



Statens vegvesen

# Miljøvennlige vegdekker Anvendelse, klassifisering og krav

**RAPPORT**

Teknologiavdelingen

Nr. 2572



Vegteknologiseksjonen  
Dato: 2009-11-27



**Statens vegvesen**

## TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2572

Tittel

### Miljøvennlige vegdekker Anvendelse, klassifisering og krav

Vegdirektoratet  
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep  
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Ragnar Evensen

Dato:

2009-11-27

Saksbehandler

Jostein Aksnes

Prosjektnr:

600740

Kontrollert av

Antall sider og vedlegg:

44

#### Sammendrag

Rapporten har som mål å være et dokument til støtte ved etablering av en strategi for anvendelse av miljøvennlige vegdekker i Norge. Den er utarbeidet på grunnlag av ny viten som er etablert gjennom prosjektarbeidet, samt eksisterende nasjonal- og internasjonal erfaring med anvendelse av miljøvennlige vegdekker. Råd og anbefalinger i rapporten tar hensyn til spesielle utfordringer ved drift og vedlikehold av norske vegdekker.

I rapporten beskrives bakgrunn for ønsket om å ta i bruk mer miljøvennlige dekketyper i Norge sammen med en oversikt over tiltak som kan bidra til redusert støy og støv fra biltrafikk. Videre presenteres grunnlag for valg av miljøvennlige vegdekker basert på resultater fra nyttekostnadsanalysen. De viktigste kriterier for valg av dekketype er: trafikkmengde, antall berørte boliger pr km veg, skiltet hastighet og piggdekkandel.

Rapporten drøfter sentrale problemstillinger knyttet til anvendelse av miljøvennlige dekker. På grunn av begrenset erfaring med støysvake dekker både hos entreprenører og byggherre, anbefales utvikling av reseptbaserte krav i stedet for funksjonskrav. Rapporten kommer her med klare anbefalinger når det gjelder valg av testmetoder og kravformulering for dokumentasjon av både delmaterialer og selve asfaltmassen, samt relevante krav knyttet til utførelse.

Avslutningsvis pekes det på områder hvor videre FoU- innsats er helt påkrevet for å sikre at anvendelsen av miljøvennlige vegdekker kan ha en trygg fremtid i Norge.

#### Summary

Emneord:

Vegdekker, asfalt, støy, støv og miljø

## Miljøvennlige vegdekker

<i>Oppdragsrapport</i>	
<b>Miljøvennlige vegdekker Anvendelse, klassifisering og krav</b>	
Oppdragsgiver	Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Oppdragsgivers referanse	Navn <a href="mailto:leif.baklokk@vegvesen.no">leif.baklokk@vegvesen.no</a>  Statens vegvesen Vegdirektoratet Postboks 8142 Dep. 0033 Oslo  Telefon: 02030
Rapport-type	Oppdragsrapport
Prosjektnr./navn	VN PT – 15205
Rapportdato	2009-03-20
Oppdragsansvarlig	Ragnar Evensen    ragnar.evensen@vianova.no
Utarbeidet av	Ragnar Evensen    ragnar.evensen@vianova.no
Oppdragsgruppe	
Kontrollert av	
Rapportens formål	Delrapport under etatsprosjektet Miljøvennlige vegdekker
<b>ViaNova Plan og Trafikk AS</b> Leif Tronstads Plass 4 Postboks 434, 1302 SANDVIKA E-post: vnpt@vianova.no Tlf: 67 81 70 00 ♦ Fax: 67 81 70 01	

Forsidefoto: Støyskjerm E 6 Furuset, Oslo

Dokumenthistorie		Arkiv: VNPT15205/Delr strategi miljøvennl vegd 20090320.doc	
Dato	Revisjon	Sign	Fordeling
20080811	Rev. etter møtet 20080630	REV	
20080922	Rev. etter møtet 20080821	REV	
20081029	Rev. etter møtet 20081028	REV	
20090121	Forord lagt inn	REV	
20090129	Justeringer etter møtet 20090127	REV	
20090216	Sammendrag lagt inn	REV	
20090320	Div mindre endringer	REv	

## Forord

Miljøvennlige vegdekker har vært et av Vegdirektoratets etatsprosjekter innen forskning og utvikling i perioden 2004-2008. Prosjektet er gjennomført ved Teknologiavdelingen, Vegteknologiseksjonen i Trondheim i nært samarbeid med andre enheter i Statens vegvesen, entreprenører, forskningsinstitusjoner og andre eksterne samarbeidspartnere.

Prosjektets hovedfokus har vært på optimalisering av vegdekkenes miljøegenskaper for å bidra til reduksjon av støy- og støvplager fra vegtrafikk. Effektmålene har vært:

- **Færre støyplagede langs norske veger og gater**
- **Bedre luftkvalitet i tettbygde strøk**

Denne rapporten er sluttproduktet fra arbeidspakke 2 ”Funksjonskrav og strategi for anvendelse.” Den er utarbeidet på grunnlag av ny viten som er etablert gjennom prosjektarbeidet, samt eksisterende nasjonal- og internasjonal erfaring med anvendelse av miljøvennlige vegdekker. Råd og anbefalinger i rapporten tar hensyn til spesielle utfordringer ved drift og vedlikehold av norske vegdekker. Arbeidsgruppen har bestått av:

Jostein Aksnes, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Teknologiavdelingen  
Leif Jørgen Bakløkk, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Teknologiavdelingen  
(leder for arbeidspakken)  
Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS  
Bente Gussiås, Oslo kommune, Samferdselsetaten  
Jens Lofthaug, Statens vegvesen, Region sør  
Ingunn Milford, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Utbyggingsavdelingen  
Tom Randem, Oslo kommune, Samferdselsetaten  
Even Sund, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Trafikkavdelingen  
Roar Telle, Lemminkäinen Norge AS  
Nils Sigurd Uthus, Vegdirektoratet, Teknologiavdelingen

Rapporten er utarbeidet av Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS etter oppdrag fra prosjektet.

Trondheim, mars 2009

Jostein Aksnes  
(prosjektleder)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Bakgrunn.....</b>	<b>10</b>
1.1 <i>Formål</i> .....	10
1.2 <i>Støy</i> .....	10
1.3 <i>Støv/partikkelutslipp</i> .....	11
1.4 <i>Friksjon</i> .....	13
<b>2 Noen hovedpunkter i kunnskapen om miljøvennlige vegdekker .....</b>	<b>15</b>
2.1 <i>Støy</i> .....	15
2.2 <i>Støv</i> .....	17
<b>3 Aktuelle typer støysvake vegdekker .....</b>	<b>18</b>
3.1 <i>Tynne dekker / tynndekker</i> .....	18
3.2 <i>Ettlags drengasfalt</i> .....	22
3.3 <i>Tolags drengasfalt</i> .....	22
<b>4 Vegdekker som gir minst mulig støv .....</b>	<b>24</b>
<b>5 Grunnlag for valg av miljøvennlige vegdekker .....</b>	<b>25</b>
<b>6 Krav til støysvake vegdekker .....</b>	<b>30</b>
6.1 <i>Generelt</i> .....	30
6.2 <i>Støydempende egenskaper</i> .....	31
6.3 <i>Friksjonsegenskaper</i> .....	32
6.4 <i>Funksjonell dekkelevetid</i> .....	32
<b>7 Krav til asfaltmassene .....</b>	<b>33</b>
7.1 <i>Massenes sammensetning</i> .....	33
7.2 <i>Bindemiddel</i> .....	33
7.3 <i>Steinmaterialer</i> .....	33
7.4 <i>Gjenvinning av asfalt</i> .....	34
7.4.1 <i>Resirkulert asfalt i slitelaget</i> .....	35
7.4.2 <i>Asfaltens egnethet for fremtidig gjenvinning</i> .....	35
7.5 <i>Øvrige miljøforhold</i> .....	35
7.6 <i>Dokumentasjon av massens egenskaper</i> .....	36
7.7 <i>Krav til utførelsen</i> .....	37
<b>8 Standardisering.....</b>	<b>38</b>
<b>9 Etablering av kalibreringsstrekninger .....</b>	<b>39</b>
<b>10 Områder hvor fortsatt arbeid er påkrevet.....</b>	<b>40</b>
<b>Litteratur .....</b>	<b>42</b>

## Sammendrag

Vegtrafikk er hovedkilde både til støyplager og høye svevestøvnivåer i norske byer og tettsteder. Regjeringen har i Stortingsmelding nr. 25 (2002-2003) og nr. 26 (2006-2007) satt ambisiøse mål for reduksjon av både støy- og støvplagene, og ønsker å sette fokus på kilderettede tiltak. På denne bakgrunn ble det i 2004 vedtatt å gjennomføre et 4-årig FoU-prosjekt ved Teknologidivisjonen i Vegdirektoratet med tittel ”Miljøvennlige vegdekker”. Hovedhensikten med prosjektet har vært å fremskaffe ny kunnskap om hva som er mulig å oppnå av miljøgevinst ved optimalisering av vegdekkenes miljøegenskaper. Ønsket effekt er:

- **Færre støyplagede langs norske veger og gater**
- **Bedre luftkvalitet i tettbygde strøk**

Kompetanseoppbygging er nødvendig både som beslutningsgrunnlag og for å bli i stand til å finne løsninger og skape utvikling innenfor disse to områdene. Kunnskap er også nødvendig for å nyttiggjøre seg de prosjekter som utføres innenfor dette området i utlandet, og bli i stand til å overføre dette til norske forhold på en fornuftig måte.

