



Statens vegvesen

MILJØVENNLIGE VEGDEKKER

Spesialdekker - Poroelastiske dekker

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2478



Veg- og trafikkfaglig senter
Dato: 2006-12-19



Statens vegvesen

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2478

Tittel

MILJØVENNLIGE VEGDEKKER Spesialdekker - Poroelastiske dekker

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: 02030

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Rabbira Garba Saba

Dato:

2006-12-19

Saksbehandler

Rabbira Garba Saba

Prosjektnr:

600740

Kontrollert av

Jostien Aksnes

Antall sider og vedlegg:

16

Sammendrag

Arbeidspakke 9 i Miljøvennlige vegdekker prosjektet omhandler spesialdekker. Målet for arbeidspakken er å samle erfaringer og kunnskap om spesielle støysvake vegdekker slik som poroelastiske dekker og tynndekker som inneholder polymer-modifiserte bindemidler. Forskning om poroelastiske dekker har foregått i Japan og Sverige i mange år. Derfor ble kontakt tatt med forskere i disse landene for å få informasjon, dokumenter, og publikasjoner om poroelastiske vegdekker. Denne rapporten gir en kort sammenfatning av tilgjengelige litteratur om poroelastiske dekker.

Summary

Work package 9 of the environmentally friendly pavements project deals with special low noise pavements. The objective of the work package is to collect available experience and knowledge on special pavements such as poroelastic pavements and thin pavements containing modified binders. Research on poroelastic materials have been conducted in Japan and Sweden in many years. Therefore researchers in those two countries were contacted to get information, documents and publications on poroelastic pavements. This report summarises available literature on poroelastic pavements.

Emneord:

Støysvake vegdekker, proelstiske dekker, støyaabsorpsjon, elastisitet

MILJØVENNLIGE VEGDEKKER

SPELIALDEKKER – POROELASTISKE
DEKKER

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse.....	2
Innledning.....	3
Poroelastiske dekker.....	3
Historisk.....	3
Problemer ved bruk av poroelastiske dekker.....	4
Forskning på PWRI i Japan om poroelastiske dekker.....	4
Forskning på poroelstiske dekker ved VTI i Sverige.....	10
Konklusjoner og anbefalinger.....	14

INNLEDNING

Arbeidspakke 9 i Miljøvennlige vegdekker prosjektet omhandler spesialdekker. Målet for arbeidspakken er å samle erfaringer og kunnskap om spesielle støysvake vegdekker slik som poroelastiske dekker og tynndekker som inneholder polymermodifiserte bindemidler. Forskning om poroelastiske dekker har foregått i Japan og Sverige i mange år. Derfor ble kontakt tatt med forskere i disse landene for å få informasjon, dokumenter, og publikasjoner om poroelastiske vegdekker. Denne rapporten gir en kort sammenfatning av tilgjengelige litteratur om poroelastiske dekker.

POROELASTISKE DEKKER

Poroelastiske vegdekker består hovedsakelig av gummigranulat eller fiber som er bundet sammen ved bruk av bindemidler slik som bitumen og polyuretan. Gummimaterialet produseres som regel fra gamle bildekk. Noen varianter av poroelastiske vegdekker inneholder også sand og steinmaterialer. Hulrominnhold i poroelastiske vegdekker er vanligvis mellom 30 % og 40 %, og porene er innbyrdes forbundet med hverandre. Dette gir god støyaabsorpsjonsevne. I tillegg bidrar elastisiteten til at rullestøy som skyldes vibrasjon i bildekket reduseres. Feltforsøk har påvist at poroelastiske vegdekkene har et potensial for å redusere rullestøy med 5 - 15dB (Sandberg og Ejsmont 2002) i forhold til vanlige tette asfaltdekker. Poroelastiske dekker kan klebes til underliggende lag ved bruk av samme type bindemiddel som i selve massen, eller ved bruk av epoksy.

