



Statens vegvesen

Miljøvennlige vegdekker Drift og vedlikehold av porøse asfaltdekker

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2545



Vegteknologiseksjonen
Dato: 2009-01-20



Statens vegvesen

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2545

Tittel

**Miljøvennlige vegdekker
Drift og vedlikehold av porøse asfaltdekker**

Utarbeidet av

Dato:

2009-01-20

Saksbehandler

Ivar Horvli

Prosjektnr:

Kontrollert av

Ragnar Evensen

Antall sider og vedlegg:

60

Sammendrag

Rapporten er ein del av Statens vegvesens sitt etatsprosjekt Miljøvennlige vegdekker (2004-2008) og gjev ei samanfatning av arbeidspakke nr. 6 Drift og vedlikehold av porøse vegdekke. Denne arbeidspakka har omhandla to hovudtema:

- 1) Utgreiing om kva porøse dekke har å seie for vinterfriksjon og optimal vinterdrift sammenlikna med ordinære dekke.
- 2) Utgreiing om behov og tiltak for rensing av porøse dekke.

Se mer på eget ark

Summary

Emneord:



Miljøvenlege vegdekke

**Arbeidspakke 6
Oppsummeringsrapport**

**Drift og vedlikehold av
porøse asfaltdekke**

ViaNova Plan og Trafikk AS
September 2008

Innhald

Forord

Samandrag

1	Bakgrunn	6
2	Oversikt	6
3	Litteraturstudium	7
	3.1 Støysvake vegdekke	7
	3.1.1 Generelt	7
	3.1.2 Tetting og renseteknikkar for porøse vegdekke	9
	3.1.3 Vinterdrift av porøse vegdekke	13
4	Feltforsøk	15
	4.1 Forsøksprogram.....	15
	4.2 Rensing og renseteknikk.....	17
	4.2.1 Rensing.....	17
	4.2.2 Effekt på støy	21
	4.2.3 Effekt på friksjon.....	22
	4.2.4 Effekt på permeabilitet	23
	4.3 Dekkevalitet og funksjonsegenskapar	24
	4.3.1 Tilstandsutvikling	24
	4.3.2 Støyeigenskapar.....	30
	4.3.3 Friksjon.....	33
	4.3.4 Termiske eigenskapar.....	36
	4.4 Vinterdrift.....	38
	4.4.1 Driftserfaringar	38
	4.4.2 Værtilhøve.....	40
	4.4.3 Friksjonstilhøve	40
	4.4.4 Feltobservasjonar.....	44
5	Konklusjonar og tilrådingar	56
6	Behov for vidare undersøkingar	57

Rapportar, presentasjonar, interne notat og data frå Arbeidspakke 6

Litteraturliste

VEDLEGG

Vedlegg 1: Friksjonsdata

Vedlegg 2: Temperaturdata

Vedlegg 3: Klimadata

Vedlegg 4: Tekstur og dekkeoverflate; foto

Vedlegg 5: Sprut frå dekkeoverflata; foto

Vedlegg 6: Salt og overflatefukt/vatn, foto

Vedlegg 7: Vasking med Frimokar® på Rv 170 Bjørkelangen , foto

Vedlegg 8: Saltforbruk

Vedlegg 9: Oversikt over forsøksfelt

<i>Oppdragsrapport</i>	
Miljøvenlege vegdekke	
Arbeidspakke 6 Oppsummeringsrapport	
Drift og vedlikehold av porøse vegdekke	
Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Oppdragsgivers referanse	Øysten Larsen oystein.larsen@vegvesen.no Teknologiavdelinga Vegteknologiseksjonen Vegdirektoratet Abels gt 5 7030 TRONDHEIM
Rapport-type	Oppdragsrapport
Prosjektnr./navn	VN PT – 115205
Rapportdato	September 2008
Oppdragsansvarlig	Ragnar Evensen ragnar.evensen@vianova.no
Utarbeidet av	Ivar Horvli ivar.horvli@vianova.no
Oppdragsgruppe	Ragnar Evensen Ivar Horvli
Kontrollert av	Ragnar Evensen
Rapportens formål	Rapporten er ein del av Statens vegvesen sitt etatsprosjekt Miljøvenlige vegdekke (2005–2008) og gjev ei samanfating av arbeidspakke nr 6 Drift og vedlikehold.
ViaNova Plan og Trafikk AS Leif Tronstads Plass 4 Postboks 434, 1302 SANDVIKA E-post: vnpt@vianova.no Tlf: 67 81 70 00 ♦ Fax: 67 81 70 01	

Forsidefoto: Forsøksfelt Rv 170 Bjørkelangen (foto: Ivar Horvli)

Dokumenthistorie		Arkiv: VNPT15205/R15205_DP6 Drift og vedlikeh_VNPT_tekst_GODKJ-IVH(2-1)	
Dato	Revisjon	Sign	Fordeling
200812-17	Siste korrektur etter korr frå Tek-T	IVH	Jostein Aksnes SVV Øystein Larsen SVV
20080903	Rev. etter tlf.møtet 20080826	IVH	Jostein Aksnes SVV Øystein Larsen SVV
20080820	Rev. etter møtet 20080812	IVH	Jostein Aksnes SVV Øystein Larsen SVV
20080811	Rev. etter møtet 20080630	IVH	Jostein Aksnes SVV Øystein Larsen SVV

Forord

Rapporten er ein del av Statens vegvesen sitt etatsprosjekt Miljøvenlige vegdekke (2004–2008) og gjev ei samanfatning av arbeidspakke nr 6 Drift og vedlikehald. Rapporten oppsummerer hovudresultata frå denne arbeidspakka og gjev konklusjonar og tilrådingar baserte på dei observasjonar og røynsler som kom fram gjennom prosjektet. Hensikten med arbeidspakka var å vurdere spesielle problemstillingar for drift og vedlikehold av porøse, støysvake vegdekke og å utvikle driftsrutiner tilpassa slike dekketypar.

Rapporten er skreve av ViaNova Plan og Trafikk og er basert på datagrunnlag frå ei rad delrapportar, møtereferat og nedteikna observasjonar undervegs i prosjektet.

Arbeidet i arbeidspakke 6 Drift og vedlikhald har vore gjennomført av ei arbeidsgruppe med følgjande personar:

Øystein Larsen
Roar Støtterud
Kai Rune Lysbakken
Nils Sigurd Uthus

Trondheim september 2008

Øystein Larsen

Samandrag

Rapporten er ein del av Statens vegvesen sitt etatsprosjekt Miljøvenlige vegdekke (2004–2008) og gjev ei samanfatning av arbeidspakke nr 6 Drift og vedlikehald av porøse vegdekke. Denne arbeidspakka har omhandla to hovudtema:

- 1) Utgreiing om kva porøse dekke har å seie for vinterfriksjon og optimal vinterdrift sammenlikna med ordinære dekke
- 2) Utgreiing om behov og tiltak for rensing av porøse dekke.

Som ei innleiing i dette arbeidet er det utført eit omfattande litteraturstudium for å samle relevant erfaring, serleg om siste tids utvikling på dette området /P8/. Som ein viktig del av prosjektet vart det i 2005 og 2006 lagt ulike typer porøse vegdekke i samband med oppretting av ei rad feltforsøk med støysvake vegdekke. Dekka vart utvikla gjennom eit FoU-samarbeid mellom Statens vegvesen og asfaltentreprenørar i Norge for å utnytte deira spesialkompetanse. På desse dekkane er det gjort oppfølging av sentrale parametre som akustiske eigenskapar (CPX-verdiar), friksjon, sporutvikling, tekstur, permeabilitet, overflatetilstand. På ei av forsøksstrekningane med tre av dei nyutvikla porøse vegdekke og eit tradisjonelt Da-dekke vart det våren 2007 utført eit forsøksopplegg med rensing av desse dekkane ved eit innleigd vaskeutstyr frå OSL. Her vart 50% av kvart dekke rensa, og effekten dette hadde på støy, friksjon og permeabilitet er dokumentert ved å samanlikne med dei urensa dekkane.

I samband med alle dei støysvake dekkane er det gjort detaljert oppfølging av driftsopplegg under vinterdrift av vegane. Som ein del av denne oppfølginga er alle driftstiltak (salting, strøing, brøyting) registrert. I tillegg er det gjort ei rad friksjonsmålingar saman med fotodokumentasjon av føreforhold. Det er også utført eit omfattande program for klimaregistrering og måling av dekketemperatur.

Prosjektet har gjeve ny og verdfull kunnskap om korleis porøse vegdekke kan driftast på ein best mogleg måte vinters tid under våre klimatiske og trafikkmessige tilhøve.

1 Bakgrunn

Målsetting og hovedproblemstillingar

Mål

Målsetting for delprosjekt Drift og vedlikehald (arbeidspakke 6) er å undersøke kva betydning porøse dekke har for vinterdrifta og korleis ein ved drift av vegar med slike dekke kan behalde dei positive støyeigenskapane best mogleg over tid. Ut frå erfaringane i prosjektet skal det utarbeidast tilrådingar/veileiar for vinterdrift og rensing av porøse dekke /P1/.

Hovudproblemstillingar

Det er naturleg å dele oppgåva i to problemstillingar:

1. Greie ut om kva porøse dekke har å seie for vinterfriksjon og optimal vinterdrift sammenlikna med ordinære dekke.
2. Greie ut om behov og metodikk for rensing av porøse dekke

Ein del aktuelle spørsmål under dei to hovudproblemstillingane er lista opp i tabellen under /P1/

Tema 1 Vinterfriksjon og vinterdrift på porøse vegdekke	Tema 2 Rensing av porøse dekker; behov og tiltak
Korleis verkar porøse dekke inn på optimal vinterdrift? <ul style="list-style-type: none">- Er det auka saltbehov på porøse dekke?- Friksjonsforhold under ising; korleis verkar teksturen inn på friksjonen a) på bar veg b) på vinterveg?- Korleis er vegdekketemperaturen i porøse dekke samanlikna med tette dekke? Isolasjonseffekt? Utstrålingseffekt?- Korleis er tilhøva med fukt/vatn på porøse dekke samalikna med tette dekke?	Kva skjer ved tetting av porer og korleis verkar dette inn på dekkeegenskapane? <ul style="list-style-type: none">- Korleis utviklar dei porøse dekkane seg over tid mht tetting av porer- Kva er årsakane til tetting? (støv, piggedekk, strøsand)- Korleis måle tetting av porer? (ulike teksturmålingar)- Korleis verkar tetting av porer inn på støy- og friksjonsegenskapane?
	Kor stort er behovet for rensing av dekke? <ul style="list-style-type: none">- Kva er effekten av rensing av dekket? A) med omsyn på støy? B) med omsyn på friksjon?
	Korleis rense dekkane? <ul style="list-style-type: none">- Kva finst av utstyr på marknaden i dag?- Uttesting av ulike utstyrstypar og metoder- Vurdere potensialet for vidare utvikling av utstyr og metodar

2 Oversikt

Porøse vegdekke har vore nytte for å dempe støy frå trafikk i mange tiår i ulike land, til dømes på kontinentet i Europa og i USA. I 90-åra var det også i Norge ein god del interesse for porøse dekkeløysingar. I denne perioden vart det lagt fleire forsøksdekke og utført forsøk med renseprosessar for å halde desse åpne over tid, ref A. Arnevik (1990–1993) /26/-/32/, Storeheier og Skaalvik (1989) /33/. Erfaringane den gongen var at den åpne strukturen raskt vart tetta av slitasjestøv frå piggedekk alt første vintersessongen og dermed

mista den lyddempande effekten. Det vart og gjort forsøk med å rense dekk etter piggdekkseongen, men med lite hell. I tillegg var dei dekkereseptane som vart prøvd ut den gongen svært lite motstandsdyktige mot piggdekkslitasje, slik at levetida var kort og levetidskostnaden tilsvarende høg.

Ein må her minne om at det på den tida ikkje var mykje kunnskap og erfaring om polymermodifisering av bitumen, noko som i dag har vist seg essensielt for å oppnå gode resultat med åpne og porøse dekketypar under våre klimatiske og trafikale forhold.

3 Litteraturstudium

3.1 Støysvake vegdekke

Referanse: /P8/

3.1.1 Generelt

Vegtrafikkstøy kan reduserast på fire prinsipielt ulike måtar:

- Ved støyskjerming
- Ved bruk av støysvake vegdekke
- Ved tiltak på køyretøy (motor, dekk)
- Ved reduksjon av køyrehastigheit

Støysvake vegdekke kan oppnåast enten ved å lage ein porøs struktur (minimum 20 % holrom) eller ved dekke med lite tekstur. Prinsippet med støydemping ved høg porøsitet er at støy frå bildekk blir absorbert i det porøse vegdekket og at det ikkje oppstår luftlyd mellom bildekk og vegdekke i same grad som på tette dekke (reduert ”horneffekt / fløyteeffekt”). Ved gunstig tekstur i dekket vil det og i utgangspunktet bli generert mindre dekkstøy. Gunstig tekstur kan i hovudsak oppnåast ved bruk av relativt liten maksimal steinstorleik (Dmaks) i asfaltdekket.

Støymålingar mellom anna i Japan har vist at ettlags og tolags porøse dekke kan gje ein støyreduksjon på 2-5 dB for tunge og 4-7 dB for lette kjøretøy. I tillegg vil porøse vegdekke på grunn av sine drenerande eigenskapar kunne gje betre køyrekomfort og trafikktryggleik ved redusert sølesprut.

Følgande effekter har vore påvist ved bruk av porøse vegdekke

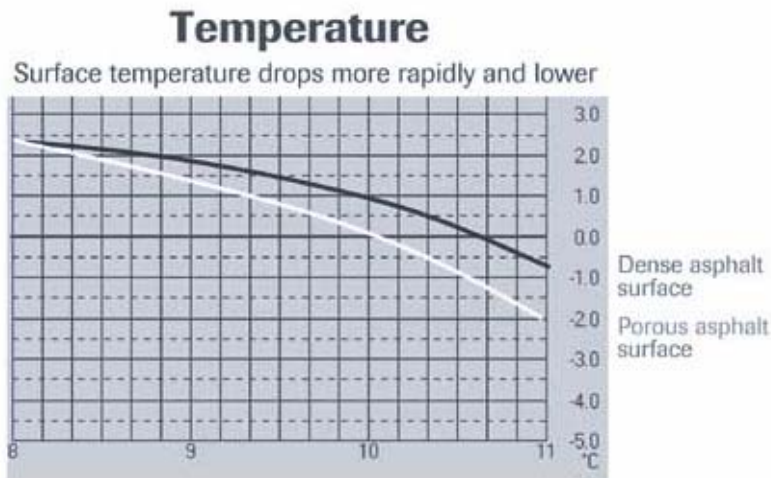
Fordelar:

- Betre trafikktryggleik ved betre bremsemotstand.
- Betre trafikktryggleik og komfort (for førarar og fotgjengarar) i perioder med regn ved bortleiing av vatn frå overflata og dermed redusert vasssprut.
- Redusert faren for flaum i periodar med kraftig regnfall ved å drenere vatnet bort frå overflata og ned i bærelaget / ned i konstruksjonen /7/.

Ulemper:

- Redusert slitasjemotstand (gjeld først og fremst piggdekkslitasje)
- Kan ha problem med steinslipp
- Kort levetid av den støydempende effekten på grunn av tetting (først og fremst slitasjestøv der piggdekk eller kjetting blir nytta)
- Innkapsla fukt i porane vinters tid kan i nokre tilfelle gje kondens og ising på vegoverflata
- Den høge porøsiteten hindrar saltspreiing / reduserer saltkonsentrasjonen på overflata under bruk av salt i vinterdrifta

- Låg varmeledningsevne fører til raskare fall i overflatetemperatur under visse klimatiske tilhøve.



Figur 1: Overflatetemperatur, tette og porøse asfaltdekker /15/

Erfaringar med to-lags porøse vegdekker

På grunn av den sjølvrensande effekten av trafikk har to-lags porøse dekke vist seg mest effektive ved høge trafikkhastigheiter. Men også på strekninger med låg hastigheit har tolagsløysingar av porøse vegdekke gjeve betre resultat enn etlags.

Med to lag kan ein oppnå følgjande effekter:

- Topplag med liten maksimal steinstorleik gjev ein akustisk fordel på grunn av gunstig tekstur
- Topplaget hindrar eller reduserer mengden av partiklar /grovkorna ureinheiter i å trenge ned i det meir åpne botnlaget
- Topplaget fungerer som ein buffer for å ta opp forureining og støv og kan lettare rensast enn ved grovkorna overflatelag
- Ved tolagsløysing kan botnlaget proporsjonerast med større dremskapasitet enn ved etlagsdekke.
- Lang levetid for 2. lag ved at berre topplaget blir skifta.

Aktuelle døme på samansetning av tolags porøs asfalt:

Døme 1

- 35 mm topplag 8/11
- 45 mm bunnlag 11/16

Døme 2

- 20 mm topplag 4/8
- 50 mm bunnlag 11/16

Døme 3 (mindre brukt)

- 20 mm topplag 2/6
- 50 mm bunnlag 8/11

Gjennomførte feltforsøk i denne arbeidspakka har vist at 11 mm-masser ($D_{maks} = 11$ mm) i toppen best egna for norske tilhøve der det og er ein del bruk av piggdekk vinters tid.

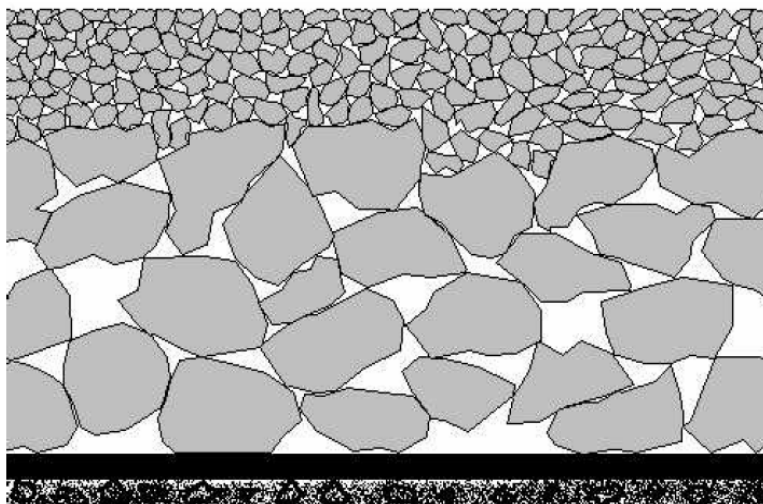
Typisk støyreduksjon for desse løysingane er 5-6 dB(A) /24/

Serleg i Nederland har det vore utført mange undersøkingar på teststrekningar med tolags løysingar som er påvist å gje om lag dobbel støyreduksjon samanlikna med eitlags porøs asfalt. I Danmark har det og vore forska relativt mykje på porøs asfalt. I England har dei stort sett nytta konseptet med tynne finkorna dekker for å gje redusert støy framfor porøse dekke. Det er funne lite litteratur om porøse dekke i Canada og Japan som til dels har same klimavikårar som i Norge med vinterklima. I Japan (Hokkaido) vart det innført piggdekkforbod i 1990, noko som reduserte problemet med støvdanning og tetting av åpne dekke vesentleg, men slitasje på grunn av kjettingbruk kan vere eit problem her.

3.1.2 Tetting og renseteknikkar for porøse vegdekke

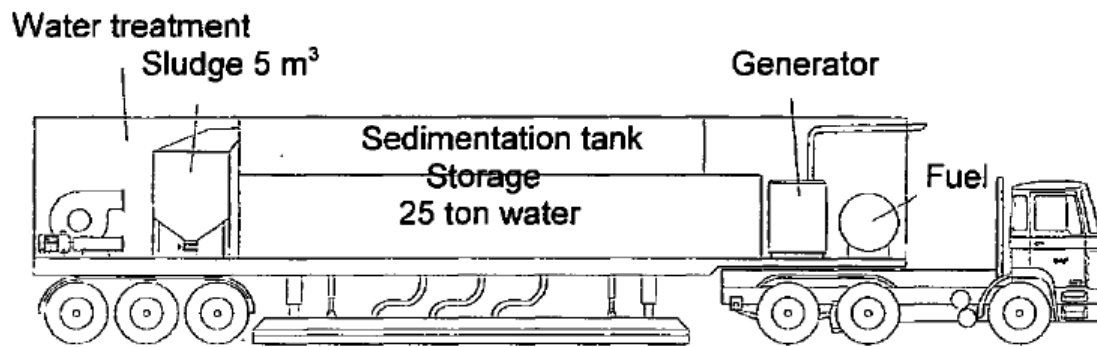
Eit problem med bruk av åpne, porøse vegdekk vil vere at støv frå vegslitasje og andre forureiningskjelder etter ei viss tid vil trenge ned i poresystemet og etterkvart redusere holrommet i dekket. Etter ei tid vil holrommet bli så mykje redusert at den lydempande effekten avtar merkbar. Det vil da vere behov for å rensa dekket for støv og åpne poresystemet att ved ei form for renseteknikk. Det finst ulike typar utstyr på marknaden på dette som gjort greie for i det vidare.

Det er observert at trafikken har ein vesentleg rensande effekt i hjulspora i asfaltdekket. Denne effekten er serleg merkbar i hjulspora. Ein mekanisme er her er lufttrykkendringane som oppstår kring eit rullande hjul i stor fart luft blir pressa inn i porestrukturen i vegdekket i front og sugd ut bak bildekka. Den største bidraget til renseseffekt er nok likevel når dekket er vått / under regnversssituasjonar der bildekka fungerer som ei effektiv pumpe og vaskar reint toppskiktet i det porøse vegdekket. Støv og forureiningar vil da avleire seg mellom hjulspora.