### Støy

Statens vegvesen anskaffet våren 2005 en CPX<sup>1</sup>-tilhenger for kartlegging av støyegenskapene til et stort utvalg ordinære norske vegdekker og på forsøksdekkene i prosjektet. Resultatet av noen av disse målingene er oppsummert i tabellen nedenfor.

Dekketype	Gjennomsnittlig støynivå dB(A), CPX-målinger			
	50 km/t		80 km/t	
	Nylagt	Slitt (1-7 år)	Nylagt	Slitt (1-7 år)
<b>Referansenivå</b>		<b>93</b>		<b>100</b>
Ab6	88	91	94	97.5
Ab8	88.5	91.5	95	98.5
Ab11	90	92	97	99
Ab16	91	93	99	101.5
Ska6	88	91	94.5	97.5
Ska8	89	91.5	96	99
Ska11	92	93	98	100
Ska16	92.5	93.5	99	100.5
Agb11 <sup>2)</sup>	90	92	97	99
T8 (Tynndekke)	89.5	92.5	96.5 <sup>2)</sup>	98.5 <sup>2)</sup>
Drens –ettlags Da8	87	91	92	97
	Da11	89	91	94
Drens –tolags Da8 <sup>1)</sup>	86.5	90	91.5	97
	Da11 <sup>1)</sup>	88.5	90	94

1) For slitte dekker er dataene kun basert på 2 år gamle dekker

2) Estimerte data

Tabell 1. Normaliserte verdier for vegdekkers støyegenskaper dB(A) målt ved CPX

Som referansedekke for støymålingene har man valgt skjelettasfalt Ska 11 med en alder mer enn ett år. Ska 11 er den dekketypen som i Norge er mest vanlig på veger med stor trafikk hvor trafikkstøy er et problem. En presisering av at alderen skal være mer enn ett år, er gjort for å være sikker på at dekket har vært gjennom minst én

<sup>1</sup> CPX, The close-proximity method: ISO/CD 11819-2: Acoustics- Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise.

piggdekk sesong. Basert på målinger med et referansedekk A, Avon ZV1, som representerer støy fra personbiler, og måleverdier korrigert til en standard temperatur på 20°C, får man referansenivåene:

- 50 km/t: 93 dB(A)
- 80 km/t: 100 dB(A)

### **Støv**

Innledende feltundersøkelser viser at svevestøv i hovedsak (80-90 %) består av mineralpartikler fra vegdekket. En så også at det var en klar sammenheng mellom piggdekkslitasje og svevestøvproduksjon. I arbeidet med å komme frem til mest mulig miljøvennlige vegdekker med hensyn på støy har man hatt fokus på hvilke faktorer som påvirker slitasje og derav svevestøvproduksjon.

Slitasjetester i ringbane viste at kjørehastigheten har stor betydning for svevestøvproduksjonen, og at det er lineær sammenheng mellom piggdekkandel og støvkonsentrasjon.

Gjennom analyse av resultater fra slitasjetesting i laboratoriet er det funnet at svevestøvproduksjon hos tette dekketyper først og fremst avhenger av steinkvalitet uttrykt ved kulemølleverdi og mengde stein > 2 mm. For å opprettholde god slitestyrke hos mer finkornige asfaltmasser er det derfor viktig å ha fokus på disse to materialparameterne.

Når det gjelder bruk av polymermodifisert bindemiddel viser forsøkene at enkelte polymertilsetninger kan bidra til mindre svevestøv.

### **Drift og vedlikehold**

Det er målt gjennomgående god friksjon på alle dekketyper testet i felt. Det er ikke grunnlag for si at finkornige, tette dekker eller porøse dekker har dårligere friksjon enn ordinære norske dekker. Porøse dekker drenerer bort vann effektivt og minker faren for redusert sikt og friksjon pga sølesprut. Denne effekten vil imidlertid avta over tid etter hvert som poresystemet tettes.

Vinterdrift av porøse dekker kan normalt gjennomføres med samme opplegg og metoder som for vanlige tette dekker. En positiv observasjon er at porøse dekker ser ut til å holde bedre på saltkorn enn ordinære tette dekker, og dermed vil varigheten av et salttiltak øke. Bruk av strøsand må imidlertid unngås fordi dette vil bidra til raskere tetting av porene.

Forsøk med rensing av porøse dekker gav liten eller ingen effekt verken på støyeigenschaften, permeabilitet eller friksjon.

### **Nytte-kostnadsanalyser**

De støyeigenschaften som er vist i Tabell 1, er en sentral del av grunnlaget i en modell for analyse av nytte/kostnad for forskjellige typer tiltak for å redusere vegtrafikkstøy. Analysene er utført av Transportøkonomisk institutt. I tillegg til støy er det i modellen lagt inn miljøkostnader for støy generert av vegtrafikken. Modellen inkluderer også partikkelutslipp fra biltrafikkens eksos, men dette er satt uavhengig av dekketypen.

Tabell 2 viser noen av de forutsetninger som er lagt inn i regnemodellen med hensyn til gjennomsnittlig dekkelevetid og støyreduksjon i forhold til referansen Ska 11.

Dekketype	Teknisk dekkelevetid, år		Støyreduksjon for nylagt dekke, dB	Endring i støyreduksjon over teknisk levetid, dB	Korreksjonsfaktor for partikkelutslipp
	ÅDT 7500	ÅDT 12500			
Referanse Ska 11	8,5	6,5	-		-
Ab11	8,0	6,0	1	1	1,05
Ab 8	7,5	5,5	3	1,5	1,2
Ab 6	7,0	5,0	4	2,5	1,4
Støysvakt tynndekke T 8	8,0	6,0	2	1	1,0
Støysvakt tynndekke T 8x <sup>1)</sup>	8,0	6,0	4	2,5	1,0
Ettlags Da 11	5,0	4,0	4	3	1,0
Tolags Da 11/Da 16	5,0	4,0	5	3,5	1,0
Tolags Da 8/Da 16	4,0	3,0	7	4,5	0,85
Tolags Da 11x <sup>1)</sup> /Da 16	5,0	4,0	6	4,5	0,75

1) Antatt beste potensiale

Tabell 2. Dekkelevetid og støyreduksjon for vegdekker i nyttekostnadsanalysen

Tabell 3 nedenfor angir det minste antall boliger utsatt for støy pr km veg som gir en nyttekostnadsbrøk lik eller større enn 2,0 ved å gå over til mer støysvake vegdekker sammenliknet med Ska 11. En nyttekostnadsbrøk på 2,0 er valgt for å få et robust uttrykk som gir en positiv netto nytte selv om beregningsforutsetningene gjengitt i tabell 2, skulle være noe mer ugunstige for den beregnede netto nytte enn de som inngår i beregningsgrunnlaget.

