet.

Eyolf Erichsen og Peer-Richard Neeb: Nye krav til steinmaterialer ? Våre Veger nr.7-1999

Forfatterne presenterer resultater av PSV-målinger på norske bergarter. De fant at de bergartene som har høyest poleringsmotstand er kvartsrike og feltspatrike sandsteiner.

Olaf Mathisen: Friksjonsutvikling over sommersesongen. Friksjonsforbedrende tiltak i Oslo høsten 1999. Friksjon på dekker med ulike asfaltrecepter (steinmaterialer) Rapport Seksjon for vegvedlikehold 21. okt. 1999 Statens vegvesen Oslo

Det har vært en del uhell med glatte vegbaner i Oslo, og for å følge opp dette er det satt i gang en undersøkelse for eventuelle årsaker. Han fant at glatt vegbane gjerne er på steder med kurver og strekninger med fartsendringer.

På grunn av oljesøl kan det hende at det er lavest friksjon i venstresving. Han ønsker seg et oversiktskart over friksjon i hvert kjørefelt.

2000

Torbjörn Jacobson och Fredrik Hornwall: Polering av asfaltbelägning. Friktionsmätningar 1999. VTI notat 33-2000

Målinger i tiden 1997-99 viser at våtfriksjon på asfaltdekker forandrer seg med årstidene – noe som skyldes polering om sommeren og oppruing av piggdekk om vinteren. Skjelettasfalt med porfyr polerer, så på sensommeren kan friksjonsverdien være mindre enn 0,5. Når Skjelettasfalt tilsettes kvartsitt, får den brukbare friksjonsverdier også på sensommer og høst. Skjelettasfaltdekker med kun kvartsitt kommer heller ikke under kritisk friksjonsverdi.

I nye slitelag er det brukt 4/11 mm kvartsitt og 11/16 mm porfyr, og målinger i 1999 viste høye friksjonsverdier.

Sigurður Örn Jónsson: Veffriktionsmålningar – implementering ved islandske forhold. Linonhönnun Rádgivende Ingeniører og Vegagerðin Reykjavík 2000

Islandske veger slites av uvær, piggdekk og salt. Friksjon på bare veger ble målt vinteren 1999-2000 med det islandske vegvesens friksjonsmåler BV-11. Både nye og gamle dekker ble målt. Islandsk asfalt har høyt bitumeninnhold. Målingene viste en middelfriksjon på 0,7, men det må også tas i betraktning at det benyttes mye piggdekk om vinteren.

Han fant at det er lavere friksjon i hjulsporene enn mellom dem, og at friksjonsverdien blir lavere ved høyere hastighet. Vegbanen tåler å være noe fuktig uten at friksjonen avtar, men våt vegbane har lavere friksjonsverdi.

Beata Krieger, Kirsten Kunz und Peter Sulten: Dauerhaft griffige und geräuscharme Betongfahrbahndecken – Stand der Entwicklung. Straße & Autobahn 12/2000

De hevder at mikrotekstur (opptil 0,5 mm) ikke lar seg måle nøyaktig, men den kan måles indirekte med en SRT-pendel. En midlere makrotekstur (0,5-50 mm) kan måles etter ISO 10844, Vedlegg F: Sandflekkmetoden. Makro- og megateksturer (50-500 mm) kan måles etter ISO 13473 med laserutstyr.

Forfatterne diskuterer forskjellige metoder for å lage riller i dekkeoverflaten for å unngå at dekket blir polert av trafikken.

2001

Torbjörn Jacobson och Fredrik Hornwall: Polering av asfaltbeläggning. Friktionsmätningar i Stockholm 1997-2000. VTI-notat 17-2001

Målingene viste at polering helst skjer på høytrafikkerte veger, i skarpe kurver, ved vegkryss og ved rundkjøringer – altså der gummihjulenes knaende påvirkning er størst. Dette ble funnet på høytrafikkerte veger, broer og tunneler.