Figur 2: Tolags porøs asfalt /6/

På vegar i urbane strom er porøse dekke nytta for reduksjon av støy. På nylagde dekker er det dokumentert støyreduksjonen på 4-6 dB, men denne effekten blir heil borte etter 2-3 år på grunn av tetting. Eit studium på eit tolags porøst dekke var til dømes utført i Sapporo i Japan /7/. Målingane her syner og at den opprinnelige høge permeabiliteten kom bort etter 2 år.

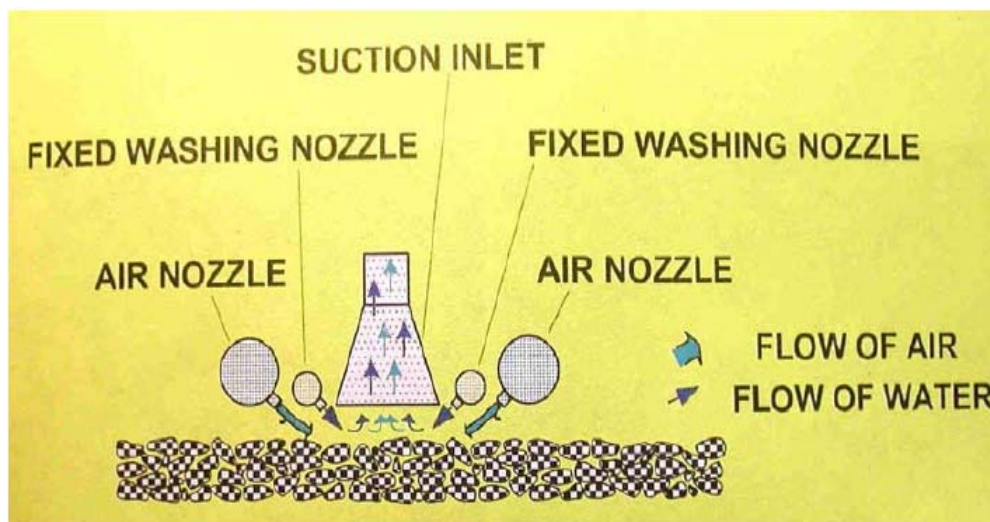


Figur 3: Rensemaskin for porøse dekker

ERFARINGAR FRÅ JAPAN

Maskintypar

Maskintype SPEC-KEEPER: Med denne maskina blir vatn først spylt på dekke. Ved sida av det vatna arealet blir det etablert ei "gardin" med høgtykk-luft som vaskar vann ut av dekket og samvirkar med oppsuginga av vaskevannet. ureinheiter og partiklar blir separert frå vatnet slik at vatnet kan nyttast på nytt (resirkulering). Ved denne metoden aukar effektiviteten slik at ein har kunna auke kapasiteten på vaskinga med til 2-10 km/t. Når dekket berre er delvis tett, kan ein arbeidshastighet på 10 km/t nyttast, men for tettere dekker må hastigheten reduserast til 2-5 km/t.



Figur 4: Spec-keeper

Det finst og ei anna nyare maskin med eit liknande prinsipp, men der ein berre nyttar luft kombinert med oppsuging. Hastigheiten er 0-30 km/t med eit snitt på 20 km/t. Luft blir blåse frå begge sider av veidekket. I midten av dette området er det eit oppsugingssystem som samlar partiklar og støv*.

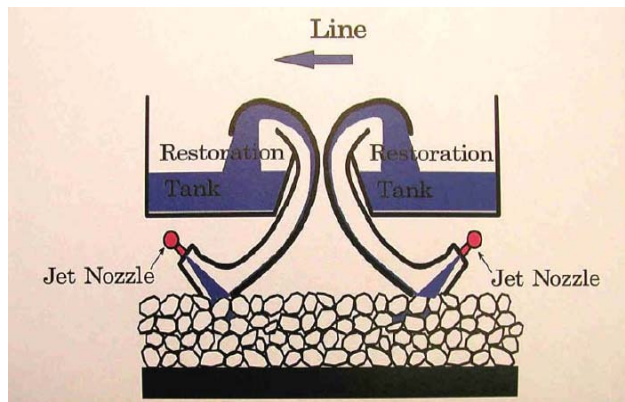
*Forsøk med denne maskina har vore gjennomført med ulike rensingsfrekvensar. Konklusjonen var i dette tilfellet at rensing bør gjeast ein gang i veka for å oppnå det mest effektive vedlikeholdet.

Maskintype TORNADO:

NIPPO¹ utvikler resemaskiner for porøse dekker, den siste er Tornado.

¹ Største vegbyggingsbedriften i Japan

Den spruter vatn under høgt trykk på dekket med ein angrepsvinkel på 45 grader, og suger opp forureiningar. Vatn blir sprøyta ned både framfor og bak området for oppsuging. Hastigheten på resemaskina er 6-10 km/t, og rensbredda er 2 meter. Målinger har vist at permeabiliteten etter rensing kan auke med så mykje som 50 %./7/



Figur 5: Tornado

ERFARINGAR FRÅ TYSKLAND

Anvendte rensesystemer

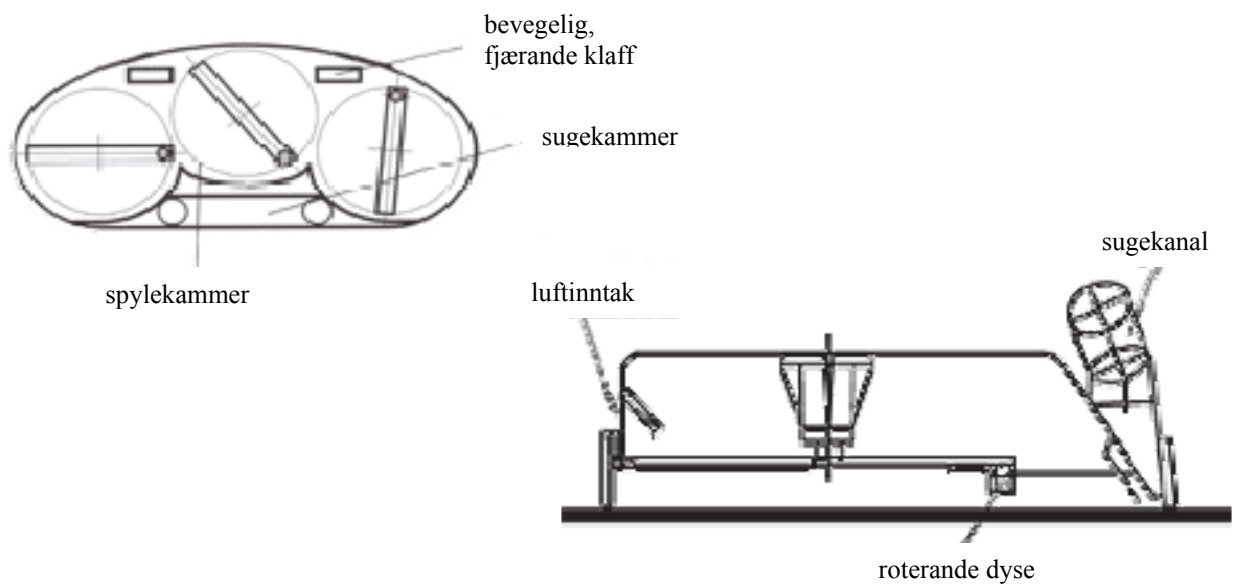
Ein av dei systema som er nytta for rensing av åpne vegdekke i Tyskland er "ORCA-System". Spesielle roterande dyser spruter her vatn med høgt trykk på vegdekket, sjå figur 6. Samtidig blir slamvatnet sugd opp ved eit vakuumsystem. Resultat er åpne porer og tørr overflate med ein gong /17/.

Eit anna system som blir i Tyskland er OCC-rensesystemet. Dette systemet er satt sammen av flere komponenter. Rensesystemet består av rensehette, overtrekkshette og tilbyggedeler. Det er tre rensearmar med ein bredde på 1,76 m. Inne i rensearmene er det plassert høgtrykkdyser som er utvikla serskild for rensing av store flater. Inne i rensehetta er det ei innretning for å suge opp slamblandinga.

Tanken er eit "tank-i-tank system". Det er ein tank for reint vatn og ein for forureinsa vann. Reinvasstanken rommer ca. 1000 liter, og tanken for forureina vatn ca. 1250 liter.

Ei høgtrykkspumpe arbeider med trykk heilt opp til 200 bar. For å unngå tetting av høgtrykkdysene blir vatnet til høgtrykkspumpa filtrert.

For å bedre effekten av rensingen kan og eit resemiddel tilsettast. For bruk på trafikkøyer, rekkverk eller kantspor har man et ekstra verktøy for håndrensing med integrert suger /20/.

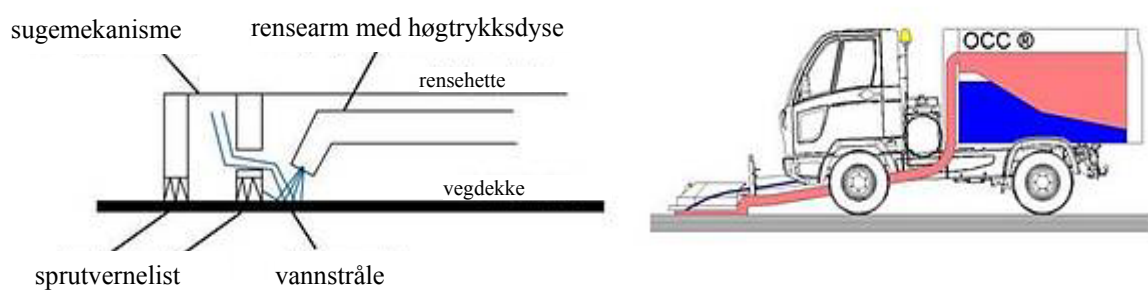


”ORCA-System” på vegen



Porøst dekke før og etter rensing

Figur 6: ORCA rensesystem



Figur 7: OCC rensesystem

Aktuelt om forskning

I Tyskland er porøse dekke ikkje så mykje nytta på grunn av dårlige erfaringer med tetting av porene. Det er starta eit forskningsprosjekt i Stuttgart på oppdrag fra BAS² for å løyse problemet med tetting av åpne dekke. (Prosjekt "Polymertechnologie zur Modifizierung von Porinnenwandungen" - Polymerteknologi for modifisering av overflaten i porene).

Ein har vore inne på å utvikle porøse vegdekke med støvavstøytende overflate. På eit slikt dekke vil ikkje støvet feste seg så godt, og vil ha ein sjølvrensande effekt under ved nedbørsperiodar. Prinsipielt kan ein slik effekt come fram på ulike måtar. Ein kan til dømes tenkje seg ei overflatebehandling i poresystemet ved å påføre ei slags impregnering som trengjer inn i poresystemet. Ein annan teknikk kunne vere gjennom ei spesiell form for polymermodifisering av bindemiddelet. Etter legging av asfaltdekken skal desse polymerene frigjerast frå bitumenet og leggje seg på overflaten i porene for å danne et støvavstøytande skikt.

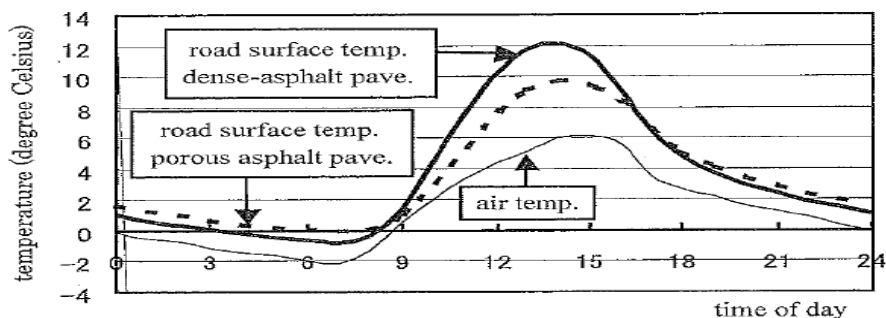
Det blir og forska på to andre metodar for å unngå at støv blir sittende fast i porane i dekket. Den eine metoden går ut på å danne ei hydrofob (vassavstøytande) overflate som gjer at støvet ikkje festar seg så godt, og dermed blir lett å spyle ut. Den andre metoden er å danne ein hydrofil (vasstiltrekkande) overflate som gjer at vatnet kan krype mellom støvpartiklane og poreoverflaten ved rensing, og på den måten løyse støvet fra porene /21/.

3.1.3 Vinterdrift av porøse vegdekke

JAPAN (døme) /11/

Overflatetemperatur

Overflatetemperaturen for eit vegdekke vil endrast vesentleg over døgnet og året. Figur 8 er døme på døgnvariasjonen for eit porøst vegdekke samanlikna med eit ordinært dekke ved veksling i temperatur kring 0-punktet. Registreringane syner at på dagtid er temperaturen på det tette asfaltdekket noko høgare enn det porøse, mens om natta har det porøse dekket høgare temperatur enn det tette. Årsaken til dette er truleg varmeisolerings-effekten som porøse dekke har på grunn av stort holrom.



Figur 8: Registrert overflatetemperatur i porøst dekke og tett dekke

Totalt over døgnet kan overflatetemperaturen på porøse asfaltdekker vere litt lågare enn tette asfaltdekker, men dette er først og fremst ved temperatur over 0 °C. Det er derfor lite som tyder på at det er aktuelt med andre rutinar for vinterdrift av porøse vegdekke.

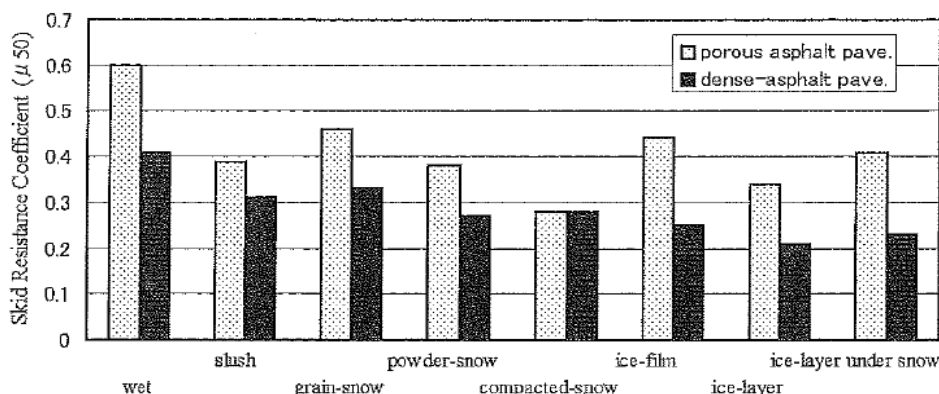
² Bundesanstalt für Straßenwesen

Effekten av kjemiske isingsvern

Det har vore hevda at porøse asfaltdekker drenerer anti-isingsmiddel / kjemikalier gjennom porene i dekket. Dette vil i tilfelle føre til at effekten av kjemikaliane blir redusert sammenlikna med tette asfaltdekke i følge denne kilden. I nokre tilfelle var kjemikaliedosen i praksis auka for å ta høgde for denne effekten.

Friksjonskoeffisient

Japan Highways nytta eit stort kjøretøy for friksjonsmåling på ulike dekktypar. Med unntak av vegoverflater med fast snø, var friksjonskoeffisienten på porøs asfalt høgere enn på tette asfaltdekke.



Figur 9: Friksjonsmåling på ulike vinterføre

Friksjonskoeffisienten på vegar med fast snø er som vi ser av figuren ikkje influert av dekketypen, etter som friksjonen på ei snøoverflate berre er avhengig av friksjon mellom snø og bildekk. For våte overflater og overflater som er dekt med en tynn isfilm, vil imidlertid relieff/tekstur i den porøse asfalten gje ein høgare bremsemotstand. Den høge friksjonskoeffisienten på vegar dekt med ein tynn isfilm er såpass markert at den vil kunne ha betydning for trafikktryggleiken.

Reduksjon av trafikkulykker

Ei undersøking /12/ synte nedgang på antallet trafikkulukker om vinteren på heile 34 % på strekningar med opprinneleg tette vegdekke etter at desse vegdekka var erstatta med porøse dekke. I denne undersøkinga var det imidlertid ikkje kompensert for variasjonar i klimatilhøve mellom dei to måleperiodane, noko som gjev ein viss usikkerheit i datagrunnlaget.

Rutiner for vinterdrift

På dette grunnlaget /12/ vart det i Japan funne at det ikkje var behov for store modifikasjonar av de eksisterende metodene for bekjemping av snø og is. Spesielt i kalde områder og områder med mye snø hvor snøen bygger seg opp på vegen vil eksisterende vedlikeholdsmetoder fortsatt være effektive. I situasjonar med sterkt snøvær med varmegrader på vegoverflata kan snøen bli liggande noko lenger på dekke av porøs asfalt enn elles, serleg på vegar med liten trafikk /11/

Konklusjon

- Det er behov for å rense porøse vegdekke med visse intervall for å unngå at slitasjestøv og andre forureiningar tetter porene og dermed reduserer den lyddempande effekten. Det finst ulike typar utstyr på marknaden til dette.
- Det er ingen merkbar skilnad mellom tradisjonelle og porøse dekke med omsyn til overflatetilstanden under snøfall.
- Det har vore hevda at porøse asfaltdekker drenerer anti-isingsmiddel/kjemikalier gjennom porene i dekket. I nokre tilfelle var kjemikaliedosen i praksis auka for å ta høgde for denne effekten.
- Overflatetemperaturen på porøse dekke under snøvær og plussgrader er noko lågare på porøse dekke enn på tette dekker. Etter som dette er påvist berre ved temperaturar over 0 °C vil ikkje dette innfluere på eventuelle driftstiltak.
- Overflateruheit på porøse dekke gjev ein høgare friksjonskoeffisient enn tette asfaltdekker, sjølv på vinterføre med litt is på overflata.
- Antallet trafikkulykker på vinterføre er redusert på strekningar der tette asfaltdekke har vorte erstatta med porøse asfaltdekke.

4 Feltforsøk

4.1 Forsøksprogram

I prosjektet "Miljøvennlige vegdekke" er det oppretta i alt 36 forsøksstrekningar, 19 i 2005, 8 i 2006 og 9 i 2007. Her er det lagt forsøksdekke med ulike typar støysvake vegdekker inklusive nokre referansestrekningar av meir tradisjonell type men med liten steinstorleik (Ab6 og Ska6). I tillegg er det råd å samanlikne med tilstøtande parsellar av tradisjonelle dekketypar. Oversikt over dei ulike strekningane er vist i dei vidare delavsnitt under kapittel 4. Ein oversikt over dei ulike felta er og gjeve i vedlegg 9.

Hensikten med desse felta har vore å utvikle nye dekketypar støysvake vegdekke som eignar seg under våre klimatiske vilkår. På alle felt er dei sentrale funksjonsegenskapane sporutvikling, jamnheit og friksjon registrert over året. I tillegg er det utført støymålingar og gjort ein del visuelle observasjonar som er dokumentert med foto. På ei av forsøksstrekningane med porøse vegdekke (Rv 170 ved Bjørkelangen) er det utført eit renseforsøk med etterfølgjande måleprogram for dokumentasjon av effekten.

Forsøksdekke lagt i 2005

***Forsøksfelt E6 Stange**

*= Felt som er spesielt omtalt vidare i denne rapporten

Her er det lagt 4 ulike dekketypar, både finkorna og porøse dekketypar. Ab6 representerer det mest finkornige, Wa8 representerer porøse dekker og Da11 representerer referanse til eit kjent drenerande dekke. I tillegg er det lagt eit dekke med tilsetning av gummigranulat, T8g.

Funksjonsegenskapar som støy, sporutvikling og friksjon er registrert over året frå 2005 til i dag (2008). I tillegg er det utført årlege støymålingar i 2005, 2006 og 2007 for å følgje utviklinga over tid. Driftstiltak på dekkane er og dokumentert og erfaringar notert.

Forsøksfelt E18 Oslo

Her er det lagt ulike variantar av Ska med ulike steinstorleik; Ska 6, 8, 11, 16

Forsøksfelt Rv 715 Trondheim

Her er ulike typar Ab og Ska testa; Ab 6, 8, 11 og Ska 6, 8 og 11.

Forsøksfelt E6 Melhus

Det er lagt to forsøksfelt med Ska 11 med ulike tilsetningar av gummigranulat; hhv 1% og 3% tilsetning

Forsøksfelt E 16 Hønefoss

3 felt med ulike variantar Ab er lagt; Ab 6, 8, 11

Forsøksdekke lagt i 2006

Alle desse dekka har polymermodifisert bindemiddel

***Forsøksfelt Rv 170 Bjørkelangen /3/**

*= Felt som er spesielt omtalt vidare i denne rapporten

Forsøksfelt Rv 170 Bjørkelangen har 4 prøvelfelt i begge køyrebantar. Her er det lagt ulike variantar av porøse dekke; 3 tolags dekke med porøse dekke: Wa8 over Da16, ViaQ11 over ViaQ16, DaFib8 over DaFib16. I tillegg er det lagt eit ordinært dekke av Da11 som referanse. Dette er same dekketype som referansedekket på E6 Stange for å kunne samanlikne desse forsøksstrekningane. På dei tilstøtande vegstrekningane på begge sider av forsøksstrekninga var det lagt dekke av Ska11 som og kan nyttast som ein referanse. Proporsjonering av dei porøse vegdekka vart utført i eit FoU-samarbeid mellom Statens vegvesen og dei tre største asfaltentreprenørane i Norge; Kolo veidekke, NCC Roads og Lemminkainen. Dette for å stimulere til nye, innovative dekkeløysingar og dra maksimal nytte av kompetansen hjå entreprenørane.