Dekketype	ÅDT = 7500 to kjørefelt	ÅDT = 12 500 fire kjørefelt
Ab11 <sup>1)</sup>	-	-
Ab 8 <sup>1)</sup>	-	-
Ab 6 <sup>1)</sup>	-	-
Støysvakt tynndekke T 8	33	97
Støysvakt tynndekke T 8x <sup>2)</sup>	13	42
Ettlags Da 11	125	326
Tolags Da 11/Da 16	328	825
Tolags Da 8/Da 16	255	614
Tolags Da 11 <sup>2)</sup> /Da 16	125	325

1) Nyttekostnadsbrøk  $\geq 2,0$  ble ikke oppnådd for Ab-dekkene pga for høyt partikkelutslipp

2) Antatt beste potensiale

Tabell 3. Minimum antall berørte boliger pr km veg for å oppnå nyttekostnadsbrøk lik 2,0 eller større, 70 km/t

Resultatene indikerer at dekketyper som har kostnader og levetid som skiller seg relativt lite fra referansen, og som samtidig gir en begrenset støyreduksjon uten å gi mer svevestøv, representerer den mest robuste løsningen mht å oppnå positiv nettonytte og nyttekostnadsbrøk  $\geq 2$ . Tynndekker, T8 og T8x (beste potensial), kommer best ut i analysen. Videre viser resultatene at drengasfalt kan være økonomisk lønnsom på tofelts veger med relativt mange støyutsatte boligenheter (over ca. 100 pr. km), forutsatt god slitestyrke.

Konsekvensanalysene omfatter både punkttestimat og følsomhetsanalyser av netto nytte og nyttekostnadsbrøk ved omlegging til mer støysvakt vegdekke.



### Anvendelse av miljøvennlige vegdekker

Å fremskaffe ny kunnskap om hva som er mulig å oppnå av miljøgevinst ved optimalisering av vegdekkenes miljøegenskaper, er ett av flere aktuelle virkemidler for å nå de nasjonale målsetninger med hensyn på reduksjon av støy- og støvplager.

Av andre kilderettede tiltak kan det for eksempel nevnes at hastighetsreduksjon er svært effektivt for reduksjon av både støy og svevestøv. Dette er bekreftet gjennom arbeidet i etatsprosjektet Miljøvennlige vegdekker. Videre har prosjektet dokumentert at svevestøvet på de mest kritiske dagene med tørt vintervær består av 80-90 % mineralpartikler fra piggdekkslitasje. Det vil si at ytterligere restriksjoner på piggdekkbruk er et meget effektivt virkemiddel mot overskridelser av grensen for PM10-nivå i norske byer.

Når det gjelder potensial for reduksjon av støy- og støvplager gjennom rene dekketiltak har prosjektet vist at:

- Støynivå på nylagte miljøvennlige dekker ligger 3-9 dB(A) lavere enn referansen (Skjelettasfalt Ska11, eldre enn ett år)
- Støyreducerende effekt avtar relativt raskt for alle typer dekker som er undersøkt. Årlig økning i støynivå målt på norske vegdekker ligger vesentlig høyere enn hva som er rapportert fra en rekke andre land. Det er naturlig å forklare dette forholdet ved piggdekkslitasjen og dens påvirkning på vegdekkenes overflatetekstur.
- Det er vanskelig å utvikle mer slitesterke dekker enn hva vi har i dag, uten av det går ut over andre viktige egenskaper som deformasjonsmotstand og friksjon. Det er imidlertid mulig å opprettholde slitestyrke på mer støysvake dekkealternativ gjennom krav til materialkvalitet og sammensetning.

Et forslag til kriterium for valg av miljøvennlige vegdekker er vist i tabell 4 nedenfor. Dette forslaget er basert på nytte-kostnadsberegningene og på en forutsetning om at det i hver boenhet i gjennomsnitt er bosatt to personer. Tabellen er basert på de nytte-kostnadsberegninger som er omtalt ovenfor. Det er videre forutsatt at de lokale forholdene ligger til rette for de forslag som er angitt.

Kriterier for valg	Dekker med D ≤ 8 inkl. tynndekker	Drensasfalt	
		Ettlag	Tolag
Hastighetsnivå (km/t)	40 – 80	≥ 70	≥ 70
Andel piggfrie dekk (%)	0 - 100	> 70	> 70
<u>Tofelts veger</u>			
ÅDT	> 3000	> 5000	> 5000
Støyutsatte boenheter pr km	> 30	> 100	> 200
<u>Firefelts veger</u>			
Støyutsatte boenheter pr km	> 100	> 300	> 600
Andre forutsetninger	Ingen	Plant underlag og god drenering	Plant underlag og god drenering

Tabell 4. Forslag til kriterier for valg av miljøvennlige vegdekker

Tynndekker er den dekketypen som kommer best ut i nyttekostnadsanalysen. Dette skyldes at det i beregningene er forutsatt å være et relativt rimelig alternativ med en viss støyreduksjon og tilfredsstillende slitestyrke. Utenlandske erfaringer tilsier

dessuten at det er potensial for større støyreduksjon enn hva som er målt på de norske forsøksdekkene.

Tette dekker (Ab og Ska) med øvre siktstørrelse 8 mm eller mindre er også gunstige med hensyn på støyreduksjon, men oppnår ikke like høy nytte-kostnadsbrøk som tynndekker pga. høyere partikkelutslipp. Laboratorieforsøk har imidlertid vist at motstanden mot piggdekksslitasje kan forbedres ved fokus på god steinkvalitet og mengde stein > 2 mm i asfaltmassen.

På grunn av begrenset erfaring bør man foreløpig være noe forsiktig med å anvende porøse dekker på norske veier. Man ser også at sammenlignbare land som for eksempel Danmark og Sveits heller ikke har tatt i bruk drensasfalt i vesentlig grad. Dette er land som har drevet forskning og utprøving av porøse dekker i større omfang enn oss, og som dessuten har bedre forutsetninger for å kunne lykkes med slike dekketyper. Et annet forhold som taler mot anvendelse av porøse dekker i Norge er at omfanget vil bli for lite til å bygge opp nødvendig kompetanse hos entreprenørene for å sikre god håndverksmessig utførelse.

Som en del av grunnlaget for å sikre gode forhold for omgivelsene med hensyn på trafikkstøy, er det viktig også å se på andre forhold enn valg av dekketype. Analyser av tekstur viser at en hyppigere dekkefornyelse i seg selv er gunstig for vegdekkets støyegenskaper. Det er i tillegg viktig å unngå lokale uregelmessigheter i vegdekk-overflaten i form av høydesprang ved brufuger, kumløkk o.l. samt å medvirke til minst mulig uregelmessigheter i trafikkflyten som øker motorstøyen fra tunge kjøretøy.

### **Krav til materialer og utførelse**

For til en viss grad å kompensere for økt piggdekksslitasje og kortere funksjonell dekkelevetid for asfaltmasser med øvre siktstørrelse 8 mm eller mindre, bør kravene til steinmaterialenes slitestyrke i disse massene økes hvor forholdene ligger til rette for det. Strengere krav vurderes ut fra lokale forhold med hensyn til merkostnadene og de miljømessige konsekvenser dette kan ha, f.eks. som en følge av lengre transport av steinmaterialene.

I tråd med kravene til tradisjonell asfalt bør det være krav om at massene i miljøvennlige vegdekker er egnet for fremtidig gjenvinning. For de dekketyper som har vært sentrale i etatsprosjektet, representerer dette ikke et problem av betydning, men det er f.eks. mulig at gjenvinningskravet kan være begrensende for en fremtidig anvendelse av asfaltdekker som inneholder gummigranulat eller andre spesielle tilsetningsstoffer.

For miljøvennlige tynndekker bør det utarbeides tilbudsregler og kontraktsgrunnlag som åpner for anvendelse av proprietære dekketyper, det vil si dekker hvor deler av asfaltens sammensetning og/eller utførelse er asfaltentreprenørens eiendom (patentbeskyttet).

For tradisjonelle asfaltdekker med  $D \leq 8$  mm, som normalt legges ut i lagtykkelse på 30 mm og mindre, bør det utarbeides egne krav til utførelsen. Tradisjonelle krav til komprimeringen gjennom krav til hulrom til borkjerner, kan for slike dekker normalt ikke måles med en tilfredsstillende nøyaktighet.

En eventuell anvendelse av porøse støysvake vegdekker vil kreve at det er et visst volum på de asfaltkontrakter som årlig utlyses slik at det er mulig for både byggherre og entreprenør å utvikle og vedlikeholde den spesialkompetanse som er nødvendig for å sikre tilfredsstillende resultater for denne type arbeider.

Arbeidet med å komme frem til asfaltmassens optimale sammensetning må videreføres. Dette omfatter steinmaterialenes egenskaper, valg av type og grad av modifisert bindemiddel, massens bindemiddelinnhold og evt. tilsetningsstoffer, krav til hulrom etc.