Målte dekker var ABS 16 med porfyr eller kvartsitt, blanding av porfyr og kvartsitt, eller blanding av porfyr og stedegent materiale. Hastigheten var skiltet til 50, 70, 90 og 110 km/time, og målebilen var VTIs ”SAAB Friction Tester”.

På sensommeren og høsten var friksjonen lavere enn 0,5 flere steder for dekker som inneholdt porfyr, mens dekker med kvartsitt aldri hadde friksjon lavere enn 0,5. Innblanding av steinmaterialer med høye PSV-verdier i ABS-massen ga ingen langsiktig effekt da dekket ble slitt og polert. Det betyr at for å høyne friksjonsverdien, må massen tilsettes enda mer av steinmaterialer som har høy PSV-verdi.

For å bedre friksjonen har VTI prøvd ut en tysk maskin ”Helmus Grip 2”. Sliping av vegbanen med denne maskinen høynet friksjonen med 0,3 enheter. Metoden anses som bedre enn planfresing fordi den ikke sliper ned vegbanen i samme grad.

Per Dugstad: Duket for tynndekker. Asfaltforsøk med lykkelig resultat. Anlegg & Transport nr. 1-2001

Han refererer til et varmprodusert tynndekke (Agb 8) på Rv 26 mellom Tynset og Drevsjø der tilslaget var en kvartsittisk sandstein. Det er mye finstoff i massen, og bare 25 % av

tilslaget er i graderingen 4/8 mm. Ved å unngå separasjon i massen, ha riktig leggetemperatur og tilpasse valsingen til massens komprimeringsbehov, fås en tilfredsstillende overflate med friksjon 0,6.

Per Dugstad: Veidekkes friksjonsegenskaper og steinmaterialer. Søkelys på målemetoder. Anlegg & Transport nr. 2-2001

Han påpeker at friksjonen på vegbanen alltid vil være et samspill mellom egenskapene i gummihjulene og vegbanen, og han mener at det er overilet å sette krav til PSV-verdier for asfalttilslag fordi det er bare 20-30 % av *det* tilslaget som inngår i en asfaltmasse. Han har mer tiltro til utstyrene "OSCAR" og "ROAR" som er utviklet i Norge og mener at ujevnheter i størrelsesorden 0,5 – 50 mm er vesentlige for friksjonsegenskapene til et vegdekke.

Sigmund Dørum: Dekketyper og friksjonskrav. Notat Vegtek 09.2001

Han har sammenstilt krav i seks land. I Danmark, Sveits og Sverige er det ikke krav til poleringsverdi for tilslaget, og i Østerrike er det ikke krav til friksjon på vegdekket. Ellers varierer kravene fra ca. 0,4 til ca. 0,5 avhengig av trafikkens hastighet.

3 Résumé

Det er mange årsaker til at veger blir glatte, og noen av dem er: temperatur, slitasje, støv, fuktighet, forvitring, trafikk, poleringsmotstand og lokalitetens beliggenhet. Det er vanskelig å bestemme hvilken parameter som betyr mest i de forskjellige tilfellene.

Mange av forfatterne ønsker å finne sammenheng mellom PSV-verdier målt på tilslaget og friksjonsverdier målt på vegdekker. Noen tviler på beskaffenheten til utstyret som måler poleringsverdien, og noen trekker repeterbarheten i tvil.

Flere forfattere har oppdaget at der bilene endrer hastighet eller svinger, blir vegdekkene fortere glatte enn på rette strekninger med jevn fart.

Andre forfattere hevder at dekkets mikro- og makrotekstur er viktig for å få til en god friksjon.

Det ser ut til at alle savner mer data. De fleste forfatterne ønsker å studere de nevnte parametre.