Hensikten med desse felta har vore å utvikle nye dekketypar av porøse, støysvake vegdekke som eignar seg under våre klimatiske vilkår. Det er utført rensetiltak på desse dekka etter ein vintersessong der effekten av rensing vart undersøkt. Rensinga vart utført våren 2007 med eit spesielt utstyr; "Frimokar" som Oslo lufthavn Gardermoen disponerer. Nærare utgreiing om desse forsøka er gjeve i kapittel 4.2

På desse felta er følgjande generelle dokumentasjon framskaffa:

- Friksjon, bar veg og vinterføre
- Temperatur, luft og vegdekke
- Sporutvikling

I tillegg er det utført støymålingar og permeabilitetsmålingar. Det har og vore serskilde synfaringar for observasjon av effekten av salt og fukt / vatn på dekka. Det er vidare ført statistikk på vinterdriftstiltak vintersessongane 2006/07 og 2007/08.

Forsøksfelt Rv 161 Oslo

Her vart det lagt 2 typer tynndekke; Novachip 8 og T8s.

Forsøksfelt Rv 2 Kongsvinger

To typer 8 mm dekker vart lagt; ViaQ8 og T8s; den siste er same type som feltet på Rv 161 i Oslo.

Forsøksdekke lagt i 2007

Alle disse dekk har polymermodifiserte bindemiddel

Forsøksfelt Rv 20 Elverum

Her er det lagt eit tynndekke av type T8s

Forsøksfelt E6 Stjørdal

To typar skjelettasfalt med ulik maksimal steinstorleik er lagt, Ska8 og Ska11

Forsøksfelt E6 Trondheim

Same dekketype som på E6 Stjørdal; to typar skjelettasfalt med ulik maksimal steinstorleik, Ska8 og Ska11

Forsøksfelt Rv 62 Eidsvåg

Eit forsøksdekke med Ab6 er lagt

Forsøksfelt Rv 582 Bergen

Eit forsøksdekke med Silastic er lagt

Forsøksfelt Rv 118 Rygge

Eit forsøksdekke med Viastab8 er lagt

Forsøksfelt Rv 650 Stordal

Eit forsøksdekke med Ab6 er lagt

4.2 Rensing og renseteknikk

4.2.1 Rensing

Det finst ulike utstyr på marknaden for å rense porøse vegdekke for ureinheiter / støv som etter ei tid kan forureine dekket og tette porane i dekket. Dette er omtalt i kapittel 3.1.2.

I dette prosjektet vart det utført rensforsøk på forsøksfelt på Rv 170 ved Bjørkelangen etter første vintersessong våren 2007. Eit spesialutstyr som Oslo lufthamn Gardermoen disponerer, "Frimokar" vart nytta. Med dette utstyret er det store moglegheiter til å regulere vasketrykk, spylemengde og framdrift. Spylinga skjer med faste dyser og kombinert med suging. For tryggleiken under arbeidet vart det nytta ein putebil.

Før forsøka vart utført, var det gjort nokre innleiande forsøk for å finne rett nivå på spyletrykk og vassmengde. Ein fann det effektivt å vatne 10 - 15 min på førehand før spyling for å løyse opp forureiningar / støv. Spyletrykket vart fastlagt til ca 160* bar trykk kombinert med suging. Vassforbruket var stipulert til ca 220 liter/min. Ein måtte vaske 2 drag pr køyrefelt for å dekkje heile køyrefeltbreidda på 3,5 m, sjå foto i figur 11. Kostnadene for dette arbeidet var ca 40000 kr. I alt er 7 felt på 200 m vaska, det vil seie 1400 løpemetar køyrefelt eller i alt 4900 m². Kostnadene for sjølv vaskeoperasjonen er da kr 8,16 eller ca 8-9 kr/m². I tillegg kom kostnader til arbeidsvarsling, putebil mm på om lag 10 kr/m², slik at totalkostnaden for vasking låg i området 18 - 19 kr/m².

*(Ein fann at 250 bar trykk vart for stort (øydelegg dekket ved utplukking av til dele store mengder stein frå dekket) og at ein fekk best rensesjokk ved noko redusert trykk og relativt store mengder vatn.

Rensa vegstrekning var 700 m vegbane, og det vart køyrd to drag. Det vart utført rensing i 5 økter på 4 timar kvar, i alt 20 timar. Dette gjev ei effektiv framdrift på 1400/20 = 70

m/time inklusive vassfylling og slamtømming. Utstyret måtte tømmast for slam to gonger pr økt. Oppvaska slammengde er anslått skjønsmessig i til om lag 2-2,5 m³ (Durban).

Representativt materiale frå vaskinga er tatt vare på. Det er ein god del stein i det utvaska materialet, noko som viser at det ikkje berre var støv som blir med i ein slik vaskeprosess. Prosessen er med andre ord ein temmeleg hard påkjenning på dekket.



Figur 10. Rensemaskin Frimokar, som høytrykksspyler vegdekket og sug opp vaskevattnet. /P4/



Figur 11: Renseforsøk på Rv 170 ved Bjørkelangen

Figur 12 syner opplegget for vaskeforsøket på dei ulike felt. Opplegget er i prinsipp slik at halparten av kvart forsøksdekke vart vaska slik at ein for kvar dekketype kunne samanlikne vaska og uvaska seksjon. For å finne effekten av vaskinga, vart permeabiliteten målt på minst 2 punkt på hhv vaska og uvaska felt for kvart forsøksdekke.

Dokumentasjon av resultat etter rensing.

Ved å rensa berre halparten av kvart forsøksdekke, kunne dokumentasjon av renseseffekten gjerast ved samanlikning av effekt på rensa / urensa dekke etter utført vaskeprosess. Funksjoneigenskapane støy og friksjon er dei mest interessente eigenskapane å måle. I tillegg er permeabilitet ein interessant parameter som indirekte kan knytast opp mot hovudparametrane støy og friksjon. Permeabilitet kan og ha direkte interesse ved at høg permeabilitet gjev betre drenasje av vatn og dermed tryggare køyretilhøve på grunn av mindre vassprut / betre sikt.

Følgande eigenskapar / parametre vart dokumentert:

- Friksjon
 - tørr friksjon m/variabel slipp
 - våt friksjon m/variabel og fast slipp
- Spor/jevnhet
- Tekstur
- Støymålinger, CPX-målinger
- Permeabilitet
 - i og mellom hjulspor
- Foto
 - nærbilde i kvart punkt for permeabilitetsmåling
 - oversiktsbilde på tvert av køyrebanen i kvar dekkeskjøt

Felt nr *	Felt nr rense-forsøk	Rensa felt (vår-07)	Rensa køyre-felt	Frå km	Til km	Lengde, m	Dekketype	Entreprenør
V1	1		Begge	4,080	6,100	2020	Ska11	
ref	2+3	3	Begge	6,100	6,550	450	Da11	Lemminkainen AS
FF 1	4+5	4	Begge	6,550	7,000	450	Wa8/Da16	Lemminkainen AS
FF 2	6+7	7	Begge	7,000	7,450	450	ViaQ11/ViaQ16	Kolo Veidekke AS
FF 3	8+9	8	Eit (mot km-retn)	7,450	7,950	500	DaFib8/DaFib16	NCC Roads AS
V2	10		Begge	7,950	9,850	1900	Ska11	

* V= "vanlig" Ska11, ref=referansefelt med Da11, FF= forsøksfelt med ulike typer porøs asfalt

Måling av dreneringsevne porøse til asfaltdekker, Rv 170 Bjørkelangen

Forsøksfelt Rv170, Hp 03

Rensing uke 21 - 2007

Målesteder for dreneringstest

Felt	F2	F1 Mot Bjørkelangen	Kilometer
Vanlig (1900 m) Ska 11			9,850 km
			7,950 km
7,750 km			
Forsøksfelt 3 (500m) NCC DaFib8/DaFib16	10 % natursand	7 % natursand	7,650 km
7,570 km			7,570 km
			7,450 km
7,350 km			7,350 km
Forsøksfelt 2 (450m) Kolo-V ViaQ11/ViaQ16			7,250 km
7,125 km			7,125 km
			7,000 km
6,850 km			6,850 km
Forsøksfelt 1 (450m) Lemmink. WA8/Da16			6,750 km
6,650 km			6,650 km
			6,550 km
6,450 km			6,450 km
Referansefelt (450m) Lemminkäinen Da11			6,350 km
6,250 km			6,250 km
			6,100 km
Vanlig (2050 m) Ska 11			
			4,080 km

Rensing

Målepunkter utført permeabilitetstesting

Ikke utførte målepunkter

Figur 12: Oversikt over forsøksdekker på Rv 170 ved Bjørkelangen med opplegg for vasking og prøvepunkt for måling av permeabilitet.

4.2.2 Effekt på støy

Første måling på dekk på Bjørkelangen vart utført i oktober 2006 same året som dekk vart lagt. I mai 2007 etter første vintersessong vart det utført eit renseforsøk der deler av dei porøse dekkene vart rensa, jfr kap 4.2.1. I juni 2007 vart det så utført CPX-målingar for å undersøke effekten av renseforsøket med omsyn på støyeigenskapar. Desse målingane vart utført både med køyrefart 50 og 80 km/t.

Det vart utført ein ny målerunde i oktober 2007. I analysen vart det denne gang ikkje skild mellom urensa og rensa del, men berekna eit middelnivå for heile teststrekninga for kvar einskild dekketype. Tabell 2 viser alle måleresultat for køyrehastigheit 80 km/t. (Ska11-dekket er veidekket som ligger nærmest Bjørkelangen, og som kjem før NCC-veidekket DaFib8/16).

Tabell 2 CPX-nivå, Rv170 Bjørkelangen, 80 km/t

Vegdekke	Leggear	2006 $t_{\text{luft}} = 10^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{vei}} = 6^{\circ}\text{C}$ L_A dB(A)	juni-2007 $t_{\text{luft}} = 20^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{vei}} = 28^{\circ}\text{C}$ L_A dB(A)	Endring 2006-2007 dB(A)	okt-2007 $t_{\text{luft}} = 11^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{vei}} = 14^{\circ}\text{C}$ L_A dB(A)
Ska11	2006	98.4	99.3	0.9	100.3
DaFib8/16 urenset	2006	90.9	95.6	4.7	97.0
DaFib8/16 renset	2006		95.8		
ViaQ8/16 urenset	2006	94.8	94.9	0.1	96.3
ViaQ8/16 renset	2006		95.2		
Wa8/Da16 urenset	2006	93.4	95.7	2.3	97.0
Wa8/Da16 renset	2006		95.9		
Da11 urenset	2006	95.8	96.5	0.7	97.6
Da11 renset	2006		96.2		

Konklusjon

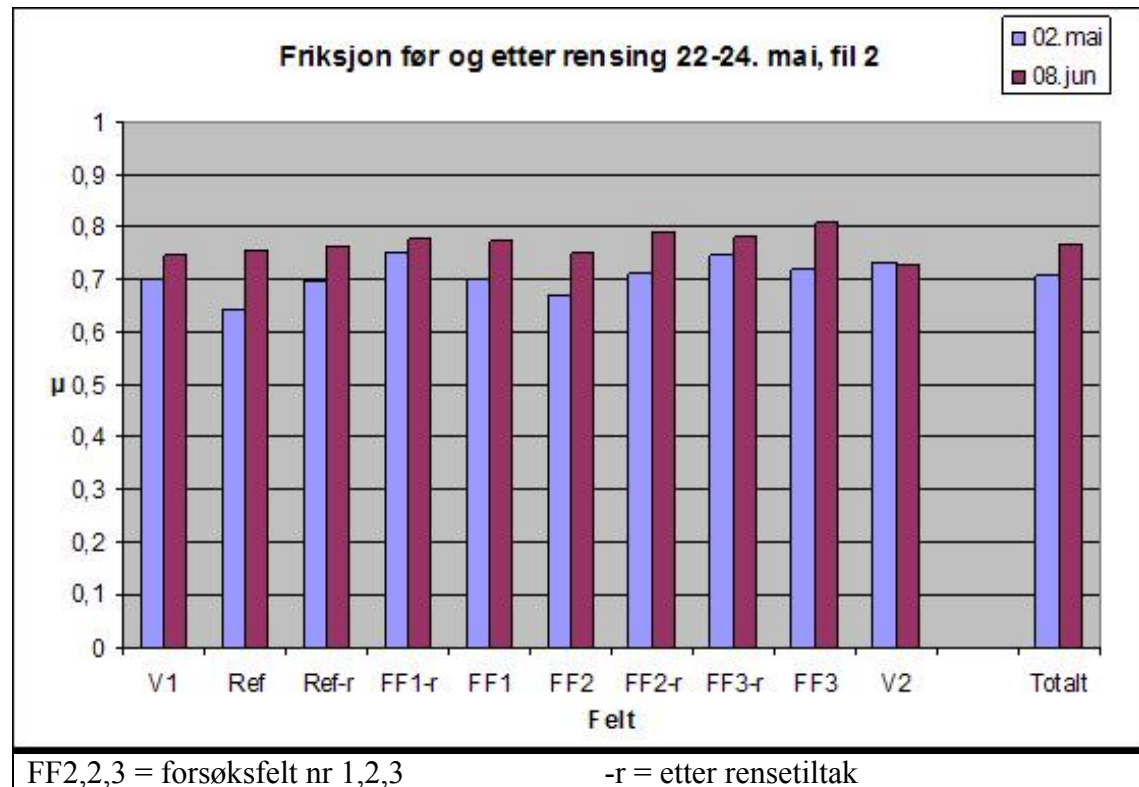
Som resultatata frå måling i 80 km/t i tabell 2 syner, vart det ikkje påvist nokon signifikant skilnad i støynivå på rensa og urensa dekke. Dette resultatet vart og stadfesta med måleserien i 50 km/t.

4.2.3 Effekt på friksjon

Det er vanskeleg å finne målbare skilnader på friksjon før og etter rensing, jfr figur 13.

Konklusjon

I sum er konklusjonen at rensing gav marginale eller ingen effekt på friksjonstilhøva.



FF2,2,3 = forsøksfelt nr 1,2,3 -r = etter rensetiltak

Figur 13: Friksjonsmåling før og etter rensing, Forsøksfelt Rv170 Bjørkelangen

4.2.4 Effekt på permeabilitet

Permeabilitetstest

Utstyret og prinsippa for måling av drenseevne er gjort greie for i ”Støysvake vegdekker, Prosjektrapport” (Vegdirektoratet, juni 1994). Utstyret består av ein 50 cm høg pleksiglass-sylinder med 10 cm innvendig diameter, montert på ein rund messingfot. I foten er det et 25 mm utløpshol med 25 mm diameter. Under messingfoten er det ein ringforma gummipakning med 100 mm innvendig diameter. Det blir åpna og lukka for vassutløpet med ei stong som er festa til ein gummipropp.

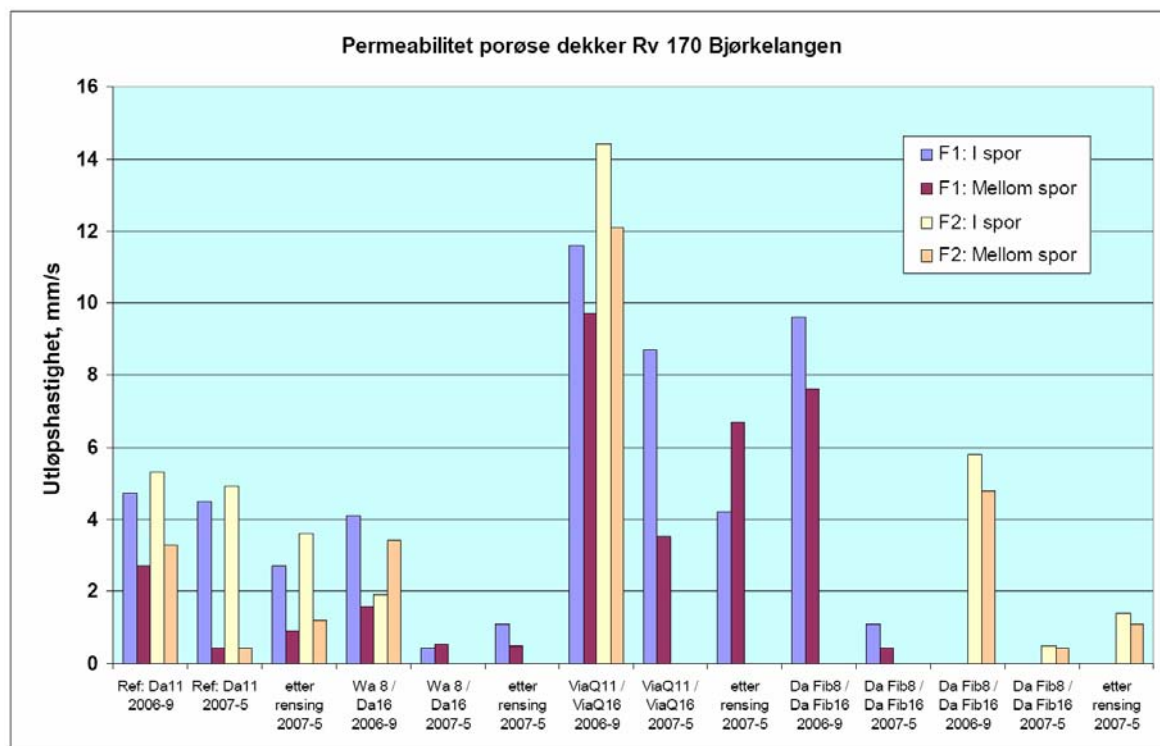


Figur 14 Påfylling av måleutstyr (venstre) og utstyr klart til permeabilitetsmåling (høgre)

Måleresultat

Figur 5 gir en grafisk fremstilling av resultatata, der også måleverdiar frå 13.09.2006 er tatt med. Frå desse resultatata kan vi gjere følgjande observasjonar:

- Permeabiliteten (utløpshastigheten) var gått ned for alle forsøksdekkene etter eit års trafikk. Sannsynlig årsak er piggdekkslitasje og anna støv og forureining som er tilført frå trafikk eller omgjevnader.
- Det var vesentleg større reduksjon av permeabilitet mellom hjulspora enn i spora. Årsaken er truleg trafikkens sjølvrensande effekt ved at bildekkta slit av bindemiddel og mørtel i tillegg til å dra bort støvet i større grad i hjulspora. Mellom hjulspora er den sjølvrensande effekten frå trafikken mindre, og asfaltstøv og andre forureiningar blir dermed avleira i større grad der.
- Det var ein tendens til at permeabiliteten i hjulspora faktisk gjekk ned og mellom hjulspora gjekk litt opp på dei rensa felta samanlikna med tilvarande urensa felt. Permeabiliteten i hjulspora var i utgangspunktet større enn mellom hjulspora (pga sjølvrensande effekt frå trafikken). Etter vaskinga hadde dette jamna seg meir ut.



Figur 15: Resultat frå permeabilitetsmålingar. Utløpshastighet i mm/s er uttrykk for dekket sin permeabilitet.

Konklusjon

Vaskeprosessen hadde liten effekt på permeabiliteten i dei porøse asfaltdekka.

4.3 Dekkequalität og funksjonsegenskapar

4.3.1 Tilstandsutvikling

Generelt

Tradisjonelt har det vore eit problem med dei sporadiske forsøk som tidlegare har vore utført med porøse vegdekke her til lands at dei har hatt vesentleg større sporslitasje enn dei ordinære dekka. Dette hovudsakleg på grunn av større piggdekkslitasje om vinteren. Mekanismen med sporslitasje var både ein abrasiv slitasje og steinslipp som var eit problem med porøse dekketypar.

Forsøksdekka på E6 Stange

Sporutvikling

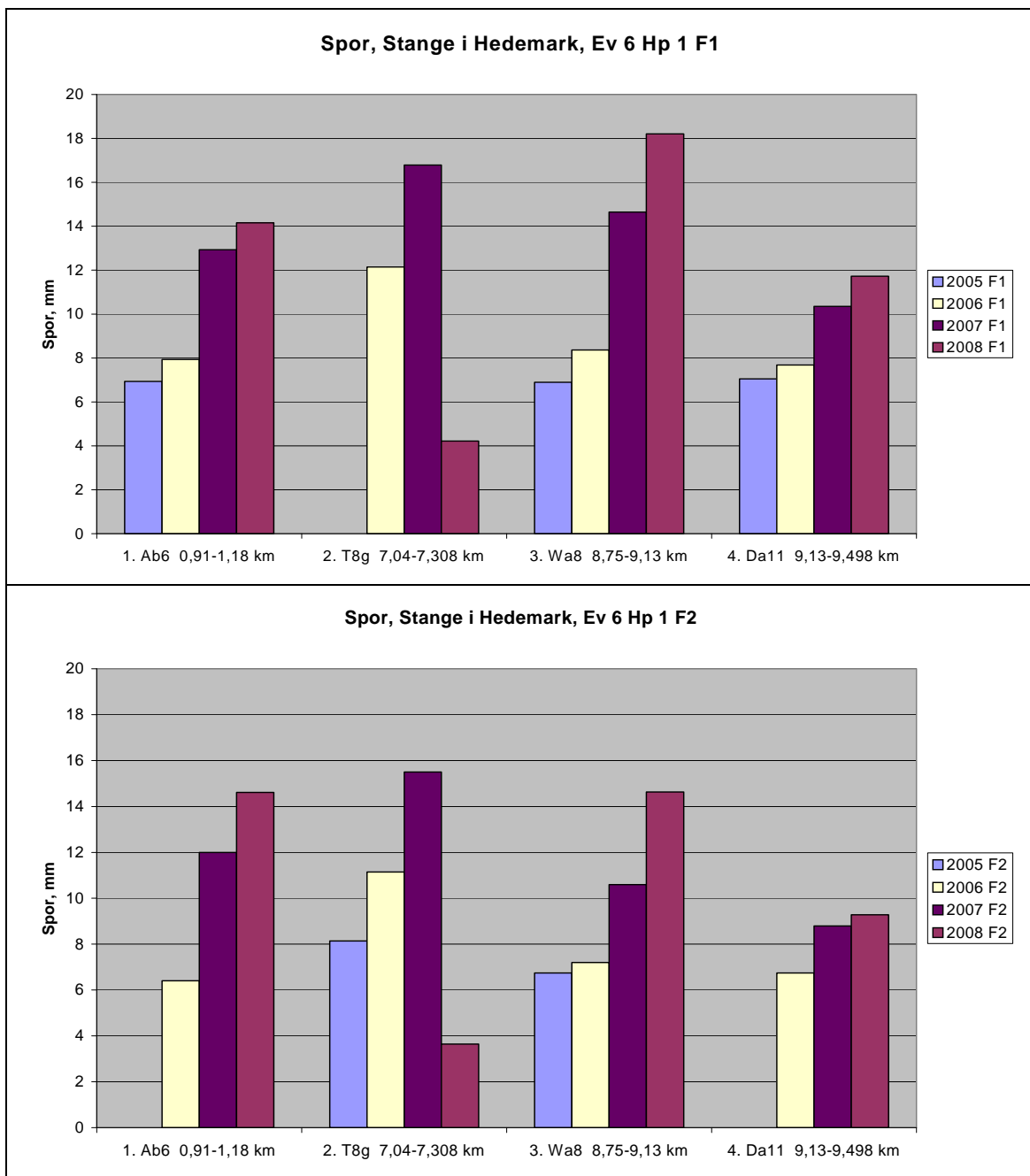
Det er utført spormåling med Statens vegvesen sitt spormåleutstyr Alfred på alle forsøksdekka. Målingane er utført i begge køyreretningar, og resultata i figur 16 er framstilt med kvar køyrebane for seg.