### **Andre utfordringer**

Dersom porøse støysvake vegdekker kommer til anvendelse, bør man sikre en utvidet tilstandsoppfølging som omfatter utviklingen med hensyn til steinslipp og andre overflateskader. En slik utvidelse kan sannsynligvis baseres på analyser av detaljer i vegdekkets overflatetekstur.

Det anbefales å videreføre den kontakt som er etablert med de fagmiljøer som arbeider med klassifisering av vegdekker med hensyn til støydempende egenskaper. Nært tilknyttet disse utfordringene finner man også behovet for et internasjonalt samarbeid om etablering og drift av strekninger for kalibrering av CPX-målere.

# 1 Bakgrunn

## 1.1 Formål

Dette dokumentet har som mål å være et dokument til støtte ved etablering av en strategi for anvendelse av miljøvennlige vegdekker i Norge. Notatet bygger på den viten som er etablert gjennom forsøksvirksomhet under Vegdirektoratets etatsprosjekt ”Miljøvennlige vegdekker” som har pågått i tiden 2004 – 2008. Denne viten er koblet opp mot den generelle kunnskap om dekkevedlikehold i Norge, samt den informasjon som internasjonalt har vært tilgjengelig fra tilsvarende prosjekter i en rekke andre land, og ikke minst gjennom flernasjonale samarbeidsprosjekter som SILVIA, SILENCE, Harmonise etc.

## 1.2 Støy

Stortingsmelding nr 25 (2002-2003) om Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand hadde som resultatmål for reduksjon av støy angitt at ” *Støyplagen skal reduseres med 25 prosent innen 2010 i forhold til 1999*”. Dette målet er i Stortingsmelding nr 26 (2006 – 2007) redusert til 10 prosents reduksjon innen 2020 i forhold til 1999. Antall personer utsatt for over 38 dB innendørs støy nivå skal reduseres med 30 prosent innen 2020 i forhold til 2005.

### **Stortingsmelding nr 26 (2006 – 2007)**

Det meste av teksten i avsnittene nedenfor er hentet fra Stortingsmelding nr 26 (2006 – 2007). Sitatene er vist som skrift i kursiv.

Endringen i resultatmålet for støy er et resultat av den evaluering av målet som var varslet i Stortingsmelding nr 8 (1999 – 2000). Det presiseres at reduksjonen er gjort ut fra en erkjennelse om at utviklingen av tiltakene ikke vil kunne gjennomføres på så kort sikt som opprinnelig antatt. Også det nye målet ansees ambisiøst og *forutsetter en betydelig styrket innsats nasjonalt og en betydelig utvikling internasjonalt.*

*En slik ambisiøs målsetting krever tiltak som i vesentlig omfang reduserer støyen ved kilden. Tiltak som reduserer støyen ved kilden gir effekt for flere støyutsatte til langt lavere kostnader enn tiltak som fasadeisolering og støyskjerming.*

### Støysvake vegdekker

*Potensialet for støyreduksjon ved kilden ved økt bruk av støysvake vegdekker er betydelig. Vi mangler imidlertid erfaringsgrunnlag i Norge for å bedømme bestandighet og varighet av støysvake vegdekker, og støyeffekten av vegdekkene. I Norden har vi også utfordringer knyttet til blant annet frostsprengning og drenering av drengasfalt, samt gjentetting av porene på grunn av asfaltstøv fra piggdekkbruk. Regjeringen vil derfor øke satsingen på utvikling og utprøving av støysvake vegdekker ved å videreføre og styrke prosjektet «miljøvennlige vegdekker». Regjeringen vil også delta i internasjonalt samarbeid om FoU på tynndekker og vegbanetekstur og i internasjonalt samarbeid om utvikling, utprøving og vurdering av andre typer støysvake vegdekker. Videre tar regjeringen sikte på at det skal legges støysvake vegdekker på et utvalg støybelastede strekninger. Dette forutsetter at FoU-arbeidet gir tilfredsstillende resultater mht vegdekkenes egenskaper og samfunnsøkonomisk lønnsomhet.*

### Fart

*En reduksjon av gjennomsnittsfarten på 5–10 km/t kan redusere støynivåene med 1–2 dB, avhengig av tungtrafikkandelen. Dette er et lite kostnadskrevenne tiltak som også gir lavere partikkelutslipp til luft, bedre framkommelighet for gående og syklende, og færre og mindre alvorlige ulykker. Regjeringen vil derfor vurdere å sette ned fartsgrensene til 30 og 40 km/t på et utvalg veger i byer og tettbygde strøk, vurdere mer bruk av fartsgrense 60 km/t på enkelte innfartsårer til de største byene og fremme utvikling og bruk av teknikker som gjør at fartsgrensene i større grad overholdes.*

### Høyere piggfriandel

*Økt piggfriandel vil gi redusert støy. Høyere piggfriandel gir også mindre vegdekkelitasje og mindre tiltetting av drengsfalt, og gir dermed bedre mulighet for å bruke mer støysvake vegdekker. Regjeringen vil arbeide for høyere piggfriandel i byene gjennom å vurdere virkemidler som fremmer høyere piggfriandel og å påvirke kommunene til å benytte virkemidler som fremmer høyere piggfriandel, for eksempel piggdekkavgift.*

### **Forurensningsforskriften**

Ifølge Forurensningsforskriften (FOR-2004-06-01-931) kapittel 5, er det krav om tiltak dersom gjennomsnittlige støynivået innendørs overskrider  $L_{ekv,24h}$  42 dB(A).

Forurensningsforskriften pålegger også anleggseier å kartlegge utendørs støy fra de mest trafikkerte vegene/flyplassene/togstrekningene, samt å utarbeide handlingsplaner for å redusere støy i disse områdene. For vegtrafikkstøy gjaldt dette veger med årsdøgntrafikk på 16 400 eller mer i første fase (2007/2008), og i andre fase (2011/2012) gjelder dette veger med årsdøgntrafikk på 8 200 eller mer.

I forskriftens vedlegg 3 er det blant annet gitt eksempler på tiltak for å redusere støyulempene, hvorav støysvake vegdekker kan betraktes som ett av flere aktuelle ”tekniske tiltak ved støykilder”.

### **1.3 Støv/partikkelutslipp**

Stortingsmelding nr 25 (2002-2003) om Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand har som ett av fire nasjonale resultatmål for lokal luftkvalitet angitt at *Døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv ( $PM_{10}$ ) skal innen 2005 ikke overskride  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i mer enn 25 dager pr. år og innen 2010 ikke mer enn 7 dager pr. år.* Dette målet ligger over Forurensningsforskriftens krav som er satt til maksimalt 35 dager pr år innen 1. januar 2005 med døgnmiddelkonsentrasjon på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $PM_{10}$ ) eller mer.

Målet i Stortingsmelding nr 25 er gjentatt i Stortingsmelding nr 26 (2006-2007) om ”Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand”. I denne er det videre presisert følgende:

*De nasjonale målene for luftkvalitet gjelder for hele landet. Det er i 2005 gjort beregninger av luftkvaliteten i Oslo og Trondheim. Beregningene viser at de nasjonale resultatmålene for svevestøv ( $PM_{10}$ ) og benzen overskrides. Målinger fra andre byer viser også overskridelser av målet for  $PM_{10}$ . Det er angitt at det kan bli vanskelig å overholde målet i 2010.*

Gjennomførte eller planlagte tiltak for å overholde forurensningsforskriftens krav til luftkvalitet vil bidra til bedre luftkvalitet i byene. For å nå det nasjonale målet for svevestøv i 2010 må det imidlertid iverksettes ytterligere tiltak.