HISTORISK

Poroelastiske vegdekker ble oppfunnet og patentert av Nils-Åke Nilsson på slutten av 1970 tallet i Sverige (Sandberg og Ejsmont 2002). De første feltforsøkene ble utført i Sverige ved bruk av fiber-lignende gummipartikler som var 12–15 mm lange og 0,5–1 mm brede. I senere feltforsøk utført i Sverige og Norge er det brukt kubisk gummigranulat. Poroelastiske vegdekker ble utprøvd i Norge i forbindelse med

forskningsprosjektet om støysvake vegdekker som ble utført i perioden 1989-1993. En omtrent 130 m lang teststrekning ble lagt i Oslo med poroelastisk material bestående av 8 mm gummigranulat med polyuretan som bindemiddel. Støyreduksjon på 7–9 dB(A) i forhold til vanlige tette asfaltdekker ble registrert på nylagt dekke. Men feltforsøket ble mislyktes på grunn av store skader påført teststrekningen av snøbrøytingsmaskiner allerede den første vinteren. Forskning for å videreutvikle poroelastiske dekker har pågått i Japan og Sverige i flere år.

PROBLEMER VED BRUK AV POROELASTISKE DEKKER

Forsøkene som ble utført på 1980 og tidlig 1990 tallet identifiserte følgende problemområder ved bruk av poroelastiske dekker:

- vedheft mellom poroelastisk slitelag og underliggende lag
- holdbarhet
- våtfriksjon
- kostnad
- brannfare

Disse problemområdene ble tatt som hovedtema for videre forskning på "Public Works Research Institute (PWRI)" i Japan og på VTI i Sverige. Det ble rapportert at de fleste av disse problemene kunne løses. Forskningsarbeidet som pågått i Japan og Sverige og deres resultater er beskrevet i de følgende seksjonene av denne rapporten.

FORSKING PÅ PWRI I JAPAN OM POROELASTISKE DEKKER

Forskning om poroelastiske dekker begynte allerede i 1994 på PWRI (Fujiwara et al 2005). Først ble de vanlige materialegenskapene undersøkt i laboratoriet (Meiarashi et al 1996). Tabell 1 viser resultater fra denne målingen. Deretter ble et poroelastisk dekke, satt sammen av blokker med størrelse 1x1x0,05m, produsert i laboratoriet og festet til PWRI sin prøvebane ved bruk av polyuretan lim. Meiarashi et al (1996) hevdet at limet fungerte så bra at problemet med vedheft mellom proelastisk lag og underliggende lag var løst. Dekket besto av fiber-lignende gummipartikler. Støymåling ble utført på prøvebanen med forskjellige biltyper og hastigheter. Figur 1

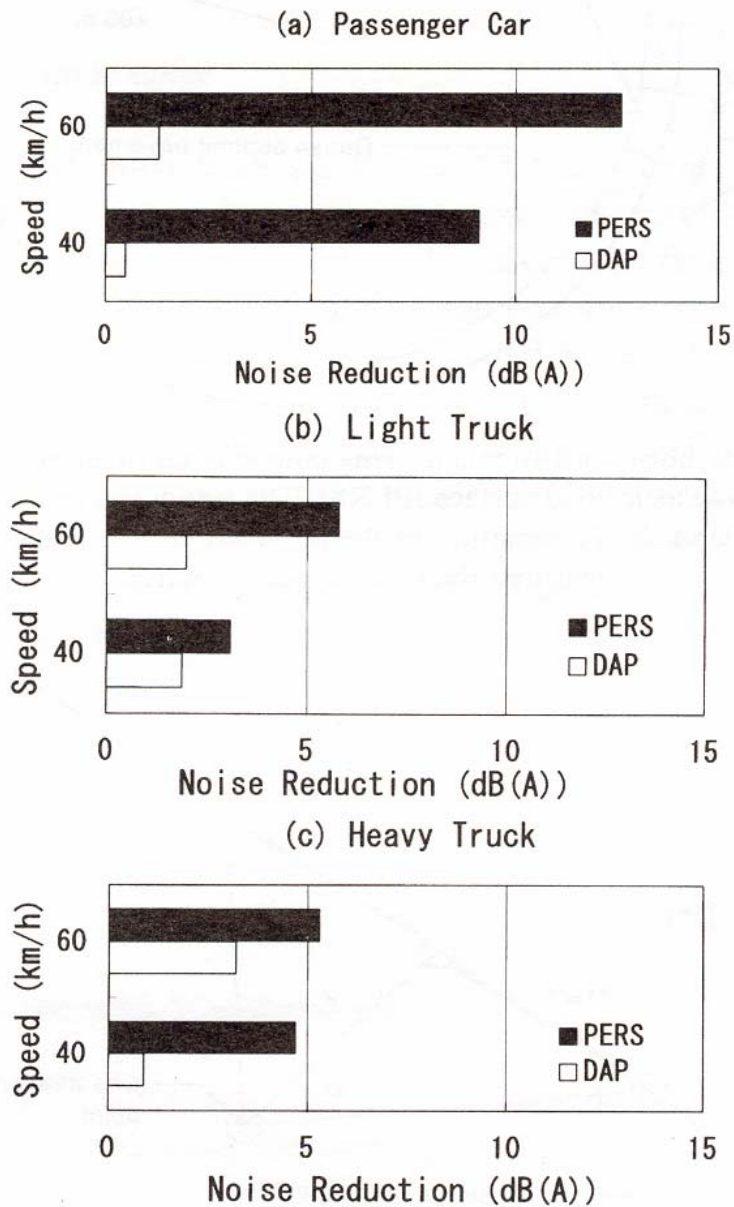
Tabell 1: Resultater fra laboratorieforsøk på PWRI, Japan