Spormålingane så langt syner om lag same sporutvikling på det porøse dekket (Wa8) og dekket av Ab6. Sporutviklinga etter første vintersessong er som normalt noko høgare enn seinare. I gjennomsnitt dei to siste 2 vintersesongar ligg sporslitasjen her i storleiksorden 4 mm/år, som er ein god del svakare enn med tradisjonelle slitesterke dekke (Ab11/16, Ska11). Noko av dette kan ha sin årsak i steinslipp i tillegg til abrasiv slitasje.

Referansedekket av Da11 hadde minst sporutvikling med om lag 2 mm/år som er ein relativt brukbar verdi.

Etter berre tre vintersessongar er det enno litt tidleg å trekke nokon bastant konklusjon med omsyn på slitaseutvikling. Dekket med tilsetjing av gummigranulat, T8g, har som vi ser stor sporslitasje, og her er dekket partivis gjennomslitt etter berre 2 år. Her var steinslipp ein vesentleg årsak til sporutviklinga, jfr neste avsnitt om dekkeskader. Det vart her lagt over med nytt dekke i 2008 som det også går fram av spordata.

Trafikkmengda på denne vegstrekninga er ÅDT 11800 i sum for begge retningar.



Figur 16; Sporutvikling på forsøksdekk som er lagt på E6 ved Stange. Resultat frå kvar køyrebane er framstil kvar for seg (F1 og F2). ÅDT = 11800

Overflatetekstur og skadar

Begge dei to porøse dekkeresepiane Wa8 og Da11 låg godt utan synlege skader bortsett frå eit kort parti på Da11 der det var ei langsgåande sprekk, høgst sannsynleg på grunn av ein strukturell svakheit i overbygninga. Begge dekkja hadde framleis ein åpen struktur som kunne observerast ved synlege åpne porer i overflata. Visuelt såg dekkja meir åpne ut i hjulspora enn mellom, truleg på grunn av renseffekt frå trafikken. I ein del av Da11-dekket var det litt innblanding av grovare tilslag, truleg frå ein anna masse i starten av produksjonen. Referansedekket av Ab6 låg også godt utan synlege overflateskadar. Sporslitasjen såg også ut til å vere moderat på alle desse dekkja. Derimot hadde spesialdekket T8g med tilsetjing av gummigranulat ein god del skade på grunn av steinslipp og betydelig sporslitasje alt tidleg første vintersessong (1997). Mekanismen såg her ut til å vere at korn av gummigranulat losna først. Dette gav større eksponering på steintilslag ved sida av som så losna /P2/. Etter to vintersessongar er det alvorlege spor over store delar av dette forsøksdekket som til dels er gjennomslitt, sjå foto figur 19.



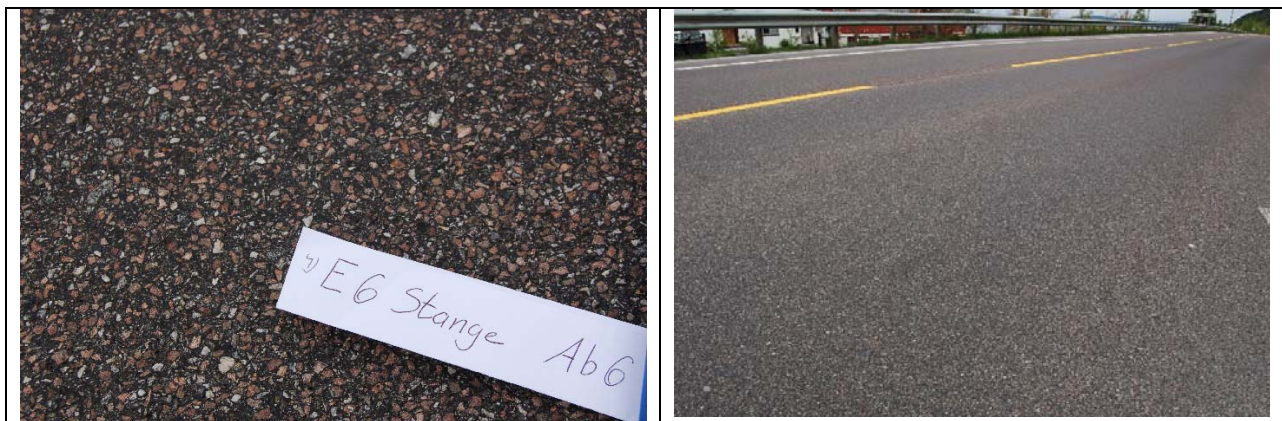
Figur 17: Foto av porøst dekke Da11, E6 Stange, 15. mai 2008



Figur 18: Foto av porøst dekke Wa8, E6 Stange, 15. mai 2008



Figur19: Foto av dekke med gummigranulat, T8g, E6 Stange, 15. mai 2008

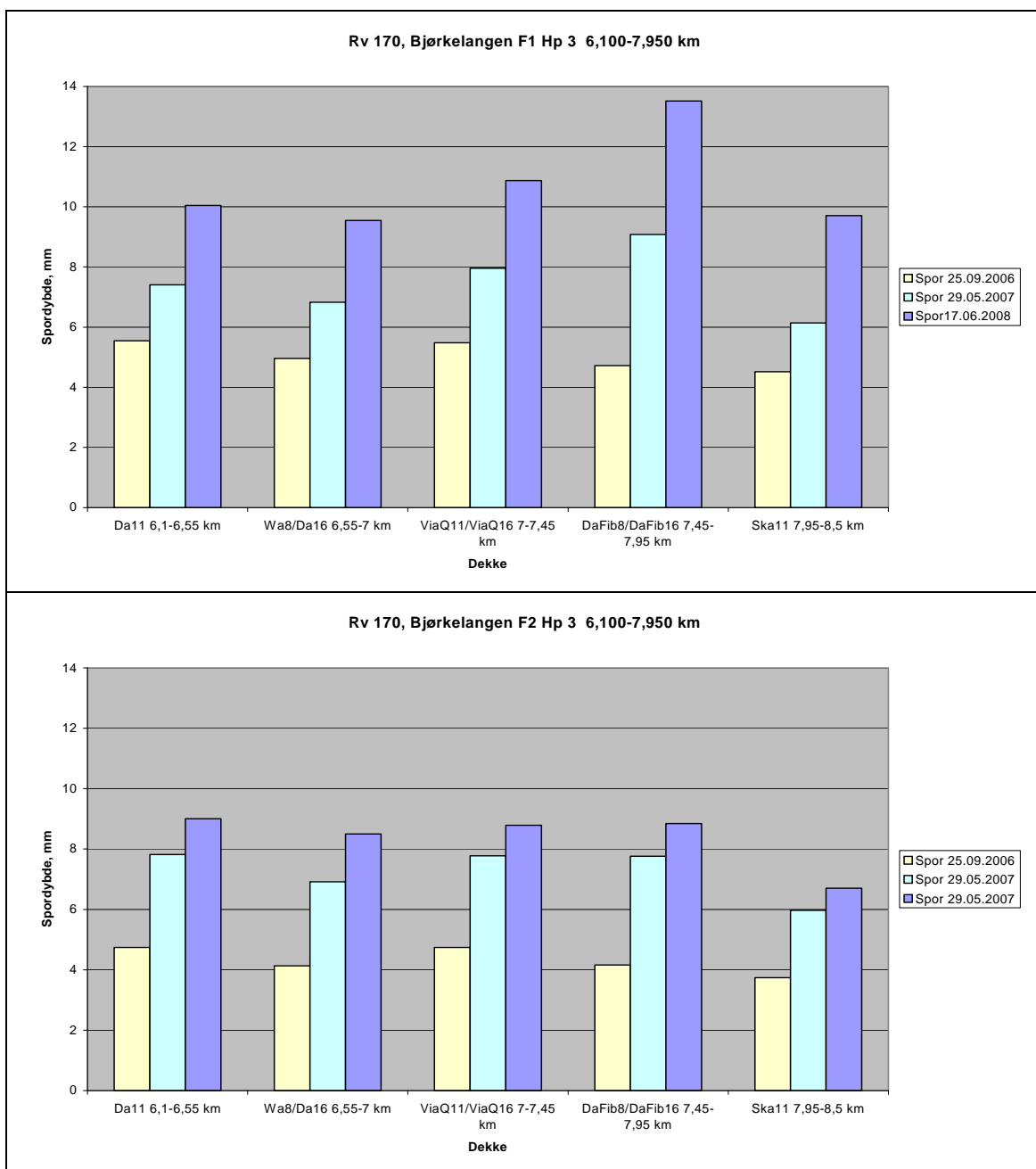


Figur 20: Foto av forsøksdekke Ab6 på E6 ved Stange etter to sesongar; 15. mai 2008

Forsøksdekka på Rv 170 Bjørkelangen

Sporutvikling

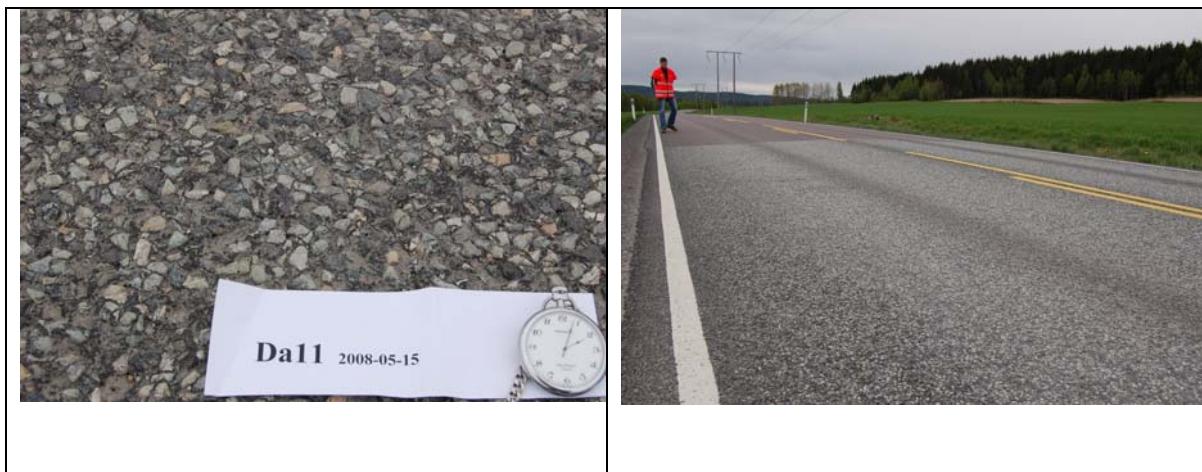
Resultat frå målingane på Rv 170 ved Bjørkelangen er vist i figur 21. Det er omtrent same sporutvikling på dei porøse dekka og referansedekket av Da11. Sporutviklinga etter første vintersessong er som normalt noko høgare første år enn seinare. I gjennomsnitt for dei to siste vintersessongar (vi ser her bort frå 1. års slitasje som normalt vil vere noko større) ligg sporslitasjen for dei porøse vegdekka i området 2-4 mm/år, noko høgare enn det ordinære dekket av Ska11. Det er enno litt tidleg å trekke klare konklusjonar med omsyn på eventuelle skilnader her. For dekket med DaFib (FF 3) gav steinslipp eit vesentleg bidrag til sporutviklinga, og det tilrås at steinslipp blir undersøkt meir i detalj ved vidare oppfølging.



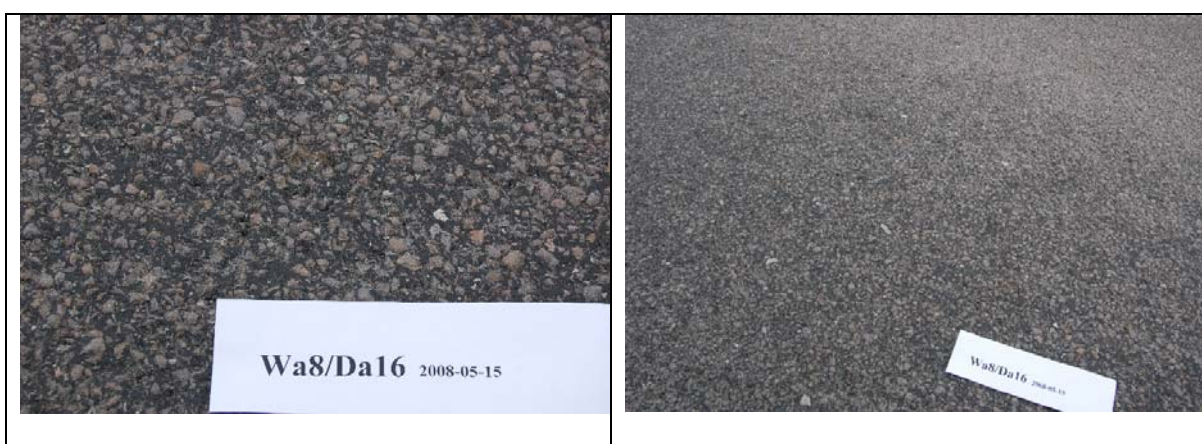
Figur 21; Sporutvikling på forsøksdekka som er lagt på Rv 170 ved Bjørkelangen etter 3 vintersessongar år. Øverste figur spor i kjørefelt 1 og nedst er spor i køyrefelt 2 (mot km-retninga). ÅDT = 6500.

Overflatetekstur og skader

Dei porøse dekka låg tilsynelatande godt utan synlege skader bortsett frå ein del steinslipp på FF2 (ViaQ11/ViaQ16) og på FF3 (DaFib8/DaFib16) ved synfaring den 15. mai 2008. FF2 hadde moderat steinslipp, medan det på forsøksfelt FF3 (DaFib8/DaFib16) kunne observerast mykje steinslipp. Det låg til dømes mykje steintilslag frå dekket på vegskuldra, og det kunne observerast tydelege merke etter steinslipp på sjølve dekket, sjå foto i figur 25.



Figur 22: Foto av Da11 (Referansefelt), Rv 170 Bjørkelangen, 15. mai 2008



Figur 23: Foto av Wa8/Da 16 (FF1), Rv 170 Bjørkelangen, 15. mai 2008



Figur 24: Foto av ViaQ11/ViaQ16 (FF2), Rv 170 Bjørkelangen, 15. mai 2008



Figur 25: Foto av DaFib8/DaFib16 (FF3) Rv 170 Bjørkelangen, 15. mai 2008

4.3.2 Støyeegenskapar

Det vart utføre støymålingar på fleire av forsøksstrekningane i 2005, 2006 og 2007. I 2007 vart det utført to målingar; ein måleserie 26. juni og ein 20. september. Endringane mellom desse måleseriane er framstilt for å finne korleis dei akkustiske eigenskapane for dei porøse vegdekka endrar seg over tid.

E6 Stange

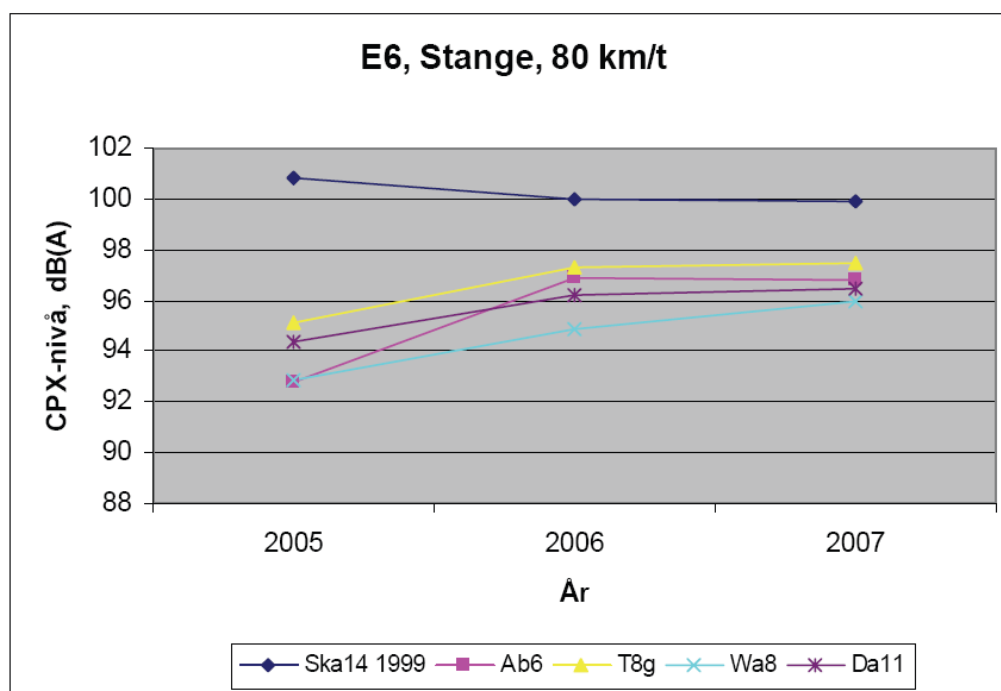
Måleresultat frå støymålingane på på dekketypane på forsøksfelt E6 ved Stange er vist i form av CPX-nivå i etterfølgande tabell og figur.

Tabell 3 : CPX-nivå målt 26. juni 2007. E6 ved Stange, kørehastigheit 80 km/t

Vegdekke	Leggear	2005	2006	Endring	2007	Endring
		$t_{\text{luft}}= 17^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{vei}}= 17^{\circ}\text{C}$ L_A dB(A)	$t_{\text{luft}}= 20^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{vei}}= 21^{\circ}\text{C}$ L_A dB(A)	2005-2006 dB(A)	$t_{\text{luft}}= 21^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{vei}}= 26^{\circ}\text{C}$ L_A dB(A)	2006-2007 dB(A)
Ska14 (ref)	1999	100.8	100.0	-0.8	99.9	-0.1
Ab6	2005	92.8	96.9	4.1	96.8	-0.1
T8g	2005	95.1	97.3	2.2	97.5	0.2
Wa8	2005	92.9	94.9	2.0	96.0	1.1
Da11	2005	94.4	96.2	1.8	96.5	0.3

Vi ser at alle forsøksdekka ligg markert under referansen av Ska11 i støynivå. For nylagt dekke (2005) ligg dei støysvake dekkeresepiane så mykje som 6 –8 dB(A) under referansen som er eit Ska14-dekke frå 1999. Ein må her vere klar over at nylagde dekke normalt er betre enn etter første vintersesong med piggdekkespønering. Reell samanlikning kan

derfor først gjerast frå 2006. Her ser vi at differansen frå Ska14 er 2,5-3,8 dB(A). Dekket med Wa8 kjem desidert best ut med 5 dB(A) mindre støy etter eit år og 4 dB(A) etter 2 år. Dekka med T8g og Ab6 kjem noko dårlegare ut med 2-2,5 dB(A) reduksjon. Dekket med Ab6 kjem i og omtrent same klasse som desse.