*Beregninger for Oslo viser at over 230 000 mennesker (ca. 46 prosent av befolkningen) bor i områder som utsettes for overskridelser av det nasjonale målet for svevestøv for 2010. Beregningene viser at hovedkildene til overskridelsene er vedfyring og veitrafikk. Veinært bidrar veitrafikk med 73 prosent av konsentrasjonsnivået, vedfyring med 15 prosent, og langtransportert svevestøv med 10 prosent. Siden 2003 har veitrafikkens andel økt med tre prosent og langtransportbidraget gått ned med tre prosent.*

*For Trondheim viser beregninger for 2005 at mer enn 20 000 personer bor i områder som utsettes for konsentrasjoner over nasjonalt mål for 2010. Selv om framskrivninger viser reduksjon av svevestøvkonsentrasjoner, vil det bli vanskelig å nå det nasjonale målet for svevestøv i 2010 uten ytterligere tiltak eller at styrken i de eksisterende tiltakene økes. De fleste som blir utsatt for overskridelser av det nasjonale målet i 2010 vil først og fremst være bosatt i sentrumsnære byområder og langs de mest trafikkerte hovedveiene.*

#### Øke piggfriandelen

*Økt andel piggfrie vinterdekk er et svært effektivt tiltak for å redusere asfaltslitasje, og det har også effekt på støynivået. Innføring av piggdekkavgift er et av virkemidlene kommunene kan ta i bruk for å redusere svevestøvkonsentrasjoner.*

*Piggdekkavgiften har vært effektiv og ført til reduksjon av svevestøv fra vegtrafikken i Oslo, Trondheim og Bergen. I 2006 kjørte henholdsvis 81 og 65 prosent av bilene i Oslo og Trondheim med piggfrie dekk. Det er beregnet at antall personer som utsettes for overskridelser over nasjonale mål for svevestøv vil bli redusert med henholdsvis 72 og 59 prosent fra 2005 til 2010 dersom piggfriandelen i Oslo og Trondheim økes til henholdsvis 85 og 75 prosent. Oslo kommune har et mål om 90 prosent piggfriandel.*

*Statens forurensningstilsyn har vurdert at det nasjonale målet for PM10 for 2010 kan nås flere steder hvis piggdekkbruken reduseres til et minimum i kombinasjon med andre tiltak. Effektene på piggdekkstøv og trafiksikkerhet må imidlertid vurderes nærmere før det oppfordres til en høyere piggfriandel enn 90 prosent og før eventuelle nye virkemidler tas i bruk.*

#### Kjørerestriksjoner

Det er ikke naturlig å knytte kjørerestriksjoner direkte til miljøvennlige vegdekker, men det kan være et viktig tiltak for å redusere den totale miljøbelastningen. I Danmark ble de første miljøsonene innført 1.8.2008 i København og Frederiksberg (Ref 9). I miljøsonene er det forbud mot kjøring med dieseldrevne tunge kjøretøy (lastebiler og busser med tillatt totalvekt over 3,5 tonn). Det gis tillatelse til kjøring med dieseldrevne tunge kjøretøy som oppfyller kravene til Euro 4, evt er utrustet med partikkelfiltre. Frem til 1.7.2010 tillates også tunge kjøretøy godkjent i Euro 3.

I Norge har Statens vegvesen i 2008 lagt grunnlaget for at det kan innføres lavutslippssoner i blant annet Oslo, Bergen og Trondheim. Konseptet går ut på at kommuner med større byområder kan innføre en ny miljøavgift for dieseldrevne biler over 3,5 tonn. Oslo, Bergen og Trondheim har alle hatt en sterk økning i lokal forurensning av nitrogenoksid fra bileksos de siste årene. Målinger viser at forurensningen ligger godt over grenseverdiene, 20 prosent i Oslo og Bergen, samt 50

prosent i Trondheim. Det gir et nivå som er i strid med lovverket og internasjonale forpliktelser.

Målet med lavutslippssonene er å få en raskere utskiftning av bilparken. Dersom de nye sonene blir innført fra sommeren 2010, vil trolig forurensningsnivået i Oslo og Bergen komme under grenseverdiene for nitrogendioksid før 2013, mens Trondheim vil kunne oppnå samme nivå før 2015.

#### Hastighetsreduksjon

*Samferdselsmyndighetene har igangsatt forsøk med hastighetsreduksjoner på strekninger i Oslo med høy svevestøvforurensning. Dette har vist seg å være et svært effektivt tiltak. Vurderinger viser at en reduksjon av hastighet til maks. 60 km/t på alle veier som i dag har høyere fartsgrense vil gi et vesentlig utslag på antall eksponerte for svevestøv, spesielt i Oslo. Regjeringen vil derfor vurdere om hastighetsreduksjon er et tiltak som kan gjennomføres på flere strekninger og i flere byer.*

Rapporten fra forsøkene på Rv 4 i 2004/05, (ref. 39) viser at trafikken hadde en gjennomsnittlig døgnhastighet før og etter innfør ingen var henholdsvis 77 og 67 km/t, en reduksjon på 10 km/t. Med hensyn på støvbelastningen var nedgangen i gjennomsnittlig PM<sub>10</sub> var i størrelsesorden 35% etter korreksjoner for innvirkningene av endringer i vind- og temperaturforhold, samt endringer i trafikkmengde og piggdekkbruk. Det var 40 – 45% færre timeverdier med PM<sub>10</sub> over 100 µg/m<sup>3</sup>. Endringene i PM<sub>2,5</sub> var ubetydelig.

#### Vinterdrift

*God vinterdrift av veier er viktig for å gi god effekt av tiltak, slik som redusert hastighet og bruk av piggfrie dekk. Dette er både statlige og lokale aktører ansvarlig for. Regjeringen vil utvikle bedre rutiner og metoder for vinterdrift for å legge til rette for bruk av piggfrie dekk.*

#### Mer slitesterke asfaltdekker

Resultatene fra feltforsøk og ringbaneforsøk er samstemte med hensyn til relasjonen mellom vegdekkenes slitasje og støvmengden i luften. Et dekketiltak for å redusere støvmengden vil dermed være å benytte vegdekker som er mest mulig motstandsdyktige mot piggdekksslitasje. Dersom miljøkonsekvensene tas med i kostnadsanalysene ved valg av dekketype, kan det være samfunnsøkonomisk lønnsomt å anvende slitesterke dekketyper selv om vegholders dekketkostnader isolert sett skulle øke. Forholdene vil imidlertid variere fra situasjon til situasjon, slik at man skal være varsom med å trekke generelle konklusjoner med hensyn til hva som totalt sett er det optimale.

Med hensyn til hvor grove asfaltdekker en ønsker å legge, kan det være en konflikt mellom kravet til et vegdekke med gunstigst mulig støyegenskaper og med gunstigst mulig egenskaper mht. støvproduksjon vinterstid. Grove asfaltdekker, som f.eks. Ska 16 kan være gunstig mht. slitasje og støvproduksjon, mens de er svært lite gunstige mht. støy.

## **1.4 Friksjon**

Vegdekkenes friksjonsforhold vil alltid være en viktig del av vegdekkenes funksjonsegenskaper, spesielt rettet mot trafikksikkerhet. Kravene til friksjon er som regel angitt som et minimumsnivå relatert til en nærmere angitt hastighet og en

bestemt målemetode. Det er relativt vanlig å ha ett sett av krav knyttet til bar, våt veg og andre krav til vinterforhold, som regel angitt som minsteverdier som utløser friksjonsforbedrende tiltak.

Med hensyn på trafikksikkerhet må man også legge betydelig vekt på en del forhold knyttet til tiltak for å holde variasjonene i vegdekkets friksjonsegenskaper så små som mulig.

- Friksjonen mellom bildekk og vegdekker vil normalt være avhengig av hastigheten. Av den grunn kan man i en del situasjoner se en angivelse av maksimalt tillatte differanser mellom friksjonsverdier ved 60 km/t og 80 km/t, evt. angitt ved en enda høyere hastighet. Dette gjelder først og fremst for finkornige dekker.
- Like viktig som friksjonsverdiens absoluttnivå er det å påse at friksjonen varierer minst mulig i vegens lengderetning, med spesiell vekt på å unngå endringer som kommer overraskende på bilføreren eller motorsyklisten.
- Friksjonsforholdene vil ofte variere over tid. Det mest åpenbare i den sammenheng er variasjonene om vinteren som en følge av temperatur- endringer og nedbørsforhold. Også under sommerforhold kan man ha betydelige variasjoner. Risikoen for lav friksjon på nylagt asfalt er velkjent for de fleste. Ett annet forhold er dårlig friksjon den første tiden av under et regnvær etter en lang periode med tørt vær.

I tilknytning til miljøvennlige vegdekker vil det være en viktig oppgave å påse at kravene til gode støy- og støvegenskaper ikke har noen uheldig innvirkning på vegdekkenes friksjonsegenskaper. Noen mulige konflikter er kort gjengitt nedenfor.