Pavement laboratory test	
<i>Laboratory test</i>	<i>Result</i>
Marshall stability test	Fail in measuring the Marshall stability because the deformation exceeds the limit before the destruction
Wheel tracking test	Dynamic stability exceeds 10 000 (count/mm)
Raveling test with using stud tire	Raveling loss is almost equal to zero
Cantabro test	Cantabro loss is equal to zero
Permeability test	Permeability coefficient is 0.14 (cm/s)
Skid resistance with dynamic friction tester	Skid resistance is over 0.8

viser støyreduksjon på drengsfalt (DAP) og poroelastisk dekke (PERS) i forhold til tett asfaltdekke. Man kan se fra figur 1 at poroelastisk dekke gir stor støyreduksjon, mye bedre enn drengsfalt.

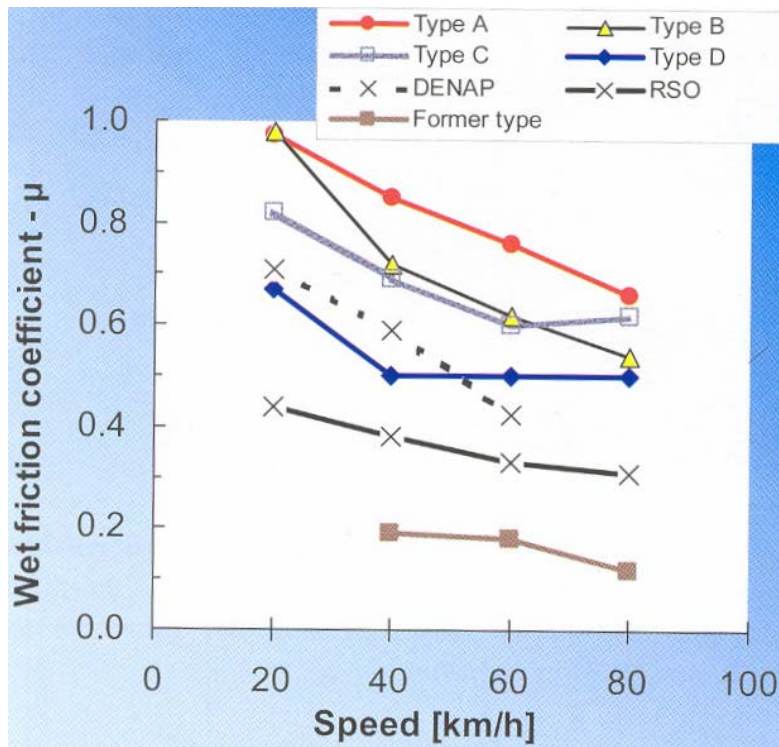
Forskning og utvikling på poroelastisk dekker ble videreført ved bygging av teststrekninger på veg. Den første teststrekningen ble bygd på en lavtrafikkert gate i Japan og den fungerte bra i fem år (Sandberg og Ejsmont 2002). Flere teststrekninger ble senere bygd på vanlige veger (Fujiwara et al 2005).