4 Litteratur

Bean, D.: Validity of the polished stone value test for assuring quality in road safety. Research report University of Canterbury, Christchurch, New Zealand. 1993

Bean, D. and Pidwerbesky, B.: Does the polished stone value test assure skid resistance? Road and Transport Research (ARRB) Vol.3 No.2 June 1994

Cabrera, J.G.; A. Woodside; Woodward, D. and Perry, M.: Assessment of modal analysis and automatic image analysis techniques to predict the PSV of Northern Ireland silurian greywackes. Aedificatio Publishers Germany 1997

- Cabrera, J.G.; Dixon, J.R.; Woodside, A.R.; Lyle, P.; Perry, M.J. and Woodward, W.D.H.: Performance and durability of bituminous materials. 4: The relationship between mineralogy, texture and polished stone value for gritstone aggregate from the Longford Dawn Massif. Proceedings of Symposium, University of Leeds March 1994. 1996
- County surveyor's society engineering committee; Soils and materials design and specification group: The achievement of skidding characteristics for road pavements. Volume 1 An overview. Report 1994
- Department of Transportation: Aggregates and skid resistance. Skid resistance study - final report. Federal Highway Administration 1990
- Dugstad, P.: Duket for tynndekker. Asfaltforsøk med lykkelig resultat. Anlegg & Transport nr. 1-2001
- Dugstad, P.: Veidekkes friksjonsegenskaper og steinmaterialer. Søkelys på målemetoder. Anlegg & Transport nr. 2-2001
- Dupont, P., Delanne, Y. and Gothié, M.: National specifications inventory. Specifications listed in roadworks contracts for the acceptance of new wearing courses. PIARC/CT 1/WG E. 2/10/98.
- Dørum, S.: Dekketyper og friksjonskrav. Notat Vegtek 09-2001
- Erichsen, E.: Bergarters poleringsegenskaper uttrykt ved polished stone value (PSV). NGU Rapport 99.045 1999
- Erichsen, E. og Neeb, P.-R.: Nye krav til steinmaterialer? Våre Veger nr. 7, 1999
- Ibberson, C.M; Stock, A.F. and Taylor, I.F.: The performance of steel slag aggregates: Skidding resistance. The Asphalt Yearbook 1996
- Jacobson, T. och Hornwall, F.: Polering av asfaltbelægning. Friktionsmätningar 1999. VTI notat 33-2000
- Jacobson, T. och Hornwall, F.: Polering av asfaltbelægning. Friktionsmätningar i Stockholm 1997-2000. VTI-notat 17-2001
- Jónsson, S.Ö.: Vejfriktionsmålinger – implementering ved islandske forhold. Linohönnun Rådgivende Ingeniører Vegagerðin 2000
- Norsk standard NS-EN 1097-8 Bestemmelse av poleringsverdi. Standardiseringsforbundet, Oslo 2000
- Péturson, P.: Aggregates for pavements. Icelandic aggregates tested at the BASt in Germany 1992
- Roe, P.G. and Hartshorne, S.A.: The Polished Stone Value of aggregates and in-service skidding resistance Summary of TRL 322
- Roe, P.: Influence of speed, texture and aggregate polishing on skidding resistance. TRL Annual Research Review 1998
- Schmidt, B.: Måling af asfaltbelægningers tekstur i relation til friction. Vejteknisk Institut, Danmark, Eksternt notat 9, 1999
- Skarbøe, R.: Bremse- og friksjonsteknologi i verdensklassen. Anlegg & Transport nr.8-2000
- Thomson, A.: High specification aggregates for Britain's roads. Highways and Transportation October 1993
- Tiefenbacher, H.: Beurteilung von Griffigkeitsmessungen. Asphalt Heft 6/2000
- Wall, A. van de: The polishing of aggregate used in road construction: The relation between the polished stone value and the petrographic and mechanic properties of road aggregate. Memoirs of Centre for Engineering Geology in The Netherlands. 1992
- Wall, A. van de: Degradation of aggregates applied in porous road surfaces. Technische Universiteit Delft 1993