Det er tidvis gitt uttrykk for en bekymring med hensyn til faren for at støysvake åpne dekker er ugunstige for friksjonsforholdene om vinteren. Det er angitt at porøse dekker krever mer og hyppigere salting, eller at de krever tiltak til andre tider enn ved tette dekker, noe som kan medføre saltingstiltak på feil tidspunkt for lokale strekninger med porøse dekker i områder som i det alt vesentlige består av tradisjonelle tette dekker.

En annen utfordring som også er knyttet til vinterforhold, er risikoen for at åpne dekker har varmeledningsevne og varmemagasinierende egenskaper som er forskjellig fra de tradisjonelle tette dekkene, og som dermed under ugunstige forhold kan føre til dannelsen av ishinner på steinoverflaten.

Et tredje forhold knyttet til vegdekkenes friksjonsegenskaper knyttes til anvendelsen av spesielt slitesterke steinmaterialer for å redusere piggdekkslitasjen og den støvproduksjon som følge av denne. Noen av de mest slitesterke steinmaterialene kan ha ugunstige poleringsegenskaper som fører til at dekkeoverflatens mikrostruktur blir dårligere over tid. Med en betydelig piggdekkslitasje har dette vært ansett som er relativt lite problem, men dette kan bli endret etter hvert som piggdekkkanvendelsen går ned.



## 2 Noen hovedpunkter i kunnskapen om miljøvennlige vegdekker

Avsnittene nedenfor gir en kort oversikt over de faktorer som er av størst betydning for utvikling av miljøvennlige vegdekker.

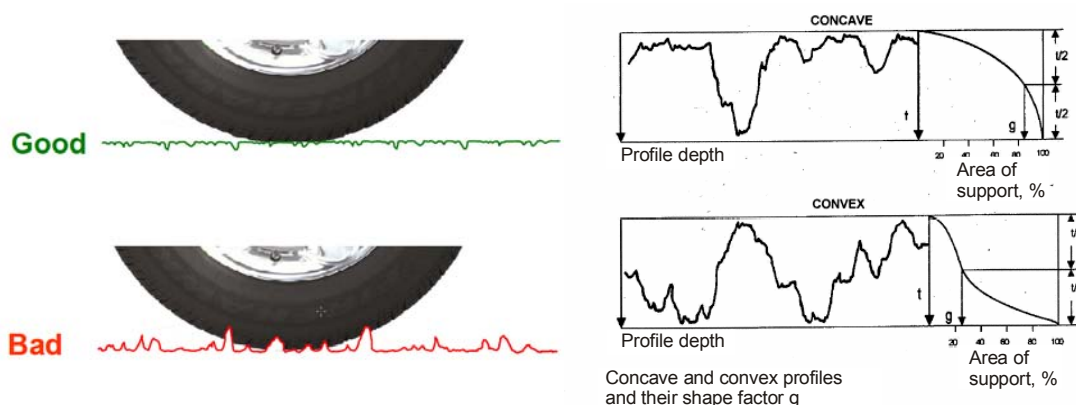
### 2.1 Støy

Et vegdekke med gode støyeegenskaper bør:

- ha en optimal overflatetekstur. En finkornig asfalt vil normalt være mer støysvak enn et grovt dekke, men også andre forhold er viktige. Det skiller mellom tekstur preget av oppstikkende steiner og en tekstur som fremstår som et slett dekke med fordypninger.
- være porøst. Et porøst dekke generelt være mer støysvakt enn et tett dekke. Full effekt av porøsiteten i dekket får man når hulrommet er minst 20%. Effekten kan beskrives gjennom to forhold.
  - Ved drenering av luft i kontaktflaten mellom bildekk og vegdekket vil lufttrykksgradienten reduseres.
  - Et åpent dekke vil være lydabsorberende og gunstig for reduksjonen av forplantningen av støy.
- være mykt. Et mykt dekke vil under de fleste forhold redusere genereringen av støy. Asfaltdekker med tilsetning av gummipulver eller gummigranulat kan være ett tiltak, porøelastiske dekker representerer den mest ytterliggående løsningen.

Vegdekkets overflatetekstur kan karakteriseres ved tre forskjellige uttrykk.

- **Midlere profildybde, MPD**, er et grovt uttrykk for overflatens ruhet. Stor overflateruhet er generelt ugunstig for generering av dekkstøy. Midlere profildybde bestemmes normalt ved lasermålinger etter en standardisert målemetode NS-EN ISO 13473-1. Tidligere var midlere teksturdybde, sandflekkmetoden, NS-EN 13036-1 mest vanlig.
- **G-faktoren (Gestalt-faktor)** er illustrert ved de to figurene nedenfor. Figuren er hentet fra ref. 12 og ref 35. En konkav overflate med høy G-faktor, slik vi ofte kjenner det igjen fra et nylagt asfaltdekke, er støymessig gunstig. En konveks overflate med lav G-faktor, slik vi kjenner det fra et vegdekke som er utsatt for noen års piggdekkslitasje, er støymessig ugunstig.



- **Frekvensfordelingen** er det tredje uttrykket for teksturens betydning for vegdekkets støyegenskaper. Det er først og fremst makroteksturen, bølgelengde fra 0,5 til 50 mm, som ansees som viktig for støyegenskapene. Bølgelengder i området 0,5 – 10 mm er normalt gunstig for vegdekkets støyegenskaper, bølgelengder i området 10 – 50 mm er normalt ugunstig. Også på dette området vil et asfaltdekke normalt ha en ugunstig utvikling over tid.

For norske forhold vil anvendelsen av støysvake vegdekker i betydelig grad være avhengig av at man klarer å oppnå tilfredsstillende dekkelevetider i forhold til asfaltdekker hvor hovedfokus er å oppnå lavest mulige årskostnader for vedlikehold av vegdekkene.

Både finkornige, tette masser og porøse dekker har et potensiale til å ha en akseptabel dekkelevetid, men dette er et område hvor det er et behov for en oppfølging av dekkenes tilstandsutvikling over lengre tid.

I begynnelsen av 1990-årene ble det lagt en del strekninger med drensasfalt, også drensasfalt hvor ett av målene var å få et dekke med gunstige støyegenskaper. Anvendelsen forsvant nesten helt fordi man fikk mange feilslag og dekker med uakseptabel kort dekkelevetid.

Man har i dag, 15-20 år seinere, bedre muligheter for å kunne få slitelag av drensasfalt med akseptable dekkelevetider. Man har bl.a. bedre kunnskaper om bruk av polymer-modifiserte bindemidler, både med hensyn til proporsjonering av massene og å få frem bindemidler med de ønskede egenskaper, samt selve produksjonen av denne type masser. I tillegg benyttes lettere pigger og færre pigger pr hjul, samt at andelen av biler med piggdekk er redusert i store deler av landet. Erfaringene fra bl.a. Nederland og Sveits har tydelig vist at godt håndverksmessig utførelse er helt avgjørende for funksjonsegenskapene og dekkelevetiden for porøse, støysvake vegdekker. Noen sentrale krav til utførelsen er derfor kort gjengitt i Kap 7.7.

Det er minst to forhold som gjør det nødvendig å være varsom med å trekke konklusjoner om dekkelevetiden for drensasfalt i Norge basert på en vurdering av tilstandsutviklingen over et begrenset antall år.

Tidligere års erfaringer viser at spormålinger bør suppleres med andre metoder for oppfølging av dekketilstanden. På IPG-seminaret<sup>2</sup> i Nederland i 2008 ble det presentert metoder for oppfølging av dekketilstanden (ref. 1). Funksjonell dekkelevetid for åpne dekker defineres ut fra en klassifisering av dekkene mht. steinslipp og andre overflateskader. En oppfølging av dekketilstanden kun basert på spor og jevnhet kan innebære en risiko for at dekket ”rakner” uten tydelig forvarsel.

Erfaringer fra utlandet viser at åpne dekker, både ettlags og tolags, vil på veier og gater med lav trafikkhastighet tettes relativt raskt slik at den støydempende effekt reduseres. Maskinell rengjøring med det utstyr som i dag er tilgjengelig, er relativt lite effektivt. Ved skiltet hastighet 80 km/t eller mer vil trafikken gi dekkene en selvrensende effekt slik at den støydempende effekt er mer varig.

<sup>2</sup> IPG, Innovatieprogramma geluid, the Noise Innovation Programme 2002-2007 initiert av Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Nederland

Det er grunn til å anta at kravene til steinmaterialer i finkornige masser på vegger med moderat trafikk må gjennomgås og skjerpes i forhold til dagens krav i håndbok 018 (ref 44).