Videre forskning som ble utført på PWRI hadde som mål å forbedre funksjonsegenskapene til poroelastiske dekker. PWRI, i samarbeid med 12 private firmaer, utførte et omfattende forskningsprosjekt i 1998 for å forbedre friksjonsegenskapene (Sandberg og Ejsmont 2002). Målet var å utvikle poroelastiske materialer som har bedre friksjonsegenskaper enn vanlige tette asfaltdekker.



Figur1: Resultater fra støymåling (Meiarashi et al 1996)

Fire typer porøelastiske materialer med tilstrekkelige friksjonsegenskaper ble utviklet ved tilsetning av teksturforhøyende materialer slik som fine sandpartikler. Figur 2 viser resultatene fra friksjonsmåling på disse materialene.



Figur 2: Våtfriksjonskoeffisient for fire typer poroelastiske dekker (type A- D). DENAP er et tett asfaltdekke og RSO representerer Japansk standard for den laveste grenseverdi for friksjonskoeffisient på veg (Sandberg og Ejsmont 2002).

Også brannfare ved bruk av poroelastiske dekker ble undersøkt på PWRI. Poroelastiske plater med størrelse 5x5m ble lagt ut utenfor laboratoriet og 36 liter dieseloilje ble sprøytet på platene samt på et nærliggende tett asfaltdekke og et porøst asfaltdekke. På et bestemt tidspunkt ble brannen satt på og slike faktorer som flammehøyde og røykgenerering ble observert. Tabell 2 viser resultatet fra dette forsøket. Resultatet viser at når det gjelder spredeshastighet og flammehøyde er poroelastiske materialene bedre (mer brannsikre) enn de konvensjonelle dekketyper.

Tabell 2: Resultat fra brannforsøk på PWRI

Surface type	Burning of fuel and pavement materials	Flame height	Smoke generation
Dense asphalt concrete	Fuel oil spreading over the pavement surface strongly burned in reddish flames but the pavement did not burn	2.5-3.0 m	Fuel oil incompletely burned shooting a column of black smoke
Porous asphalt concrete	Fuel oil evaporating through the voids of the pavement was ignited, shooting blue flames. However, pavement materials did not burn	Appr. 0.3 m	Only little smoke was observed
Poroelastic surface	Fuel oil evaporating through pavement voids was ignited; rubber panels burned-up, shooting reddish flames. Fire spread over pavement at very slow speed	1.0-1.5 m	Column of black smoke was observed from the burning rubber panels

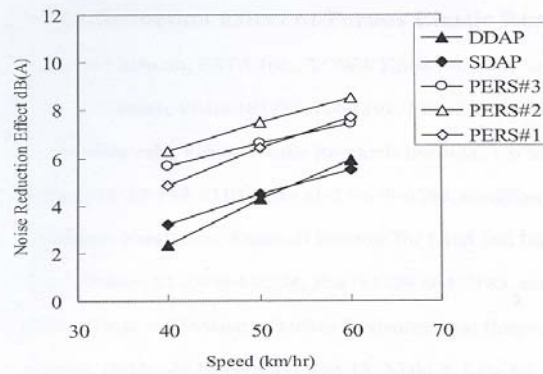
I 2003 ble en mer omfattende teststrekning bygd på en riksveg i Japan (National highway 23) (Fujiwara et al 2005). I dette feltforsøket ble flere materialer slik som to-lags drengasfalt, ett-lags drengasfalt og tre typer poroelastiske dekker testet. To av tre typer poroelastiske dekker var prefabrikkerte mens den siste ble produsert på utbyggingsstedet og besto av polyuretan-bindemiddel og gummigranulat (Figur 3). Bærelag for denne teststrekningen var et "semi-fleksible" betongdekke. De poroelastiske dekkene ble festet til bærelaget ved bruk av epoksyharpiks. Fujiwara et al (2005) hevdet at bruk av epoksyharpiks på betongbærelag gir utmerket vedheft mellom poroelastiske slitelag og bærelaget.