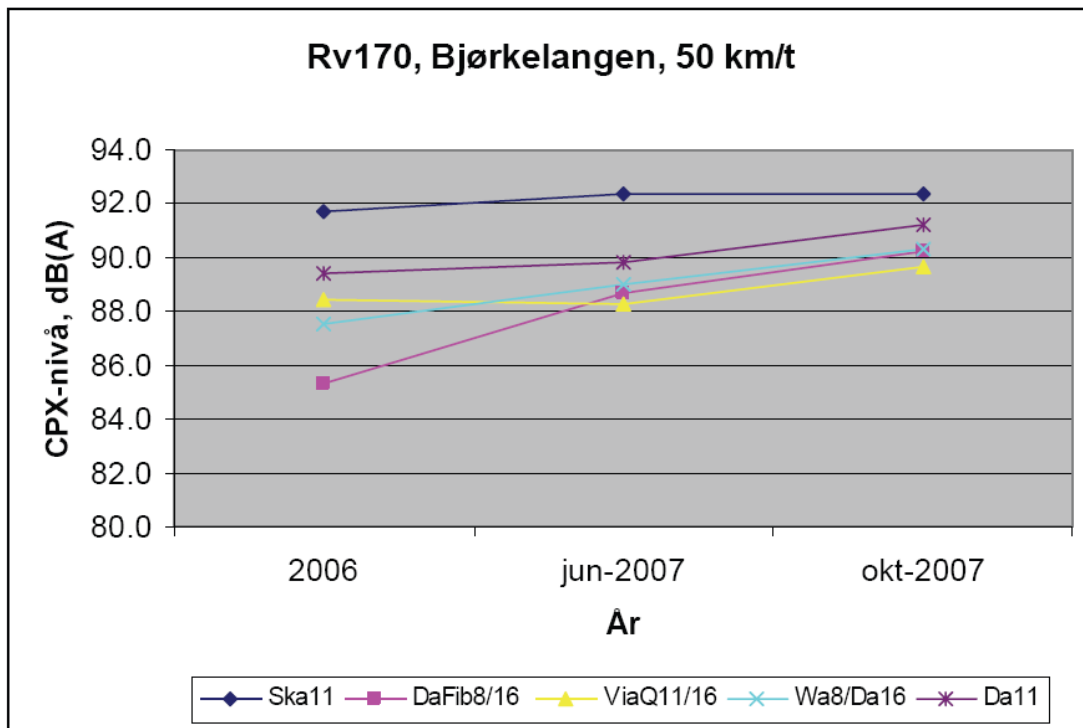


Figur 26: Endringer i målt CPX-nivå. E6 ved Stange, kørehastighet 80 km/t

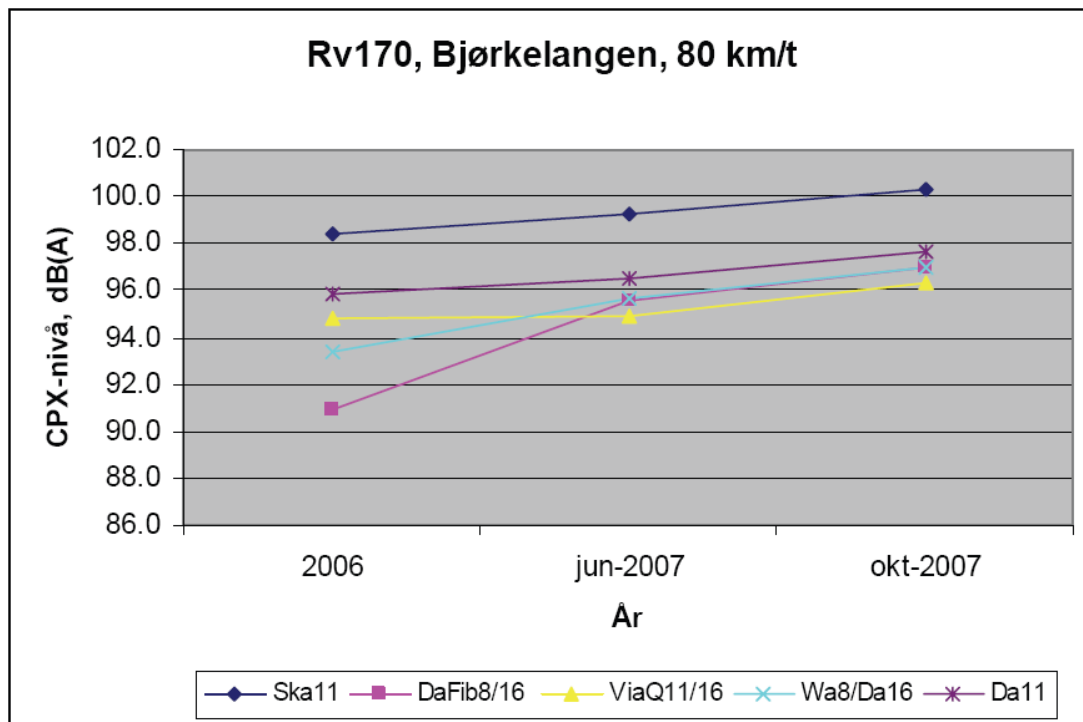
Rv 170 Bjørkelangen

Dei etterfølgjande figurane syner endring over tid i CPX- nivå på forsøksfelt på Rv 170 Bjørkelangen.

Målingane syner at spesielt ViaQ11/16-dekket har halde på dei gode støyreducerende eigenskapane over den første vintersessongen. Også Da11-dekket ser ut til å ha klart seg bra. Målingane i oktober 2007 indikerer imidlertid at porane gradvis blit tetta, noko som fører til mindre støyreduksjon. Men jamvel etter ein vintersessong og den etterfølgjende sommarsessongen er det målt ein støyreduksjon i størrelsesorden 3-4 dB(A) (relatert til det aktuelle CPX-bildekket, Avon ZV1). Vidare målinger, mellom anna SPB-målingar, kan avklare om det er realistisk å oppnå ein tilsvarande støyreduksjon under reell trafikk.



Figur 27: Endringer i målt CPX-nivå. Rv 170 Bjørkelangen, køyrehastighet 50 km/t



Figur 28: Endringer i målt CPX-nivå. Rv 170 Bjørkelangen, køyrehastighet 80 km/t

4.3.3 Friksjon

Friksjonsmåling

Det er utført måling av friksjon på vegdekk med Statens vegvesen sin friksjonsmålar Roar Mark III som først og fremst er berekna til måling av friksjon på bar veg. Utstyret blir og nytta til måling av vinterfriksjon og til kalibrering av friksjonsmålarar som blir nytta til dokumentasjon av vinterfriksjon i funksjonskontraktar for drift og vedlikehold. Det finst ein målar i kvar region som alle er kalibrert mot OSCAR friksjonsmålar.



Figur 29: Statens vegvesen sin friksjonsmålar Mark III

Roar har to ulike måleprinsipper:

- variabel slipp: måler heile friksjonskurven frå fritt rullande hjul til låst hjul
- fast slipp: måler med ein fast slippesent i høve til låst hjul, denne kan varierast

For målinger på bar veg er målemetoden med variabel slipp på vått dekke standard. Det blir da målt ved en hastighet på 60 km/t. Friksjon blir normalt målt i venstre hjulspor, og μ_{maks} , dvs toppen av friksjonskurven, blir gjeve som parameter. Kvar oppbremsing tar ca 0,5 sekund. Måleren legg ut ein vassfilm på 0,5 mm framfor målehjulet under oppbremsing.

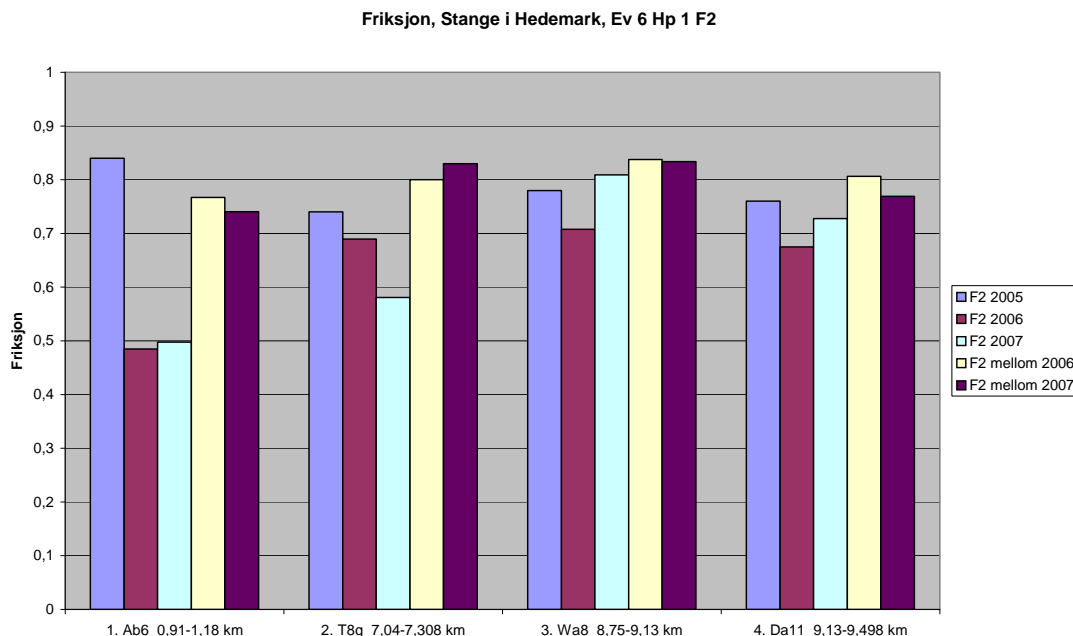
I tillegg blir det normalt gjennomført målingar med fastslipp for å sjekke homogenitet av vegdekk, og eventuelt finne avgrensa parti med ekstra glatt vegdekke.

Forsøksfelt E6 ved Stange

Det er utført systematiske friksjonsmålingar på forsøksfeltet på E6 ved Bjørkelangen sommars tid. Målingane som er presentert i figur 30 viser måleresultat frå fast slipp. Dette vil vere svært nær same verdiar tilsvarande dei ein oppnår ved standard variabel slipp. I tillegg til målingar i spor er det utført målingar også mellom spora for å kontrollere friksjonsutvikling mot ein referanse på den delen av dekket som ikkje er så mykje utsett for sporslitasje.

Vi ser at begge dei porøse vegdekk Wa8 og Da11 har same høge friksjon etter 3 år som opprinneleg, og verdiane er svært gode. Dekket med Ab6 hadde opprinneleg god friksjon, men denne er redusert vesentleg etter 1 år. Kontrollmålingane mellom spor stadfester at dette er en reell nedgang heil ned til berre 0,1 over kravet for friksjon på bar veg (0,4).

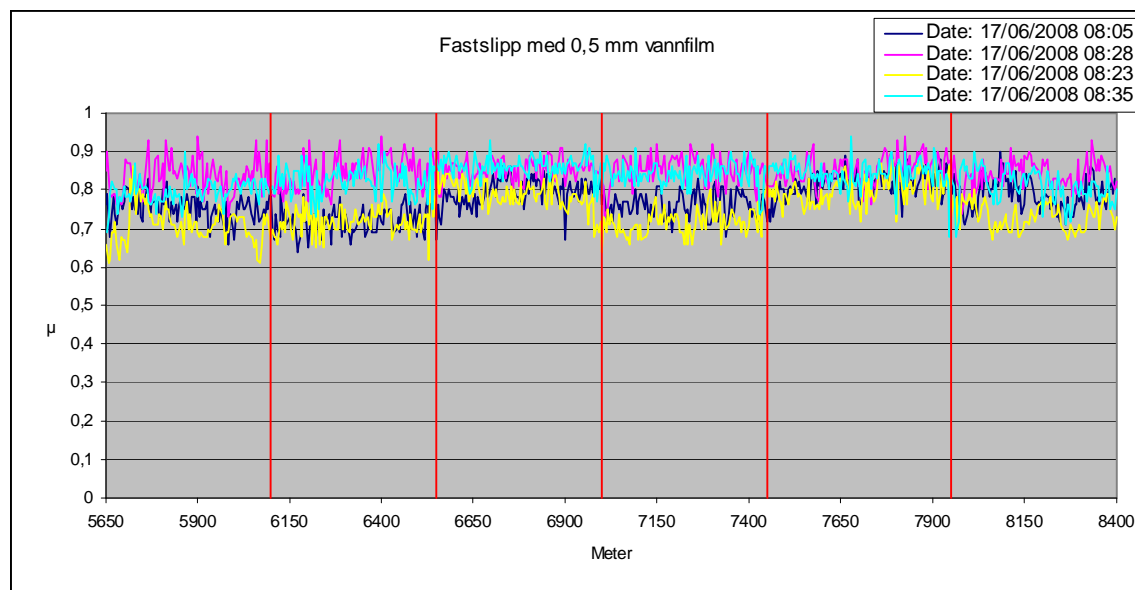
Reint visuelt ser vi at alle dei andre dekk har betre terkstur; T8g-dekket har oppstikkende gummigranulat/holrom der gummi eller stein har losna, Wa8 har synlege holrom i overflata og Da11 har markert oppstikkande steinskjelett / markert tekstur i tillegg til synlege porer i overflata, kfr også fig 17-20. T8g-dekket har også fått litt redusert friksjon i hjulspor, medan Wa8 og Da11 som nemnd ikkje har fått målbare endringar over tid.



Figur 30: Sommerfriksjon på forsøksdekker E6 ved Stange. Gjennomsnittsverdiar for sommarsessongane 2005, 2006 og 2007

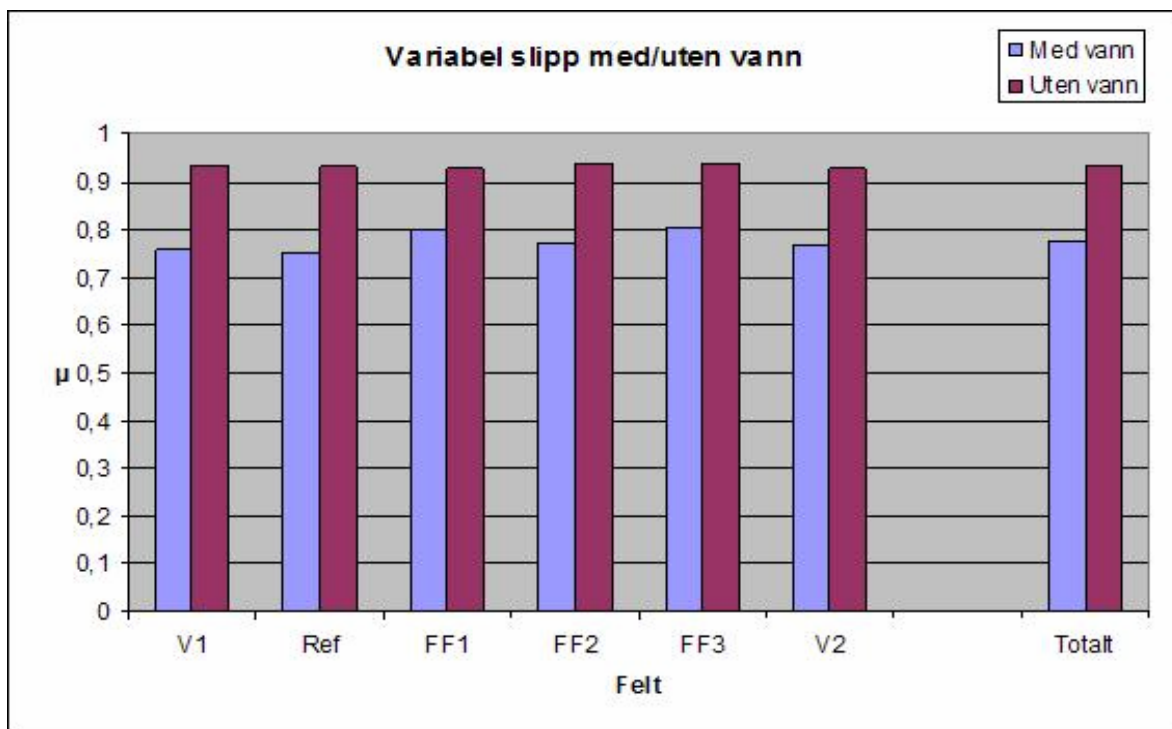
Forsøksfelt ved Bjørgelangen /3/

Det er utført ei rad friksjonsmålingar på forsøksfeltene på Rv 170 ved Bjørgelangen, både sommars og vinters tid. Figur 31 syner måleresultat med fast slipp nytta for å studere eventuelle variasjonar innan kvart forsøksdekke. Målingane syner relativt homogene dekke / like tilhøve innan kvart einskild felt, men vi kan og sjå at nivået for kvart einskild felt er noko forskjellig.

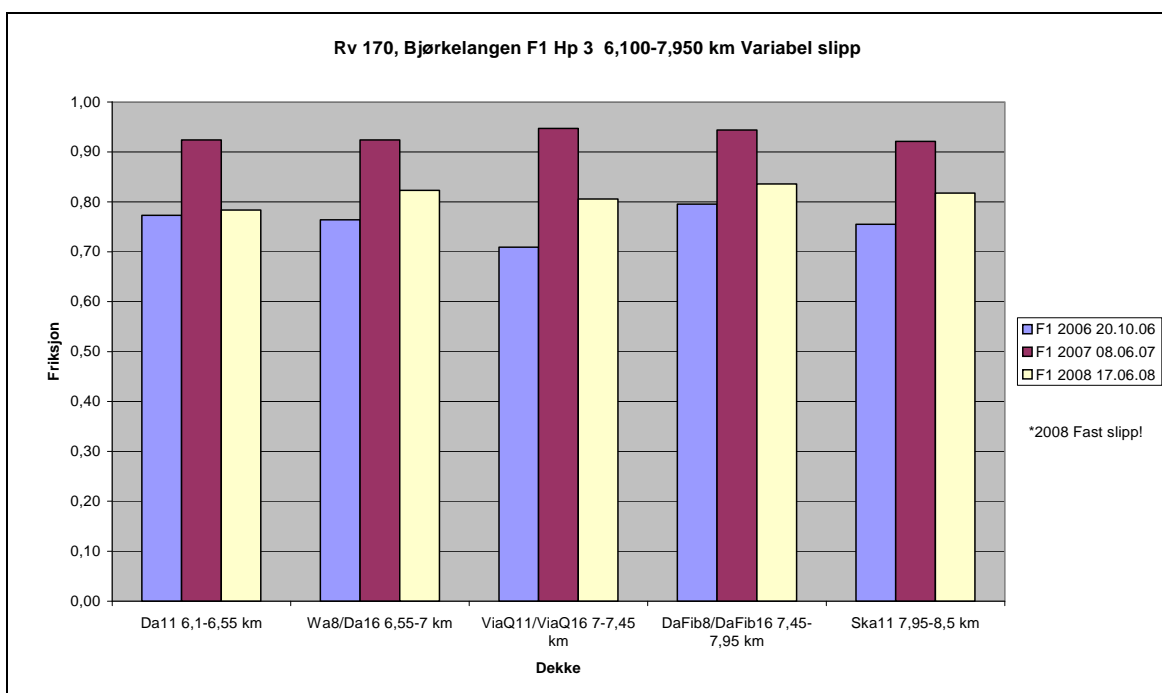


Figur 31: Sommerfriksjon med fast slipp målt på forsøksdekker Rv 170 ved Bjørgelangen 17. juni 2008. Studier av homogenitet av dei ulike forsøksfelt.

Figur 32 syner resultat frå sommarfriksjon både med og utan vatn. Ut frå desse målingane er det ikkje påvist nokon signifikant skilnad mellom friksjonsverdiene på dei porøse dekkja og dei ordinære reseptene som det er samanlikna med korkje på tørt eller vått vegbane. Også gjennomsnittsverdiene for dei tre sommarsessongar 2006, 2007 og 2008 syner svært liten skilnad mellom dei ulike dekketypane. I figur 33 er det vist gjennomsnittsverdier for køyrefelt 1 (med km-retninga). Målingane i andre køyrefelt syner tilsvarende resultat



Figur 32: Sommarfriksjon på forsøksdekke ved RV170, Bjørkelangen. Døme på friksjonsverdiar på tørt og vått dekke



Figur 33: Sommarfriksjon på forsøksdekke ved Rv 170, Bjørkelangen . Gjennomsnittsverdiar for sommarsessongane 2006, 2007 og 2008 i køyrefelt 1

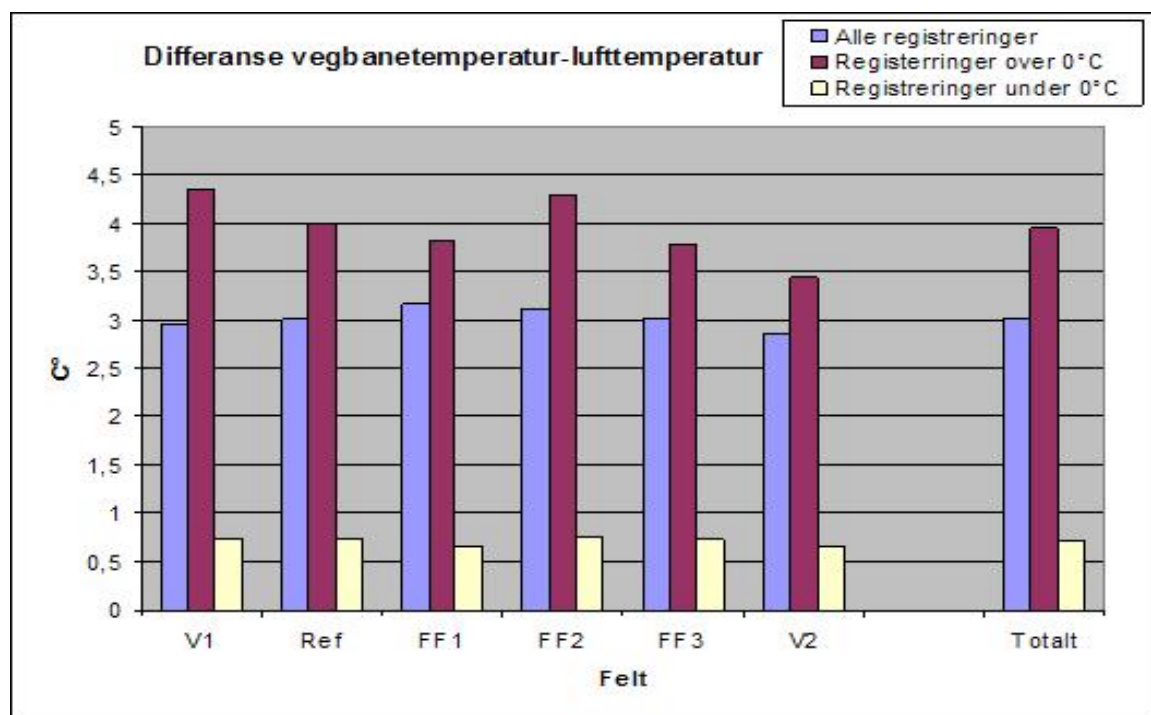
Konklusjon

Konklusjonen er at dei porøse dekk har same friksjon som referansedekka både på våt og tørr vegbane, og at friksjonsverdiane er høge; i området 0,7 – 0,9

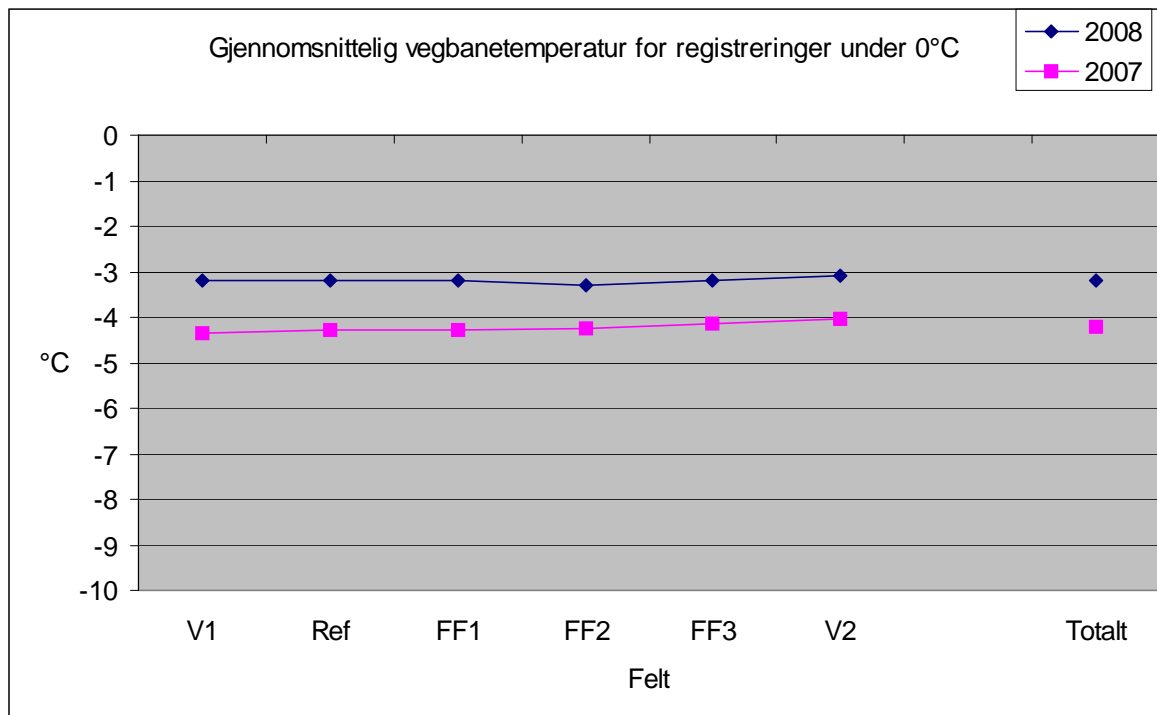
4.3.4 Termiske eigenskapar

For å undersøkje dei termiske eigenskapane til porøse dekker vart det utført temperaturmålingar ved IR-måling på vegdekket samtidig som friksjonsmåling vart utført. Samtidig vart lufttemperatur registrert. Differensen mellom gjennomsnittleg temperatur på vegoverflata og korresponderende lufttemperatur vart framstilt separat for lufttemperatur over og under 0°C for å kunne gjere separate analyser av data for sommar- og vintertilhøve. Måledata er vist i figurane 35-37.