90%-verdien for spordybde er den tilstandsparameter for vegdekker som hyppigst utløser krav om dekkefornyelse. Mange av tynndekkene har en tykkelse i størrelsesorden 12 - 18 mm og vil derfor bli gjennomslitt før nåværende vedlikeholdsstandard (Håndbok 111, ref 2) utløser dekketiltak. I gjeldende forslag til revidert vedlikeholdsstandard er det forslag om at utløsende spordybde (90%-verdi) reduseres fra 25 til 20 mm for vegger med ÅDT over 5000. Selv med denne reduksjonen må man regne med at deler av tynndekkene vil være gjennomslitt før kravet om dekketiltak blir utløst.

Publikums reaksjon på gjennomslitte asfaltdekker er jevnt over negativ. Trafikantene ser ut til å oppleve dekketilstanden dårligere enn tilstandsmålingene viser at den er, og bekymringsmeldinger fra publikum til Statens vegvesen øker når slitastjen på denne måten blir svært synlig. Selv om vedlikeholdsstandarden ikke inneholder krav om dekketiltak ved gjennomslitt slitelag, kan et gjennomslitt dekke medvirke til å fremskynde en dekkefornyelse.

## 2.2 Støv

Vår viten om vegdekkers og steinmaterialers slitestyrke overfor piggdekk er kommet tilstrekkelig langt til at slitastjen i liten grad skyldes at biter av steinene blir slått av. Piggdekkslitasjen er i hovedsak knyttet til en abrasjon av materiale fra steinoverflaten som igjen er en kilde til støvdannelsen, samt til en utriving av stein når den gjenværende del er liten nok.

### **Dette innebærer at anstrengelsene for å gjøre vegdekkene mer slitesterke mot piggdekk trekker i samme retning som tiltakene for å redusere støvulempene.**

Utviklingen mot mer slitesterke asfaltdekker har ført til økt bruk av finkornige, kvartsrike steinmaterialer. Dette kunne i teorien innebære en risiko for at det støvet man i dag har langs vegger med stor trafikk, er mer helsefarlig enn støvet fra piggdekkslitasje 30 til 40 år tilbake. Analyser av støv indikerer at støv fra kvartsdioritt, basalt, hornfels og jaspis, representerer spesielt potente støvtyper mht. å utløse betennelsesreaksjoner i lungevev, mens støv fra plagioklas har lavt potensiale (ref 11).

Tiltak som er aktuelle for å sikre god slitestyrke for de mer finkornige massene, vil være å sette kvalitetskrav (kulemølleverdi, Los Angeles verdi etc) til steinmaterialer ned til f.eks. 2 mm. Selv om man ikke alltid har funnet den optimale sammensetning for asfaltmassene med hensyn på minst mulig piggdekkslitasje, er det sannsynligvis andre tiltak som har større innvirkning på støvproblemene langs vegger med stor trafikk. Noen av tiltakene er omtalt i kap 1.3.

Blant de mest effektive tiltak for å redusere støvpåkjenningsene er fartsbegrensninger. Målingene fra ringbanen ved VTI (ref. 3) viser at redusert trafikkhastighet ned mot 30 km/t har stor effekt på generering av svevestøv.

### 3 Aktuelle typer støysvake vegdekker

I prinsippet foreligger det i skrivende stund tre hovedtyper asfaltdekker hvor utviklingen er kommet så langt at vegdekkene kan tas i ordinær bruk uten at man må betrakte valget som en del av en forsøksvirksomhet for utvikling av støysvake vegdekker. De tre hovedtypene er kort omtalt i avsnittene nedenfor.

#### 3.1 Tynne dekker / tynndekker

Man kan i prinsippet skille mellom tradisjonelle dekketyper med liten øvre siktstørrelse og en egen gruppe spesialdekker samlet under begrepet ”tynndekker”.

Tynndekker skiller seg fra tradisjonelle dekker ved to forhold:

- Det sprøytes ut et relativt tykt lag av bituminøst klebemiddel på underlaget før asfaltmassen legges ut. Klebemiddelet vil normalt bestå av bitumenemulsjon med polymermodifisert bindemiddel, PMBE.
- Asfaltmassen har et relativt åpent steinskjelett slik at klebemiddelet kan trenge opp i asfaltmassen og gi asfaltdekket en god forankring til underlaget samtidig som at asfaltmassen tettes med bindemiddel.

Tynndekker består av masser med øvre siktstørrelse på 4, 6, 8 eller 11 mm. I prinsippet kan man skille mellom flere varianter som både kostnadmessig, utførelsesmessig, og delvis funksjonsmessig er noe forskjellige.

Klebingen med polymermodifisert bitumenemulsjon er normalt i en tykkelse på 0,8 – 1,5 mm, mot ca 0,2 mm ved tradisjonell klebing. Dette innebærer at lastebilene som leverer asfalt til utleggermaskinen, ikke kan kjøre på klebet areal. Asfaltmassen må derfor legges ut med en spesialutlegger, evt. at en tradisjonell asfaltutlegger er utrustet med klebemiddeltank og tilleggsutstyr for utsprøyting av klebemiddel.

Tynndekker kan grovt inndeles i følgende hovedgrupper:

- Klebing med polymermodifisert bitumenemulsjon, tradisjonell bitumen i massen.
- Klebing med polymermodifisert bitumenemulsjon, polymermodifisert bitumen i massen.

Flere av de mest aktuelle tynndekkene er proprietære dekketyper, det vil si at dekkene er patentbeskyttet eller at den som har utviklet dekketypen ikke ønsker å frigi detaljopplysninger om massesammensetning, delmaterialer og/eller utførelsen.

Det er i flere sammenhenger benyttet følgende klassifisering av tynne vegdekker med hensyn til dekketykkelse (ref 33, 34):

Svært tynne dekker	dekketykkelse 20 – 30 mm
Ultratynne dekker	dekketykkelse 12 – 18 mm
Mikrobelegninger	dekketykkelse 6 – 12 mm

Blant svært tynne dekker finner man både tynndekker og tradisjonelle dekker. NS-EN 13108-2 er en standard for asfaltmassen til tynndekker lagt i tykkelse 20 – 30 mm.

De fleste ultratynne dekker i Norge, er proprietære dekketyper, hvorav Novachip sannsynligvis er den mest kjente. På steder hvor piggdekkslitasjen er en viktig

bidragsyter til sporutviklingen i vegdekkene, vil ultratynne dekker normal bli gjennomslitt lengde før vedlikeholdsstandarden utløser dekketiltak.

Mikrobelegninger benyttes en del i europeiske land. Dekketypen kan beskrives som en form for overflatebehandling med liten kornstørrelse slik at overflaten likner sandpapir. Som avstrøingsmateriale brukes både knuste steinmaterialer og industrielt fremstilte materialer avhengig av bruksområdet. De fleste mikrobelegninger er ikke basert på bitumen som bindemiddel. Mikrobelegninger er lite brukt i Norge.

Det engelske godkjenningssystemet HAPAS (the Highway Authorities Product Approval Scheme) under the British Board of Agrément, har pr 1.12.2008 i alt 67 produkter på sin liste over godkjente svært tynne og ultratynne vegdekker.

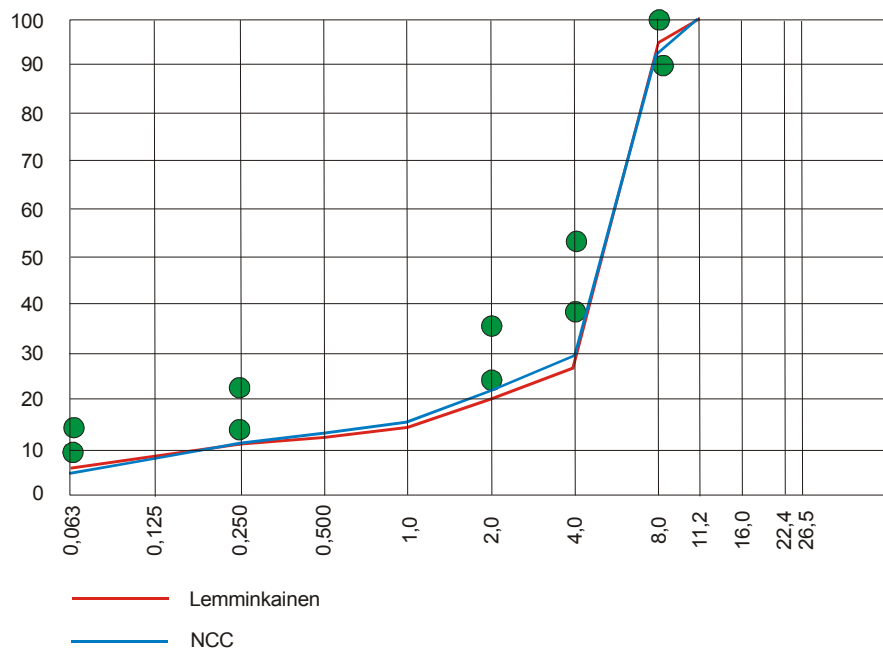
### Asfaltbetong

Dette må betraktes som en tradisjonell dekketype og hører således ikke under samlebegrepet tynndekker. Håndbok 018 inneholder beskrivelser av både Ab 4 og Ab 8.