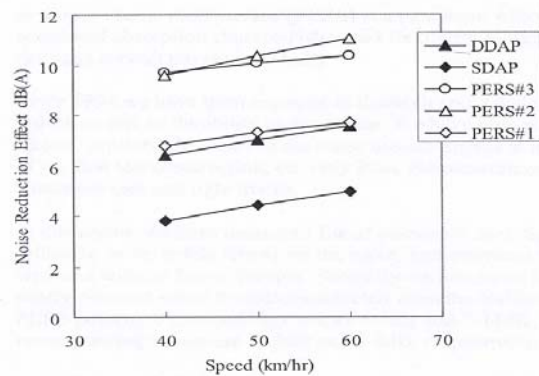
Figur 3: Poroelastisk dekke som ble lagt ut på PWRI sin teststrekning (Danish Road Institute 2005)

Feltforsøket viste at de prefabrikkerte poroelastiske dekkene hadde bedre egenskaper enn det feltproduserte poroelastiske materialet. Herdetiden var en dag for de prefabrikkerte dekkene, mens den for det feltproduserte poroelastiske dekket trengtes en uke! Det betyr at vegen må være stengt for trafikk i en uke, noe som kan medføre store kostnader. Strekkstyrke for de prefabrikkerte poroelastiske materialene var to ganger større enn det feltproduserte materialet. Strekkstyrke er avgjørende for dekkets holdbarhet. Hulrom for prefabrikkerte materialene var 40 % mens den for det feltproduserte materialet var 30 %.

Figur 4 viser resultater fra støymålinger på de ulike materialene. Resultatet viser at poroelastiske dekker er veldig effektive i forhold til støyreduksjon. Spørsmålet er hvor varig de støydempende egenskapene er og om generell holdbarhet for de poroelastiske materialene. Oppfølgingsdata for japanske teststrekningene er ikke publisert ennå men forskerne har påstått at levetid for poroelastiske dekker kan være mellom 5 og 10 år (Danish Road Institute 2005).



(a) Large Vehicle



(b) Small Vehicle

Figur 4: Resultat fra støymåling på teststrekningen på en japansk riksveg. DDAP = to lags drensasfalt, SDAP = en lags drensasfalt, og PERS 1- 3 = poroelastiske materialer. PERS 3 er feltprodusert mens PERS 1 og PERS 2 er prefabrikkerte (Fujiwara et al 2005).

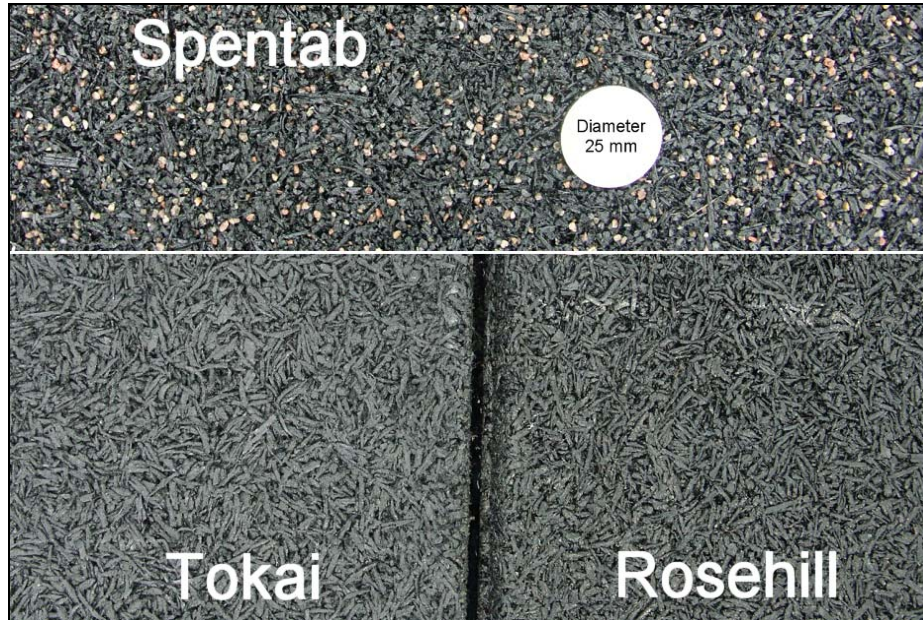
FORSKNING PÅ POROELSTISKE DEKKER VED VTI I SVERIGE