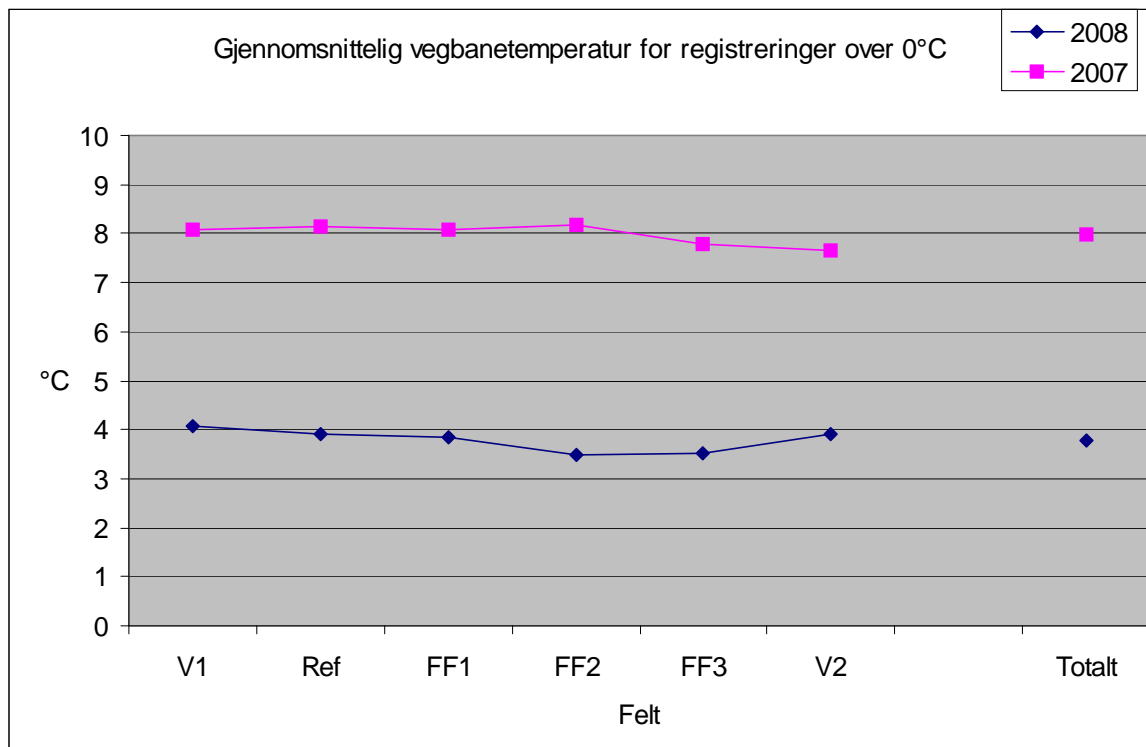
Ved minusgrader (luft- og dekketemperatur <0°C) er temperaturen på vegoverflata i gjennomsnitt ca 0,7 °C over lufttemperaturen, og ved pluss-grader (luft- og dekketemperatur >0°C) er vegoverflata 3,5 - 4,4 °C varmare enn gjennomsnittleg lufttemperatur. Det første skyldes varmestraum frå vegoverbygning og undergrunn og det siste har sin hovudårsak i varmestråling frå sola.



Figur 34: Temperaturskilnad mellom vegbane og luft, forsøksdekker på RV170 ved Bjørkelangen



Figur 35: Dekketemperatur, gjennomsnittsverdier for dager med minusgrader, forsøksdekker på Rv170 ved Bjørkelangen



Figur 36: Dekketemperatur, gjennomsnittsverdier for dager med plussgrader, forsøksdekker på Rv170 ved Bjørkelangen

Vi kan ikkje finne signifikant skilnad i temperaturforhold på dei porøse dekk og dei ordinære dekkereseptene ved registreringane som er utført i 2007 og 2008. Men på grunn av at det ikkje er gjort særskilde observasjonar under verforhold med raske temperaturendringar eller utstråling, er det likevel vanskeleg å seie om dei porøse dekk

kan vere meir ømfindtlege for ising enn dei ordinære dekk under spesielt uheldige værtilhøve med vilkår for rimfrost. Dette gjeld til dømes ved oppklaringsperioder om vinteren.

Konklusjon

Under vanlige stabile værforhold er det ikkje påvist nokon skilnad i tendens til ising eller andre temperaturrelaterte påvirkningsfaktorer som er knytt til termoeigenskapane til porøse dekke samanlikna med ordinære dekkeresepert.

4.4 Vinterdrift

4.4.1 Driftserfaringar

E6 ved Stange

Føre- og temperaturforhold

Det er ikkje observert andre føreforhold på dei porøse vegdekka enn på dei ordinære dekke på tilgrensande veg. Dette er og understøtta av temperaturmålingar på dekkeoverflata som ikkje har vist signifikante skilnader, jfr kappittel 4.3.4.

På grunn av lokale klimavariasjonar blir salting tidvis differensieret på strekningen mellom Akershus grense og Hamar. På den sørligste delen (Hp 01, km 0-ca.11,0) der alle dei 4 forsøksfelt ligg, er det sjelda behov for slik differensiering. Dei to vintersessongane 2006/07 og 2007/08 har det vore nytta lik saltmengde ved alle salttiltak på heile strekninga der forsøksdekka ligg /P9/.

På forsøksdekka med Wa8 og Da11 vart det utført temperaturregistrering med IR-måler tidleg om morgonen 6 dagar i perioden 19. oktober til 3. november i 2005 /P9/. På tre av desse dagane vart det og målt temperatur på tilstøtande veg med Ska16 (remix). Nord for forsøksparsellen ligg dette dekket på ei betongbru med lengde 140 meter der det tidlagare har vore problem med ising.

Måleomfanget er litt spinkelt til å trekke sikre konklusjoner, men målingene syner svært små temperaturavvik (1-2 grader) mellom dei ulike forsøksdekka. Avvika går i begge retninger og avvika innan kvart dremsdekke er like store som mellom dremsdekka og dei tilstøtande ordinære dekk. Lokalklimatiske variasjonar på E6 mellom Akershus grense og Hamar er periodevis vesentlig større, ofte med variasjonar på 5-6 grader, i ekstreme tilfelle 10-15 grader /P9/.

Det er ikkje registrert merkbare skilnader på føre mellom forsøksdekka og dei ordinære Ska-dekkene. Det er under vanskelige værforhold registrert friksjon med enkelt måleutstyr ("semitripp"). Det er ikkje registrert skilnader ut over målenøyaktigheten for utstyret /P9/.

Vinterdrift

Entreprenøren har utført visuell oppfølging av forsøksfelt for å registrere eventuelle spesielle forhold. Det er ikkje registrert noko som har gjeve grunnlag for eigne tiltak av nokon art. Driftsentreprenøren har derfor ikkje gjort spesielle avvik i driftsopplegget for vintersesongen på forsøksdekka samanlikna med dei ordinære dekk.

Det er ikke registrert spesielle skader på dei porøse dekk (Wa8, Da11) pga vinterdriften.

Strøsand er nytta ein gong i løpet av vinteren. Etter ein kuldeperiode i romjula var det ein dag med – 10 C og underkjølt regn.

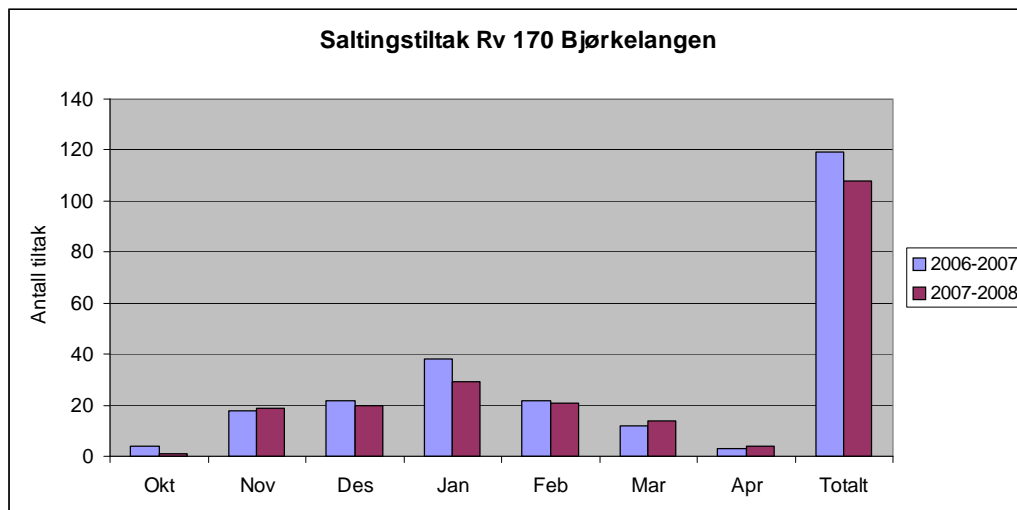
Rv 170 ved Bjørkelangen

Vinterdrift

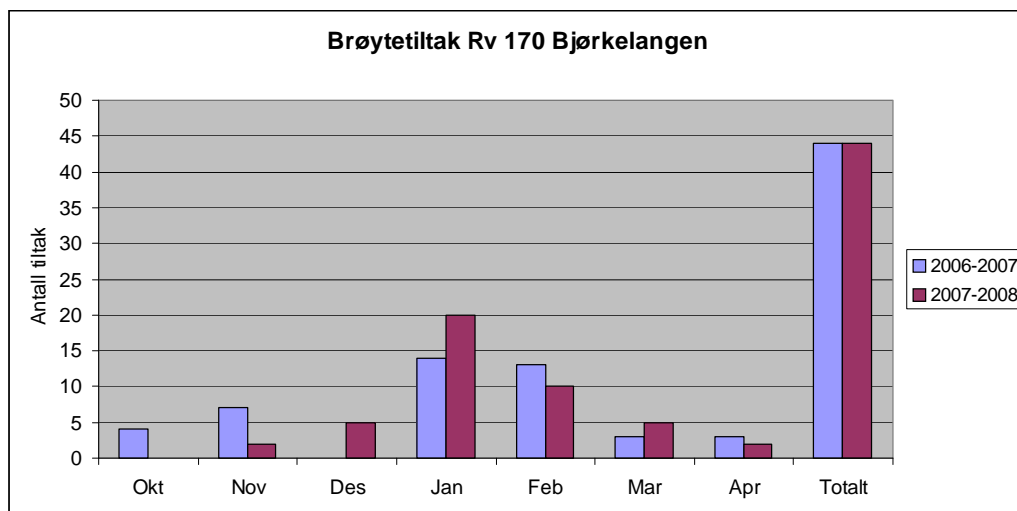
Mesta har hatt driftskontrakten for Rv 170 som omfattar parsellen ved Bjørkelangen, og her er antall tiltak med salting registrert for vintersessongene 2006/07 og 2007/08 etter at forsøksdekka er lagt. Det er ikkje rapportert om behov for andre frekvenser på forsøksdekka enn for resten av strekninga. Vinteren 2006/07 er det i alt utført 152 salttiltak og vinteren 2007/08 163 tiltak, sjå figur 37-38. Dette tilsvarer eit saltforbruk på hhv 6,0 og 6,5 tonn pr km vegbane for dei to vintersessongane. Erfaringsmessig er det brukt 10 g/m² pr tiltak. Der er ikkje utført ishøvling eller sanding på Rv170 ved Bjørkelangen.

Vinteren 2006-07 vart det nytta salt tilsett vatn ("befukta salt") og vinteren 2007-08 vart det nytta slurry* på denne strekninga. Antal driftstiltak med hhv salting og brøyting er vist i figur 37 og 38. Vi ser at dei to vintrane har vore svært like med omsyn på vinterdrift.

*salt som blir knust i ei kvern på spreiarer og blanda med vatn under spreinga.



Figur 37: Saltforbruk på Rv 170 ved Bjørkelangen



Figur 38: Brøytetiltak på Rv 170 ved Bjørkelangen

Erfaringene fra vinterdrift på dei porøse vegdekka er:

- Det blir liggande att ein del restsalt som fører til at det ikkje så lett blir snøsole på disse strekningane som på ordinære dekke.
- Det kan truleg nyttast noko mindre salt på strekningane med porøse dekk (dette er ikkje dokumentert gjennom måling)
- Ved skodde vart det noko glattare å dei porøse dekk (helt spesielle værforhold)
- Dei porøse dekk tørkar opp fortare enn dei ordinære dekk
- Det er ikkje observert skader etter brøytereidskap eller kjettingbruk
- Det er stilt spørsmål frå drifta om dei porøse dekk slit meir på plogreidskapen

Konklusjonen er at dei porøse vegdekka har stått godt og at dei som driftar vegen er godt nøgde med desse dekk etter 2 vintre. Ein må likevel vere merksam på at dei porøse vegdekka under spesielle vertilhøve kan ha andre termotekniske eigenskapar enn ordinære dekketypar, jfr punkt 3 over. Dette kan vere tilfelle ved skodde og raske temperaturendringar.

Konklusjon

Erfaringene frå vinterdrift til no syner at det ikkje har vore spesielle problem med dei porøse dekk, og at det normalt ikkje er behov for spesielle opplegg eller tiltak for å drifte desse dekk om vinteren.

4.4.2 Værtilhøve

For å få oversikt over dei generelle klimatilhøve i omådet for feltforsøka, vart det innhenta klimadata frå ein av Statens vegvesen sine klimastasjonar. Datasettet er fra klimastasjon V065 Kompvegen som ligger 14,5km fra midten av prøvefeltet Rv170 Bjørkelangen målt i luftlinje. Den gjev derfor ikkje et nøyaktig bilde av korleis dei faktiske vertilhøva har vore på forsøksstrekninga, men meir ein kontroll på om vertilhøva i store trekk har vore som ein normal vinter i det aktuelle området. Målingane er utført i to vintersessongar frå oktober 2006 til april 2008, men har noko mangelfulle registreringar ved enkelte tidspunkt, sjå vedlegg 8.

Følgjande parametre er registrert ved målestasjonen:

- Vegbanetemperatur
- Lufttemperatur
- Fuktighet
- Duggpunkt
- Nedbør (type/mengde/tid)

Målingane syner relativt like tilhøve i gjennomsnitt for dei to vintrane 2007 og 2008 og stort sett som normalt for området. Det er nokre fleire dagar med nedbør vinteren 2008 enn 2007 (jan-april). I tillegg var det nokre fleire dagar med lufttemperatur under 0 °C våren 2008 enn 2007.

4.4.3 Friksjonstilhøve

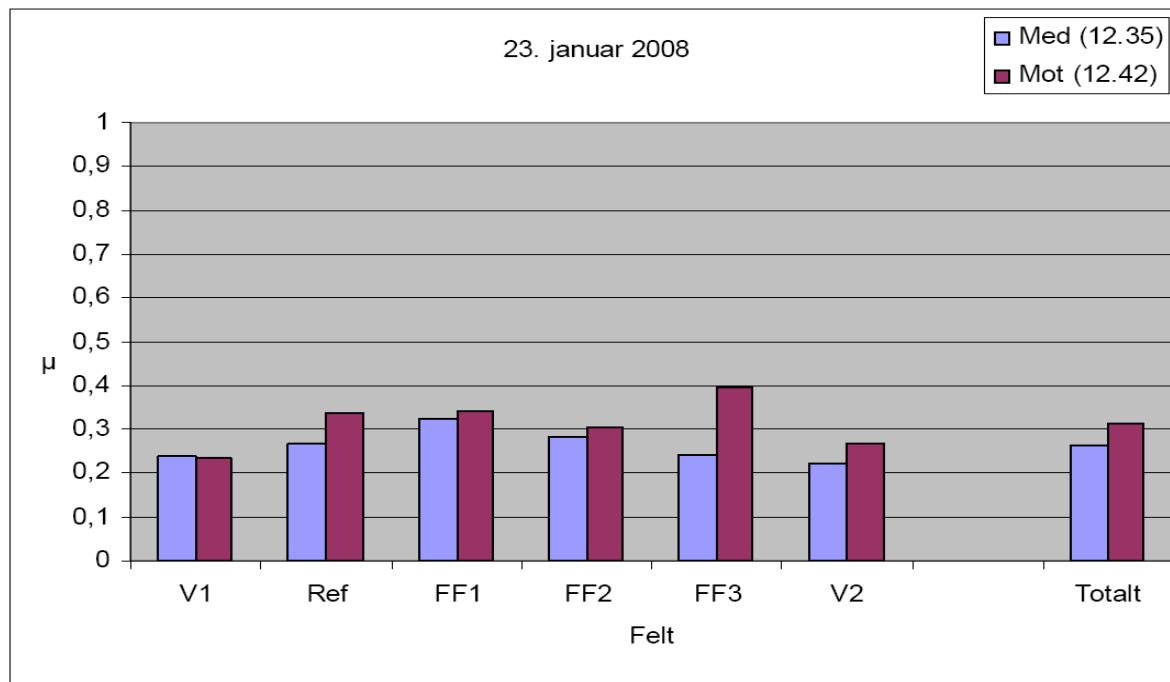
Det er utført fleire friksjonsmåling gjennom vintersessongen. For å trekke ut dei data som er av interesse for vinterføre og studier av om dekket kan ha betydning, er data med friksjonsverdiar < 0.5 analysert vidare. Ein har gjennom dette utvalet sila bort data med bar veg. I dette utvalet har heile eller delar av strekninga hatt redusert friksjon på grunn av vinterforhold. I tillegg er data med svært låge friksjonsverdiar tatt bort (friksjon ~0,1 –

0,2) fordi vegbanen da er heilt dekt av snø / is. Ein sit med dette utvalet att med data der dekket kan ha påvirkning på vinterfrisjon. Figur 39 viser eit typisk situasjonsbilete frå vegen under slike føreforhold, og figuren rett under viser tilhøyrande friksjonsdata.



Fig 39: Føreforhold under friksjonsmåling på Rv 170 Hp 3, km 5,706, Bjørkelangen forsøksfelt FF1 23. januar 2008

Vi ser at det i snitt er målt noko større friksjon på forsøksfelta (FF1-3) enn dei ordinære dekkka med Ska11 (V1 og V2) Referansefeltet med Da11 har same friksjon som dei porøse dekke FF1-3. Det same biletet får ein for gjennomsnittsverdiar for vintersessongane 2006/07 og 2007/08 kvar for seg. Friksjonsverdiane ser ut til å vere noko høgare på dei porøse dekkane enn på resten, sjølv om det er relativt små skilnader.