VTI har blitt involvert i utviklingen av poroelastiske dekker og har samarbeidet med PWRI i Japan i mange år. I forbindelse med det europeiske prosjektet SILVIA utførte VTI et forsøk med poroelastiske dekker. Forsøket omfattet både laboratorieforsøk og feltforsøk (Sandberg og Kalman 2005). Basert på laboratorieforsøkene ble 3 typer poroelastiske materialer valgt for feltforsøk. Disse materialene var:

- Tokai – prefabrikkerte paneler (1x1 m²) som ble importert fra ”Tokai rubber industries Ltd” i Japan.

- Rosehill – prefabrikkerte paneler (1x1 m²) produsert av ”Rosehill Polymers Ltd” i Storbritannia basert på VTI sine spesifikasjoner.
- Spentab – en feltprodusert masse produsert av Spentab AB.

Figur 5 viser bilde av disse materialene.



Figur 5: Poroelastiske materialer som ble brukt på feltforsøk i Sverige (Sandberg og Kalman 2005)

Laboratorieforsøkene omfattet bl.a. følgende tester:

- Vedheft mellom poroelastiske dekker og bærelag
- Permeabilitet
- Våtfriksjon
- Slitasjemotstand (i VTI sin provvægsmaskin)
- Støvgenerering test
- Komprimering under last
- Rullemotstand test (ISO 8767)
- Støymåling i lab.

Følgende er en sammenfatning av resultatene fra laboratorieforsøkene:

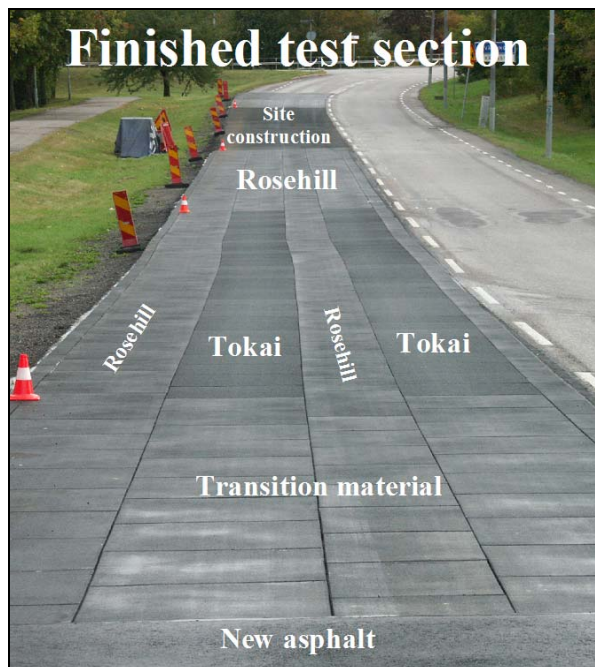
- Poroelastiske materialer har strekkstyrke som er på samme nivå som strekkstyrke til tette asfaltdekker. Strekkstyrke for bindingen mellom

asfaltdekke og lim samt mellom poroelastisk dekke og lim var også på samme nivå. Det betyr at man kan få tilstrekkelig vedheft mellom poroelastiske dekker og bærelag forutsatt at limet penetrerer noen få millimeter i de poroelastiske materialene.

- Permeabilitet ble målt i henhold til CEN standard prEN 12697-40 der permeabilitet er uttrykt som vannutløpstid (water outflow time). Målte verdier for de poroelastiske materialene var: 36 sekunder for Tokai, 40 sekunder for Rosehill og 24–36 sekunder for Spentab. Verdien for vanlige tette asfaltdekker er ca. 3600 sekunder. Dette viser at poroelastiske materialer har veldig høy permeabilitet i forhold til tette asfaltdekker.
- Våtfriksjon ble målt i henhold til CEN standard EN 13036. Resultatet viste at de poroelastiske dekkene har tilstrekkelig friksjon.
- Piggdekkslitasjen var 0,2 mm for de poroelastiske dekkene etter 100 000 hjulpasseringer. Tilsvarende verdi for et tett asfaltdekke med slitesterk steinmaterial er 1.6 mm.
- Mengden PM10 som ble generert fra de poroelastiske dekkene ble beskrevet som lavere enn bakgrunnsverdier.
- Komprimeringstest viste at en typisk bil komprimerer Tokai og Rosehill dekkene med ca. 5 % (av tykkelse) og Spentab dekket med ca. 15 % når bilen står på dekkene. En typisk lastebil komprimerer Tokai og Rosehill dekkene med ca. 15 % og Spentab dekket med ca. 30 %.
- Rullemotstand ble målt ved bruk av Tekniske Universitet i Gdansk (TUG) sitt utstyr og resultatet viser at Rosehill dekket har rullemotstand som er like stor som rullemotstand for et vanlig tett asfaltdekke med 11 mm eller 16 mm steinstørrelse.
- Støygenerering ble også målt ved bruk av TUG sitt utstyr. Resultatet viser at Rosehill dekket genererer 9 dB(A) mindre støy i forhold til en overflatebehandling med grovt tekstur og 6 dB(A) mindre støy i forhold til ISO sitt standard-dekke.

Oppsummert viste laboratorieforsøket at de poroelastiske dekkene har lovende egenskaper. Under SILVIA prosjektet ble det bygd en teststrekning med de tre

poroelastiske dekkene. Strekningen ble lagt på en gate i Stockholm som hadde 5400 ÅDT hvorav 8 % var tungtrafikk. Vegens fartsgrense var 50 km/t. Figur 6 viser et bilde av teststrekningen.



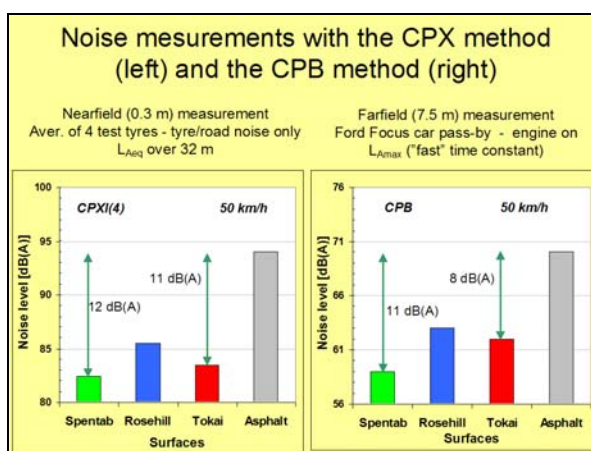
Figur 6: Teststrekning med poroelastiske dekker lagt i Stockholm som en del av SILVIA prosjektet (Sandberg og Kalman 2005).

På strekningen ble det utført målinger som omfattet:

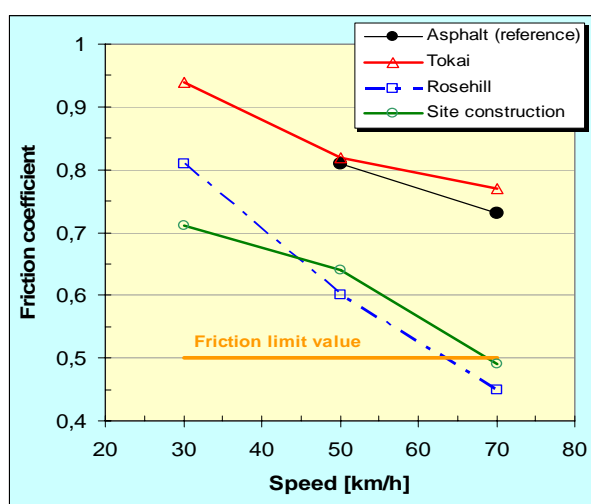
- Støymåling
- Våtfriksjonsmåling
- Permeabilitetsmåling

Figurene 7 og 8 viser resultatene fra henholdsvis støymålingen og friksjonsmålingen på strekningen. Når det gjelder dreneringsevne (permeabilitet) var verdiene for vannutløpstid 16 sekunder på Tokai, 33 sekunder på Rosehill og 16–18 sekunder på Spentab. Resultatene viser at de poroelastiske dekkene fungerte bra på teststrekningen. Likevel måtte feltforsøket avbrytes etter kun få måneder på grunn av krakelering av det underliggende asfaltdekket og problemer med vedheft mellom det underliggende asfaltlaget og bærelaget under det igjen. Av denne grunn fikk de ikke

mulighet for å observere bestandigheten for poroelastiske dekkene over lengre tidsperiode.