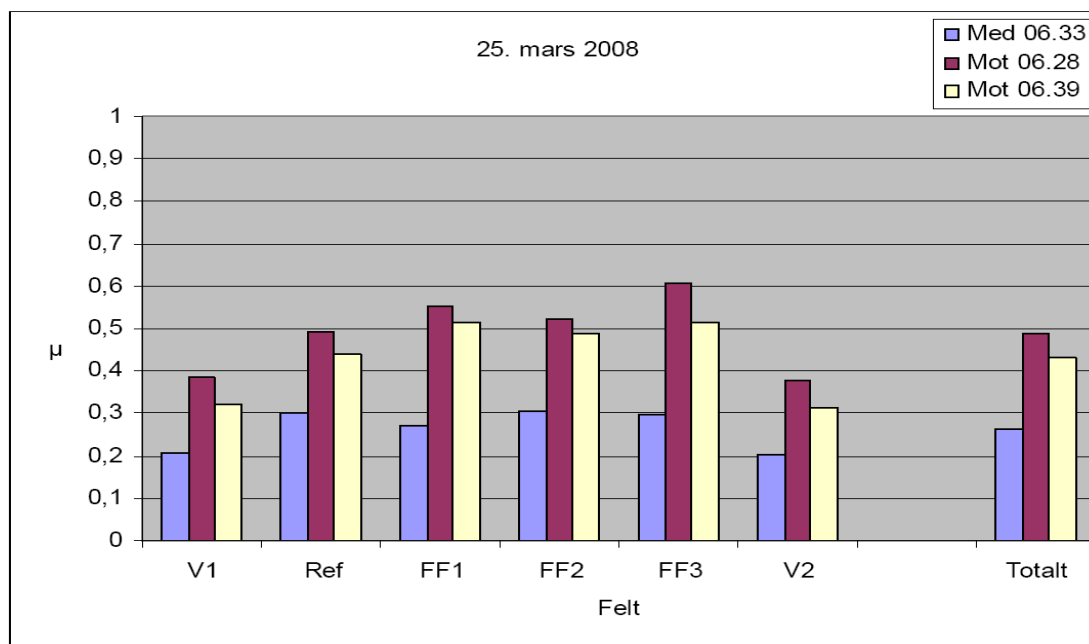


Klimastasjondata:
 LTmp1 -3,36 VTmp1 -5,00 DuggP -4,11 Nedbør mm siste 3 timer 3

(LT= Lufttemperatur, VT= Vegdekketemperatur, DuggP= Doggpunkttemperatur)

Fig 40 resultat frå friksjonsmåling på Rv 170 Hp 3, km 5,706, Bjørkelangen forsøksfelt 23. januar 2008

Friksjonen målt den 25. mars vist i figur 41 viser ein del avvik i resultat mellom dei to seriane ”med ” og ”mot”. Friksjonsverdiane i retning ”mot” (som er trafikken i retning mot Lillestrøm) syner markert høgare verdiar enn måleserien i retning ”med”. Årsaken til dette er mest truleg at trafikken mot Lillestrøm i morgonrushet har virka inn på føret og ført til meir opptining i spora i denne køyrebanen. Dette er eit vanleg fenomen på vegar som er salta, serleg ved nedbør. Det kan og tenkjast at målinga ”Med” er utført litt utafor sjølve spora, men det er mindre truleg. Vi ser imidlertid at det er målt større friksjon på forsøksfelta enn på referansefeltet med Da11. På dei ordinære dekkka med Ska11 (V1 og V2) er det enda lågare friksjon enn på referansedekket (Da11) og forsøksdekkka med porøs asfalt.



Klimastasjonsdata:
 LTmp1 -3,17 VTmp1 -1,75 DuggP -4,08 Nedbør mm siste 3 timer 8,5

(LT= Lufttemperatur, VT= Vegdekketemperatur, DuggP= Doggpunkttemperatur)

Fig 41: Resultat frå friksjonsmåling på Rv 170 Hp 3, km 5,706, Bjørkelangen forsøksfelt 25. mars

Resultat av alle vinterfriksjonsmålingane over to vintersessongar, 2006/07 og 2007/08 er vist i figur 42. Også her ser friksjonsverdiane ut til å vere litt høgare på dei porøse dekkane enn på resten, sjølv om det er det er relativt små skilnader. Det kan tenkjast at porestrukturen i dekkka til ein viss grad gjer seg gjeldande når det er litt snø / is /slaps på dekket og gjev bidrag til friksjonen. Den høgare friksjonen kan og ha samanheng med mengde restsalt i overflatetekstur og porer i desse dekkka. Dette står det enno att å finne ut av meir i detalj.

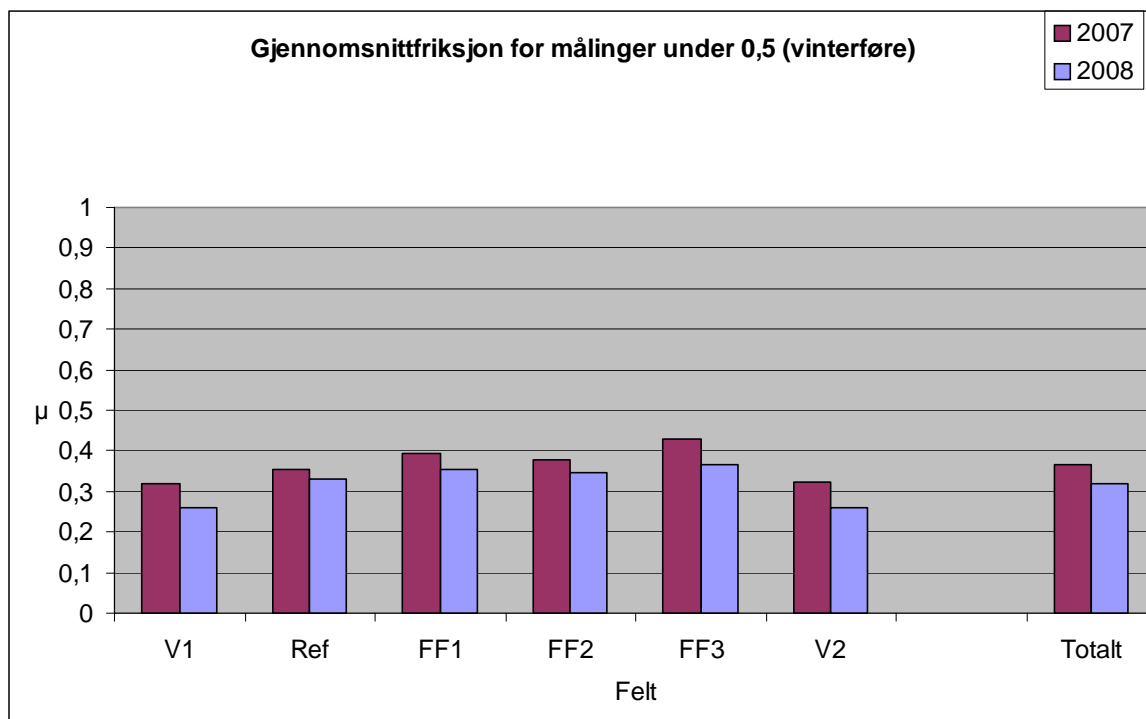


Fig 42: Vinterfriksjon på forsøksdekka på Rv170 ved Bjørkelangen, gjennomsnittsverdiar

Konklusjon

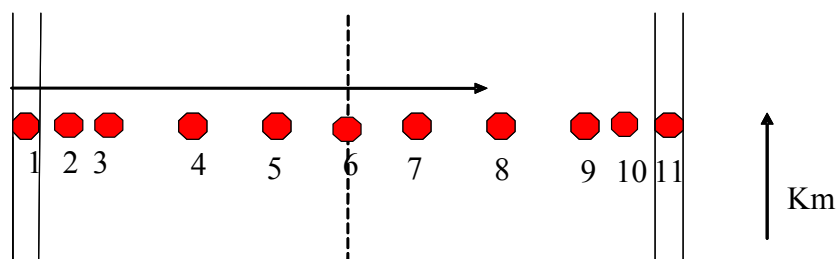
Ut fra desse målingane kan vi trekkje den konklusjonen at på vinterføre har dei porøse dekkja noko betre friksjon enn dei ordinære dekke det er samanlikna med her.

4.4.4 Feltobservasjonar

Det vart gjennomført visuell inspeksjon og fotodokumentasjon under 3 synfaringar vinteren 2008 for å vurdere effekten av salting på dei ulike dekketypane for å sjå om det var andre vilkår på dei porøse vegdekkja enn resten.

Metode /P12/

Det vart utført visuelle observasjonar som vart dokumentert med foto. I tillegg vart mengde fukt og mengde salt på vegbanen målt. Ved målinger som referer til ein bestemt plassering på vegbanen vart dette stadfest på vegbanen med referanse i nummer frå 1 til 11 som vist i figuren nedafør.



Figur 43: Plassering av målepunkt på vegbanen.

Salt og fukt vart i utgangspunktet målt i punkt 3,4,8 og 9.

Måling av fukt på vegbane /P12/

Mengden fukt på veg vart målt ved hjelp av tekstil-duk type Wettex. Dette er karakterisert ved at dei har ekstremt stor absorpsjonsevne. Dette vart nytta ved å truckast for hand ned på vegbanen, sjå figuren under. Tekstilduken vil da absorbere det alt vesentlege av fritt vatn som finst på overflata og som eventuelt kan vere tilgjengeleg gjennom åpne porer direkte opp mot overflata. Dukene har kjent areal, og ved å veie desse før og etter eksponering med vegoverflata, kan mengden fukt per flateining bereknast.



figur 44: Måling av fukt på veg med Wettex-tekstil.

Måling av salt på vegbane /P12/

Måling av salt vart utført med instrumentet SOBO 20, sjå figur 45. Dette instrumentet måler salt ved at munnstykket på instrumentet blir ført ned på vegbanen. Munnstykket omslutter eit areal på vegbanen med ein gummipakning der måling av saltmengde blir utført i felt. Etter at gummipakninga er pressa ned, blir rommet rett over vegbanen fylt med ei målevæske som er ei blanding av aceton og vatn. Inne i målekammeret blir leiingsevna som er proporsjonal med mengden oppløyst salt i målevæska målt. Dette gjev grunnlag for å berkna mengden salt pr flateining.



Figur 45a: Måling av salt på vegbane med SOBO 20.



Figur 45b: Munnstykke som omslutter målearealet på SOBO 20.

Det vart relativt raskt konstatert at alle forsøksdekka var for åpne til at det var mogleg å gjennomføre målinger med SOBO 20 på grunn av begrensingar i måleteknikken. Mengde salt på vegbanen vart derfor berre målt på det tilgrensande tette dekket av Ska11 (felt V2) som ein referanse. Ein måtte derfor avgrense dokumentasjonen til måling av fukt på veggen i tillegg til visuelle observasjonar dokumentert med foto.

Synfaringane og registreringane som vart utført er oppsummert i det vidare /P12/

SYNFARING 2008-04-08 kl 0600-1130 /P12/

Salttiltak: Kl 03:00, 10 gram slurry.

Saltingstiltaket som ble gjort på natta var eit de-isings tiltak mot rimfrost. Når observasjonen starta, var vegbanen ikkje glatt.

Vær og føre

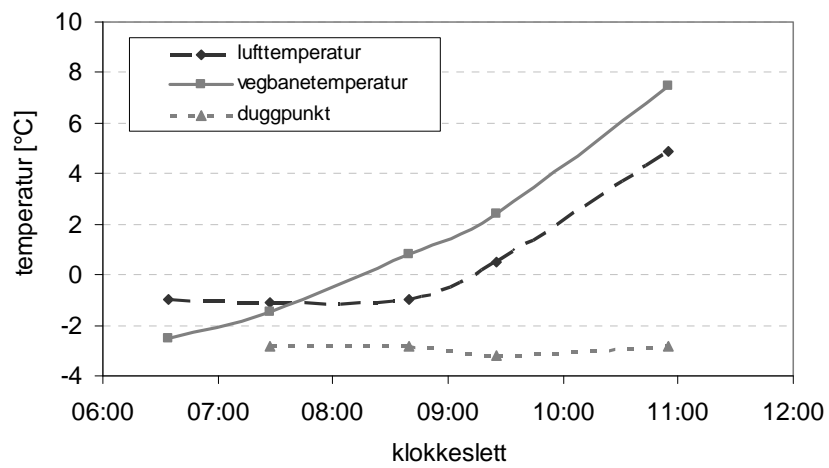
- Det var minusgrader om natta med lokal skodde
- Dogg utfelt som is på vegbanen om natta
- Ikkje merkbart glatt på nokon av dekk, truleg pga salttiltaket + auka vegbanetemperatur.
- Vegbanen var fuktig da observasjonen begynte.
 - o Det var merkbart meir fuktig på referansestrekninga enn på alle forsøksdekka med porøs asfalt.
 - o Opptørking seinare etter at skodda letta



Figur 46: Vær- og føreforhold på strekningen ved V2 (Ska11) kl: 06:50.



Figur 47: Vær- og føreforhold ved strekningen på V2 (Ska11) kl 10:59.

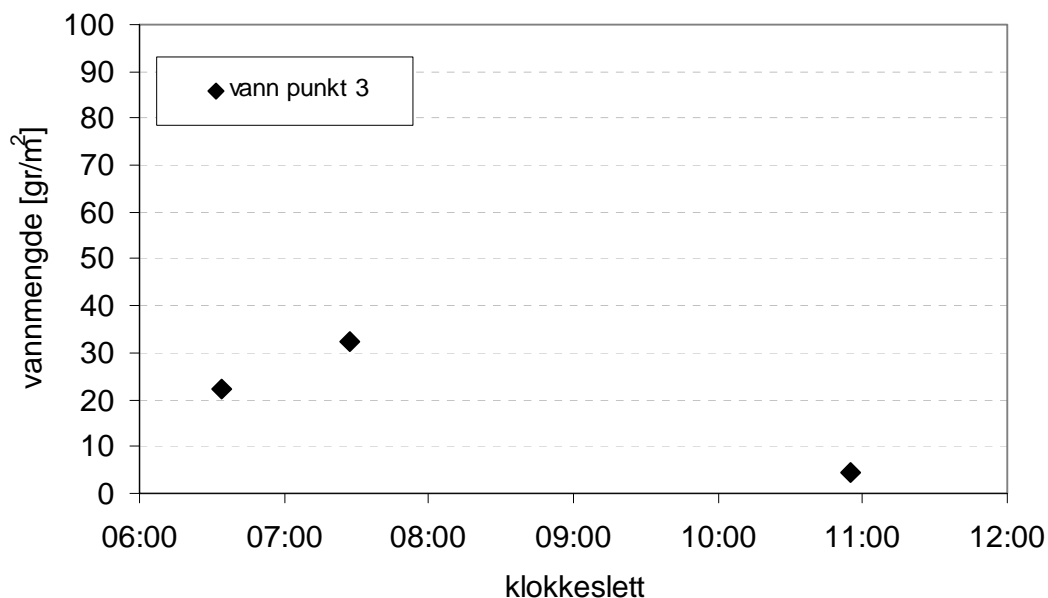


Figur 48: Værparametere målt ved referansestrekning V2 (Ska11).

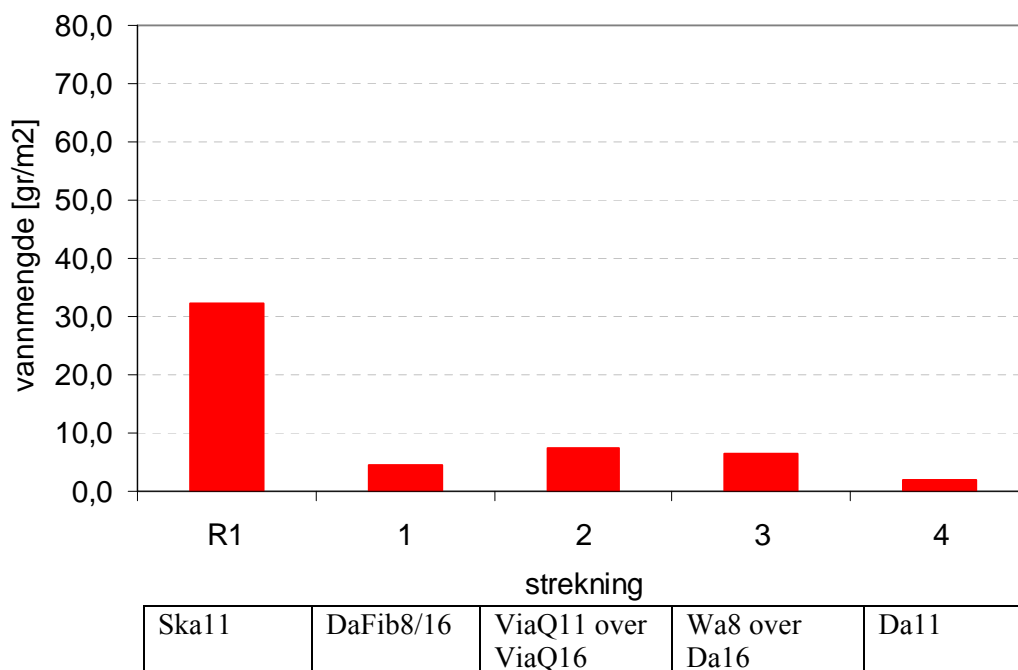
Fukt på vegbanen

Figur 49 viser utviklingen av mengden fukt på vegbanen ved R1 (Ska11) i punkt 3. Figuren syner at vassmengda i starten av observasjonsperioden aukar og går ned etter kvart i måleperioden. Årsaken til auka mengde vatn/fukt i starten er truleg tining av rim på grunn av salt og høgare vegbanetemperatur ut over dagen. Redusert vassmengd vidare i måleperioden er høgst truleg ein effekt av opptørking på grunn av trafikk og oppklarning.

Figur 50 syner vassmengd på dei ulike strekningane i tidsrommet 07:30 til 08:15.



Figur 49: Vassmengd på veg, punkt 3, ved V2 (Ska11), referansestrekning.



Figur 50: Vassmengd på dei ulike strekningane. Registrering frå tidsrommet 07:30 til 08:15.

Det var større fuktmengde på referansestrekninga med Ska11 enn på alle forsøksdekka med porøse / åpne dekketyper. Truleg var det fordi dei porøse dekk hadde drenert bort vannet slik at det ikkje var fritt vatn att på vegbanen. Det kunne heller ikke observerast sprut fra bilhjul på dei åpne forsøksdekka. På referansedekket av Ska11 derimot, kunne det observerast markert sprut fra bilhjul. Sjå og nærbilete av dekkeoverflata i dei etterfølgjande figurane



Figur 51: Vegbanen ved V2 (*Referansedekke Ska11*) kl 07:33. Vegbanen har tydeleg fritt vatn til stades på overflata.



Figur 52: Vegbanen ved FF1 (*forsøksdekke Wa8 over Da16*) kl 06:55. Vegbanen er fuktig, men det er ikkje fritt vatn til stades.

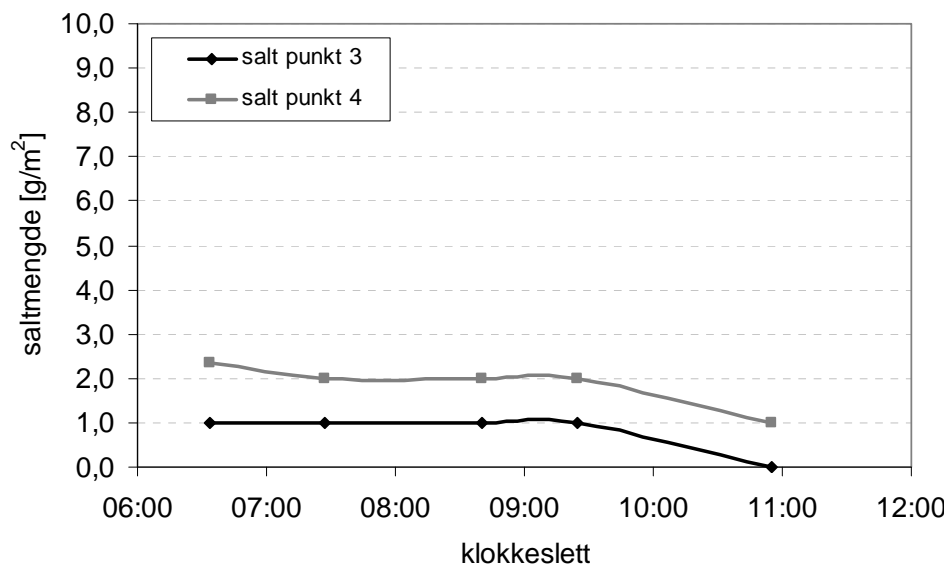
Utover i observasjonsperioden letta skodda, og det vart lettskya ver med solgløtt. Dette førte til at vegbanen tørka. Det vart observert at referansestrekninga med Ska11 vart fortare tørr enn dei porøse forsøksdekka.



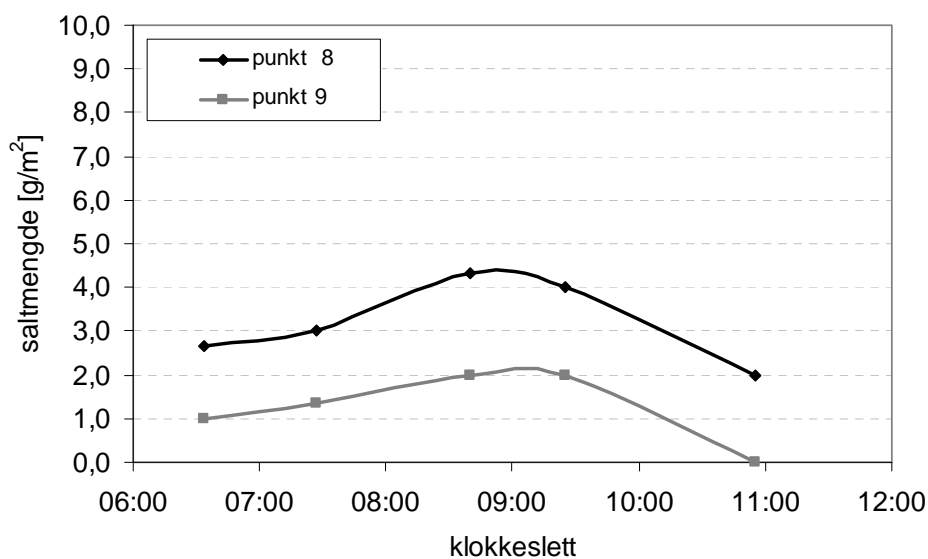
Figur 53: bildet viser opptørking av vegbanen ved V2 (*referansedekke Ska11*) kl 10:59.