Figur 7: Resultat fra støy måling på teststrekningen (Sandberg og Kalman 2005).



Figur 8: Resultat fra friksjonsmåling på teststrekningen (Sandberg og Kalman 2005).

KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

Forskning og utvikling som ble gjort i Japan og Sverige har påvist at, når det gjelder støyreduksjon, kommer poroelastiske dekker best ut blant de støysvake dekketyperne. Utviklingen førte også til at problemene som oppsto tidligere i forbindelse med feltforsøk med poroelastiske vegdekker, slik som lav friksjon og utilstrekkelig vedheft til underliggende lag, ble løst. Det ble også demonstrert at poroelastiske dekker har

tilstrekkelige brannsikrhetsegenskaper. Likevel mangler dokumentasjon om langtids bestandighet av poroelastiske dekker. Pris for prefabrikkerte poroelastiske dekker (inkludert utlegging) er estimert å være to ganger så stor som kostnaden til bygging av støyskjerming. Dette på grunn av at poroelastiske materialer er ikke ennå masseproduserte, noe som kan endre seg betydelig ved økt bruk av materialet.

Forskningen har vist at poroelastiske dekker har et stort potensial i forhold til støyreduksjon. At man kan gjenbruke gamle bildekk for å lage poroelastiske dekkene gir også en ekstra miljøgevinst. Likevel er poroelastisk materialet fortsatt et produkt på prøvestadiet. Det betyr at det er stort behov for videre forskning og utvikling. Det er derfor anbefalt å gjennomføre følgende testprogram under Miljøvennlige vegdekker prosjektet.

1. Etabler langsiktig forskings- og utviklingsprogram (plan) med hensikt til å tilpasse materialet til norsk forhold og bygge opp kunnskap og kompetanse innen produksjon, utlegging og vedlikehold av poroelastiske dekker. Dette må utføres i tett samarbeid med entreprenører og må omfatte flere feltforsøk med forskjellige typer poroelastiske dekker.
2. Som en del av arbeidet nevnt ovenfor; arrangere en studietur til Japan for å få erfaring og etablere samarbeid med forskningsmiljøet der.
3. Følg med internasjonalt forskning og utvikling om poroelastiske materialer.

Referanser

1. Sandberg U. and Ejsmont, J. A., 2002. *Tyre/Road Noise Reference Book*, INFORMEX, Kisa, Sweden.
2. Meiarashi, S., Fujiwara, T., Hasebe, M. and Nakatsuji, T. 1996. *Noise Reduction Characteristics of Porous Elastic Road Surfaces*, Applied Acoustics, Vol. 47, no.3, pp. 239 – 250, Elsevier Science Ltd.
3. Fujiwara, T., Meiarashi, S., Namikawa, Y. and Hasebe, M. 2005. *Reduction of Equivalent Continuous A-weighted Sound Pressure Levels by Porous Elastic Road Surfaces*, Applied Acoustics 66(2005) 766 – 778, Elsevier.
4. Meiarashi, S. (1999). *Researches on Low Noise pavements I Japan*. Journal of the Acoustic Society of Japan vol. 20, no.1.

5. Fujiwara, T., Meiarashi, S., Namikawa, Y. and Hasebe, M. 2005. *Noise Reduction Effect of Porous Elastic Road Surface and Drainage Asphalt Pavement*, Proceedings of the 2005 Transportation Research Board (TRB) annual meeting.
6. Danish Road Institute, 2005. *Noise Reducing Pavements in Japan – Study Tour Report*, Technical Note 31.
7. Sandberg, U. and Kalman, B., 2005. *The Poroelastic Road Surface – Results of an Experiment in Stockholm*, ForumAcusticum.



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

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

ISSN 1504-5005