Salt på vegbanen

Som nemd tidlegare vart det raskt konstatert at SOBO 20 ikkje er egna på åpne dekke. Derfor måtte måling av mengde salt avgrensast til dekket av Ska11. Resultat frå desse målingane er vist i dei etterfølgjande figurane.



Figur 54: Saltmengden på veg ved V2 (Ska11) i punkt 3 (ytre hjulspor) og 4(mellom hjulspor)



Figur 55: Saltmengden på veg ved V2 (Ska11) i punkt 8 (mellom hjulspor) og 9 (ytre hjulspor).

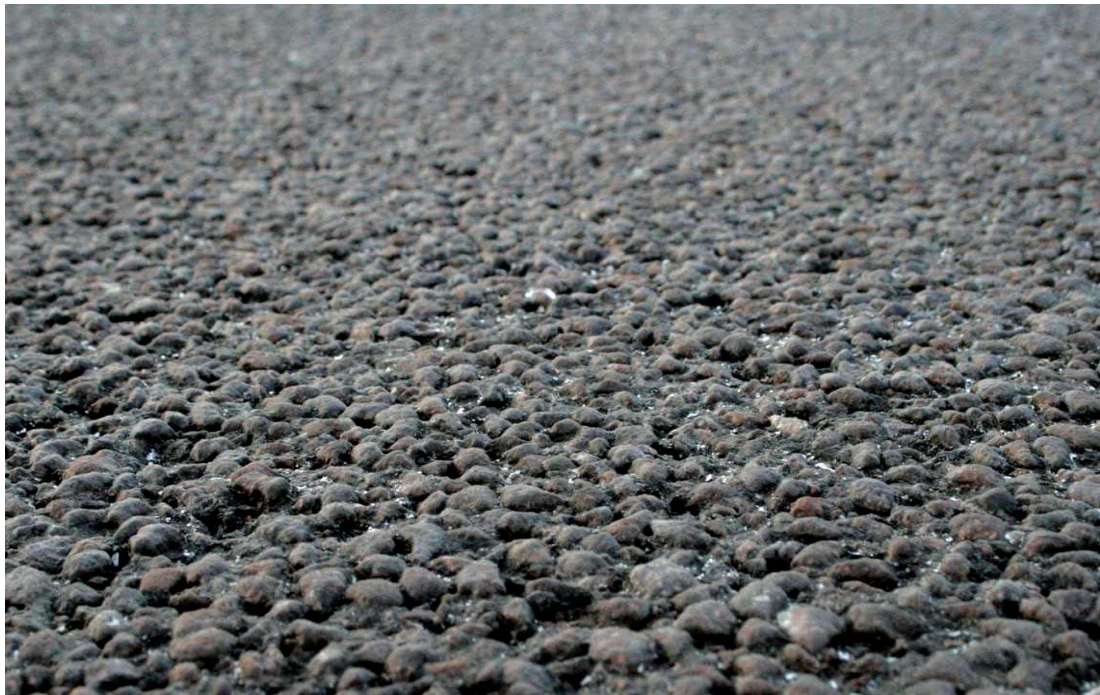
Som det går fram av figurane vart det i dette tilfellet målt relativt små saltmengder. Dette er ikkje unaturlig sidan salttiltaket vart utført alt kl 03:00 og med berre 10 gram/m² med slurry. Ved tolking av måleverdiane må ein og ha i mente feilkjeldane ved bruk av måleinstrumentet, mellom anna at salt som ikkje er oppløyst ikkje blir tatt med i registreringa. Denne ulempen med målesystemet kan gje ei forklaring på kvifor ein registrerer auke i saltmengden på vegen i figurane 54 og 55. Dette kan ikkje vere ein reell auke, men ein måleteknisk effekt som har sin årsak i auka fuktmengd som fører til at salt

som ligg på vegen i fast form etter kvart blir løyst opp. På slutten av observasjonsperioden syner registreringane at den målte saltmengda avtar att. Dette kan også vere ein falsk effekt som kan ha sin årsak i opptørking på vegbanen med påfølgjande utkrystallisering av salt som dermed ikke kan målast av SOBO.

På dei porøse dekketypane vart det gjort nokre interessante visuelle obserasjonar. På referansedekket R1 (Ska11) kunne ein ikkje sjå spor av uoppløyst salt. Det betyr at det i alle fall ikkje fanst korn av uoppløyst salt som var så store at dei kunne observerast med augo. På dei åpne dekkar derimot kunne ein sjå ein heil del saltkorn som låg i asfaltstrukturen. Desse korna var synlege gjennom heile observasjonsperioden.



Figur 56: Vegoverflata ved V2 (*Referansedekke Ska11*) kl 06:50. Ingen uoppløyste saltkorn er synlige.



Figur 57: Vegoverflata ved FF2 (*porøs asfalt ViaQ11 over ViaQ16*) kl 06:55. Ein god del saltkorn ligg her nede i asfaltstrukturen.

SYNFARING 10.3.2008 /P12/

Det var ikkje utført noko salttiltak før synfaringa. Det var våt vegbane på strekninga.

Det interessante her var å legge merke til den store skilnaden i mengde fritt vatn på vegbanen mellom dei åpne dekk og referansedekka og dermed den store skilnaden på tendensen til sprut frå biler når dei køyrde på desse dekk. Dette er godt synleg i figur 58 – 59 og illustrerer den positive effekten ved mindre sprut på porøse vegdekke og dermed betre sikt for bakanforliggjande køyretøy i slike tilfelle.



Figur 58: Biletet viser en lastebil på strekning FF2 (*porøs asfalt ViaQ11/ViaQ16*) kl 13:41. Det er mest ikkje sprut frå dekk på lastebilen.



Figur 59: Biletet viser lastebil på V1 (*Skall*) kl 13:42. Det er tydelig meir sprut frå lastebilen her enn på forsøksdekket på forsøksstrekning 2 vist i forrige figur.

Diskusjon

Ettersom observasjonane i dette prosjektet er relativt avgrensa, ser ein behov for vidare undersøkingar med omsyn til porøse dekke og effekt av klimatiske tilhøve. Følgjande forhold bør studerast nærare:

-
- Endring av vegbanetemperaturen på porøse dekkene samanlikna med ordinære dekke ved raske endringar i lufttemperatur
 - Fare for rimfrost under spesielle klimatiske tilhøve eller danning av tynne ishinner ved våt vegbane

Salt på vegbanen vil forsvinne ved 3 prinipielt ulike mekanismar som da vil styre utviklinga av saltmengda etter at saltet er påført /25/:

1. Saltkorn som blæs av vegen på grunn av trafikk – ”blow-off”
2. Oppløyst salt (saltløysning) som sprutar av vegen på grunn av trafikk – ”spray-off”
3. Oppløyst salt (saltløysning) som renn av vegen – ”run off”

Ein sentral parameter som er avgjerande for alle tapsmekanismane er mengden vatn på vegbanen. Ved tørr vegbane kan effekten av ”blow-off” vere stor. Dess meir vatn det er på vegbanen, dess større vil ”spray-off”-effekten bli. ”Run-off” vil først opptre når mengde vatn blir stor nok. Auka vassmengde gjev auka effekt av mekanismen.

Et argument for bruk av porøse dekker er at dei gjev god avrenning og dermed redusert sprut. Det er dokumentert gjennom observasjonene i /P12/ at dei porøse dekk har mindre mengde vann på vegbanen og gir mindre sprut. Dette må bety at det er mindre ”spray-off” av salt på et porøst dekke enn på ordinære dekker ved at vegbanen vil være mindre våt ved saltingstidspunkt. Men det vil og bety at saltvatn i større grad blir drenert bort frå vegbanen på porøse dekker, slik at det er vanskeleg å seie i kva retning dette slår samanlikna med salttransport bort frå eit tett vegdekke.

Visuelle observasjoner og fotodokumentasjon indikerer at uoppløyst salt kan liggje lenger i overflateteksturen på porøse dekke enn på dekke med mindre kraftig tekstur, sjølv om dette ikkje kunne dokumenterast direkte ved målingar av saltmengder i dette prosjektet. Det kan vidare tenkjast at porøse dekke kan ha eit ”saltlager” liggjende i poresystemet i sjølve dekket ved at saltløysing trekker ned i poresystemet. Spørsmålet er da i kor sto grad eit slikt ”saltlager” kan ha effekt på føret under ulike værtilhøve. Dette bør undersøkjast nærare.

Ein har under desse observasjonane sett at dei porøse dekketypane naturleg nok har mindre fritt vatn i overflata (frå regn og snøsmelting), noko som reduserer sprut frå køyrety. På den andre sida har ein og sett at den siste opptørkinga av vegbanen kjem noko seinare på dei porøse dekk enn på dei ordinære (tette). Dette er også i samsvar med observasjonar frå kjelder i andre land.

Konklusjon

1. Dei porøse dekk drenerer effektivt bort vatn ved til dømes regnvær eller under smelting av snø og is, noko som reduserer sprut frå bildekk vesentleg. Den siste opptørkinga skjer imidlertid litt seinare på porøse dekke enn på tette.
2. Det ser ut til at dei porøse vegdekk lettare held på saltkorn i overflata enn tette dekke (med mindre markert tekstur), men det kan vere ein ulempe at oppløyst salt blir drenert bort frå dekkeoverflata gjennom det porøse dekket.

Spørsmål

1. Vil ”saltlageret” i porøse vegdekk kunne aktiverast ved snøvær og ved situasjonar med fare for rimfrost?
2. Vil den noko seinare opptørkinga av porøse dekkene gje endra vilkår for isdanning under visse værtilhøve?

5 Konklusjonar og tilrådingar

Konklusjonar som kan trekkast frå delprosjekt Drift og vedlikehald

Rensing av porøse dekke

- Det er ikkje påvist nokon signifikant effekt på dei støydempende eigenskapane av renseprosessen som vart gjennomført.
- Det ser ut til at rensing av vegdekka har liten effekt med omsyn på dekkas permeabilitet.
- Det er ikke registrert at rensing har spesiell effekt på friksjon

Skader/Levetid

- Dei fleste støysvake dekkereseptane hadde få overflateskader etter to vintersessongar
- På dekket av DaFib8/DaFib16 var det markerte problem med steinslipp
- Det er enno for tidleg å gje sikre vurderingar av piggdekkslitasje på forsøksdekk

Friksjon

- Det er ikkje påvist redusert sommerfriksjon på støysvake / porøse dekke
- På vinterføre er det registrert noko betre friksjon på dei porøse dekk enn dei ordinære dekke som det er samanlikna med.

Temperaturtilhøve

- Det er ikkje påvist målbar skilnad på dei porøse dekk og dei ordinære dekkereseptane med omsyn til overflatetemperatur. Det er imidlertid ikkje utført måleprogram spesielt retta mot tidsperiodar med serleg fare for ising.

Saltbehov og vatn / fukt

- Det er vist at dei porøse dekk drenerer bort vatn effektivt og med det reduserer tendensen til redusert sikt pga sølesprut. Denne effekten vil imidlertid avta over tid etter kvart som poresystemet blir tetta
- Det ser ut til at dei porøse dekk kan halde betre på saltkorn enn ordinære tette dekke med mindre tekstur
- Dei porøse dekk har ein tendens til å tørke seinare opp enn ordinære dekke

Tilrådingar for drift og vedlikehald av porøse dekke

Rensing av porøse dekke

- Med dagens rensemotodar tilrås det ikkje å rense denne type dekke på grunn av liten effekt og høge kostnader.

Vinterdrift

- Vinterdrift kan normalt gjennomførast med same opplegg og motodar som for vanlige tette dekke.
- Ein bør unngå å nytte sand som strømiddel så langt som råd fordi dette kan gje raskere tetting av porene
- Under spesielle vertilhøve, til dømes ved raske temperaturendringar, må ein vere merksam på at porøse dekke kan ha litt andre termotekniske eigenskapar enn vanlige dekke.

-
- Utvikling av restsaltmengde over tid kan være ulik og føre til noko ulikt saltbehov på porøse dekke i høve til tette dekke.
 - Ved bruk av saltløysing på nye porøse dekke med høg permeabilitet kan det vere behov for å auke mengden salt i starten.
 - Ved ishøvling må ein syne ekstra varsemd for å unngå skader på porøse dekke

6 Behov for vidare undersøkingar

Det er behov for å forske vidare på støysvake vegdekke for å oppnå gode og levedyktige dekkeløysingar som er tilpassa våre klimaforhold.

- Levetida på dei forsøksdekka som er lagt bør følgjast vidare opp
- Det bør utførast analyse av levetidskostnader (LCC) for å undersøke kostnad av støysvake vegdekke over tid som grunnlag for optimale val
- Dei beste støysvake vegdekka bør optimaliserast mellom anna ved bruk av alternative slitesterke bergartar
- Dei beste støysvake vegdekka bør optimaliserast ved bruk av alternative tilsetningsstoff; polymertypar, fiber mm
- Effekten av salt på porøse dekker bør undersøkast
 - a) med omsyn til saltets aktivitetstid
 - b) med omsyn til dekket sin levetid / bestandigheit
- Faren for ising / rimfrost på porøse dekke bør undersøkast nærare
- Det bør vurderast om det skal forskast vidare på meir effektive metodar/utstyr for rensing

Rapportar, presentsjonar, datarapportar og interne notat frå Arbeidspakke 6

/P1/ Larsen, Øystein (2006): 600740 Miljøvennlige dekke, Arbeidspakke 6: Drift og vedlikehold, Statens vegvesen, notat datert 13.03. 2006, (internt arbeidsnotat)

/P2/ Libæk, Harald (2006): Forsøksfelt på E6 Stange - Miljøvennlige vegdekker. Erfaringer fra vintervedlikehold, Statens vegvesen, notat datert 17.11. 2006, referanse 2005/032679-003

/P3/ Larsen, Øystein (2006): Statusrapport 2006-AP6, Statens vegvesen, notat datert 21.12. 2006

/P4/ Larsen, Øystein (2007): Miljøvennlige dekker, PowerPoint-presentasjon til møte Gardermoen 29.08.2007, Statens vegvesen, notat datert 13.03. 2006

/P5/ Larsen, Øystein (2007), Friksjon, temperatur, spor; Statens vegvesen, pdf-fil av PowerPointpresentasjon på møte på Gardermoen 29.08.2007

/P6/ Durban-Hansen (2007): Rensing på Bjørkelangen, fotodokumentasjon, Statens vegvesen, pdf-fil datert 19.09.2007, (intern datarapport)

/P7/ Torbjørn Jørgensen og Odd Durban Hansen (2007): Miljøvennlige vegdekker, Måling av permeabilitet til forsøksdekker på Rv 170, Bjørkelangen, *Vegdirektoratet, Teknologivdelingen*, 6.7. 2006

/P8 Nørbech/, Camilla (2008): Litteraturstudium porøse vegdekker, Statens vegvesen, Vegdirektoratet Tek-T, Rapport datert 14.01.2008

/P9/ Hovd, Nils Magne (2008): Klima, datatabeller og figurer, exel-fil datert 2008-06-24; *filnamn "Klima"*, (intern datafil)

/P10/ Hovd, Nils Magne (2008): friksjon og dekketemperatur, datatabeller og figurer, exel-fil datert 2008-06-24, ; *filnamn "Friksjon"*, (intern datafil)

/P11/ Larsen, Øystein (2008): Analyse av porøse dekker på prøvefelt RV170 v/Bjørkelangen 2008

/P12/ Lysbakken, Kai Rune (2008): Salting på porøse asfaltdekker – feltobservasjoner på Bjørkelangen, Statens vegvesen Vegdirektoratet, arbeidsrapport juni 2008.

/P13/ Truls Berge (2008): Miljøvennlige vegdekker – støy. Resultater fra CPX-målinger i 2007 sammanlignet med nivå i 2005 og 2006, Sintef, arkivkode 90E238.22/TB, prosjektnr 90E23

Litteraturliste

Tema: Vintervedlikehold og rensing av porøse vegdekke

- /1/ Swart, J.H., (1997). *Experience with porous asphalt in the Netherlands*. Road and Hydraulic Engineering Division, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Netherlands
- /2/ Hernandez, J.A., Verburg, D.J., (1997) *Winter maintenance on porous asphalt: The Dutch experience*. Road and Hydraulic Engineering Division
- /3/ Noort, M., (1991). *Winter maintenance on porous asphalt*. Road and Hydraulic Engineering Division, Consultancy Winter Maintenance
- /4/ Sanches, F. *A new road-permeabilitymeter for porous asphalt, The air-drainometer*. Directorate-General of Public Works and Water Management, Holland
- /5/ Jansen, R., van der Ven, C.J., (1997) *A new method for cleaning and removing porous asphalt*. Volker Stevin Materieel bv
- /6/ van Blokland, G., (1997) *Experiences with and future development of porous road surfaces*. M+P Consulting Engenieers
- /7/ Nielsen, C.B, Berndtsen, H., Andersen, B.(2005), *Noise reducing pavements in Japan, Study tour report*. Technical note 31, Danish Road Institute
- /8/ Abe, T, Kishi, Y. *Development for low-noise pavement function-recovery machine*. Tokyo Metropolitan Government and Sakai Heavy Industries Ltd
- /9/ Bendtsen, H., Andersen, B., (2005) *Noise reducing pavements – State of the art in Denmark*. Report 141, Danish Road Institute
- /10/ van Heystraeten, G., Diericx, R. *A rapid and effective de-icing agent for open-graded road surfacing*. Belgian Road Research Centre, Solvay Benelux
- /11/ Iwata, H., Watanabe, T., Saito, T. *Study on the performance of porous asphalt pavement on winter road surface conditions*
- /12/ Greibe A. P. :*Porous asphalt and traffic safety*
- /13/ Lefebvre, G., (1993) *Porous asphalt*. Permanent International Association of Road Congresses, Belgium
- /14/ Bendtsen, H., Raaberg, J., (2005) *International Experiences with Clogging of Porous Pavements*. Milestone M3. Danish Road Institute
- /15/ <http://www.xs4all.nl/~rigolett/ENGELS/zoab/zoabeng.htm>
Quite roads: engineering aspects. Nederland (2001)
- /16/ http://international.fhwa.dot.gov/quite_pav/chapter_two_f.htm
Federal Highway Administration, Department of Transportation, (2005)

-
- /17/ <http://www.orcatech.de/technologie.htm>, ORCATECH - Gesellschaft für Extrem-
schmutzbeseitigung mbH
- /18/ http://www.schuessler-plan.de/download/report_III_04.pdf, André Winkler,
Schüßler-Plan Frankfurt/Main
- /19/ <http://www.bayern.de/lfu/laerm/veroeffentlichungen/2opa.pdf>, by Ingolstadt,
prosjekt-dokumentasjon
- /20/ <http://www.ict-gmbh.com/95.0.html>, ict GmbH
- /21/ <http://www.uni-stuttgart.de/aktuelles/presse/2007/6.html>, Universitet Stuttgart,
Referat für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (informasjonsavdelingen)
- /22/ Lefebvre, G., (2005) *A study into the winter behaviour of a test section in two-layer
porous asphalt*. Walloon Ministry of Equipment and Transport – Road Structures
Directorate
- /23/ Voskuilen, J., (2005) *Experiences with porous asphalt in the Netherlands*. Road and
Hydraulic engineering Institute, Delft
- /24/ <http://www.silentroads.nl/index.php?section=products&subject=dlpa>
- /25/ Lysbakken, Kai R. og Norem H. (2008) : *The amount of salt on Road Surfaces after
salt application*. Transportation Research Circular, Seventh International
Symposium on Snow Removal And Ice Control Technology, 2008, type in press.
- /26/ Asjörn Arnevik, (1993): *Støysvake vegdekker, Måling av permeabilitet
(dreneringsevne) på åpne vegdekke*, Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, Oktober 1993
- /27/ Asjörn Arnevik, (1993): *Støysvake vegdekker. Rensing av drengsfalt - vinteren
1993. Teksturmåling*. Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, Juni 1993
- /28/ Asjörn Arnevik, (1993): *Støysvake vegdekker. Friksjonsforhold på åpne vegdekker*.
Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, November 1993
- /29/ Asjörn Arnevik, (1993): *Støysvake vegdekker. Nytte og kostnad ved bruk av
drengsfalt som støysvakt vegdekke*. Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, September
1993
- /30/ Asjörn Arnevik, (1993): *Støysvake vegdekker. Rapport fra feltforsøk 1991 Rv 152
Koresgåden – Ås*. Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, Januar 1993
- /31/ Asjörn Arnevik, (1993): *Støysvake vegdekker. Drengsfalt. Rv 407 Rannekleiv -
Rykene, Aust-Agder. Vegtekniske og akustiske målinger*. Vegdirektoratet,
Driftsavdelingen, Februar 1993
- /32/ Asjörn Arnevik, (1990): *Støysvake vegdekker
Vegtekniske målinger 1990*. Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, Desember 1990
- /33/ Storeheier og Skaalvik (1989); *Porøse vegdekker og Trafikkstøy*. SINTEF STF 40
A89211



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

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

ISSN 1504-5005