### Skjelettasfalt

Begrepet skjelettasfalt har inntil nå vært benyttet om både om tradisjonelle tynne dekker og tynndekker. I figur 1 nedenfor er steinmaterialets korngradering fra forsøksdekkene på Rv 161 i Oslo (T8s fra Lemminkainen og NC 8 fra NCC) sammenliknet med grensekurvene for Ska 8 i håndbok 018. Grensekurvene for Ska 8 er angitt med grønne prikker.

Man ser at tynndekkene tydelig har en relativt åpen kornkurve, som er nødvendig for at det polymermodifiserte klebemiddelet skal trenge opp i massen uten risiko for blødning og instabilitet.

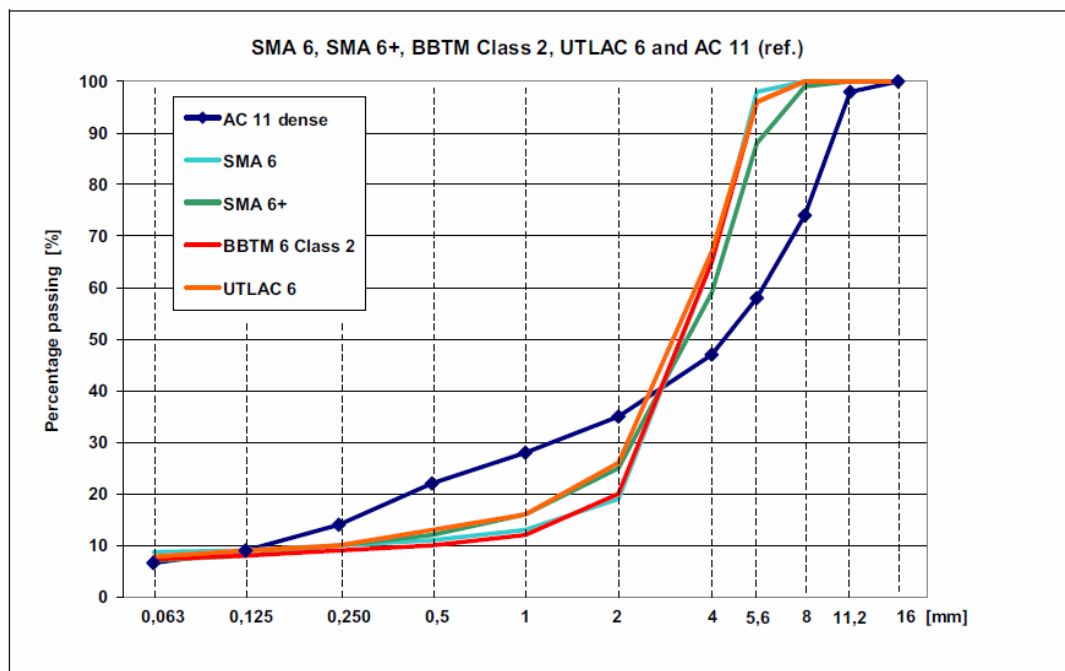


Figur 1. Tynndekker på Rv 161 i Oslo, Lemminkainen og NCC, sammenliknet med kravene til Ska 8 i HB 018 (grensekurver er angitt med grønne prikker)

Til tross for relativt like kornkurver (og samme mengde klebemiddel) er bindemiddelmengden i T8s fra Lemminkainen 5,50% og NC 8 fra NCC på 6,20%.

Steinmaterialenes densitet er relativt lik i de to massene. Begge oppgir voks som tilsetning i bindemiddelet.

Figur 2 og 3 er hentet fra DRI-DWW Thin Layer Project – Final Report, (ref 4). I disse figurene er kornkurvene fra dansk skjelettasfalt benyttet som støysvake vegdekker, sammenliknet med franske BBTM (Beton Bitumineux Tres Mince) og UTLAC (Ultra Thin Layer Asphalt Concrete) fra CEN. Ut fra definisjonen over må SMA (Ska) og AC11 (Ab 11) betraktes som et tradisjonelt dekke lagt tynt, mens BBTM og UTLAC er typiske tynndekker.



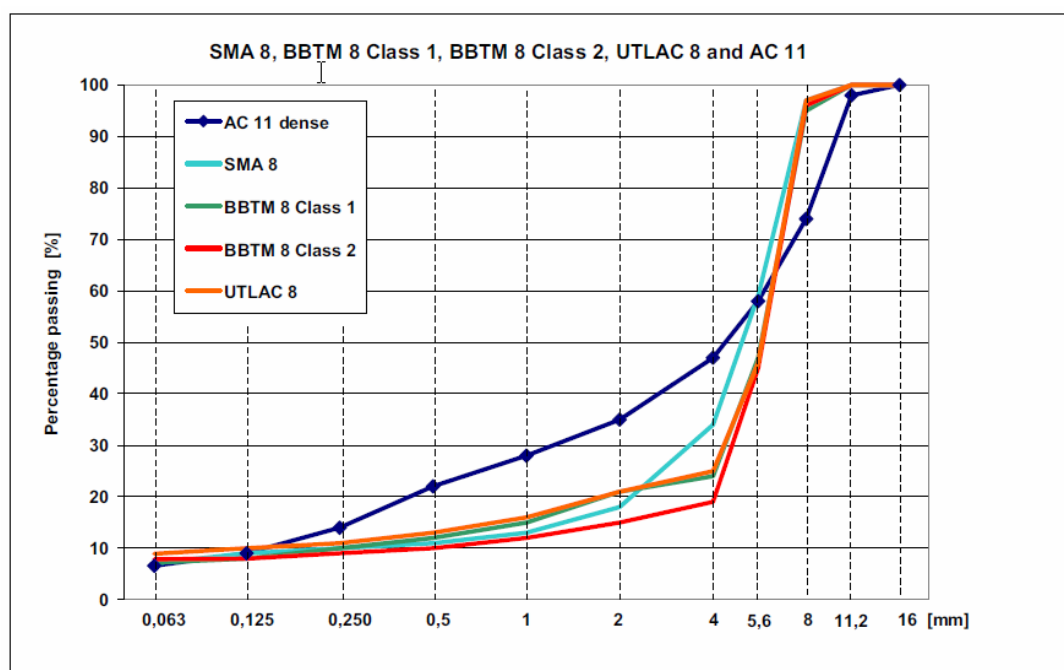
Figur 2. Dekkene Ska 6, Ska6+, BBTM Class 2 og UTLAC 6, Ab 11 som referanse (Ref 4)

Det franske regelverket, hvor BBTM er hentet fra, angir følgende krav til klebingen av disse.

BBTM: 300 - 500 g/m<sup>2</sup> bitumen, dvs 450 – 700 g/m<sup>2</sup> emulsjon (69%)

UTLAC: 400 - 600 g/m<sup>2</sup> bitumen, dvs 600 – 850 g/m<sup>2</sup> emulsjon (69%)

Dette er generelt mindre mengder enn hva som er oppgitt benyttet i de norske forsøksdekkene.



Figur 3. Tynndekke BBTM Class 1 og 2 og UTLAC 8, Ab 11 som referanse (Ref. 4)

De fleste av tynndekkene som er vist i figur 1 – 3, har i utgangspunktet et hulrom i størrelsesorden 9 – 14%. Noen typiske verdier er gjengitt i tabell 5 nedenfor.

	Ab11	Ska 6	Ska 8	UTLAC6	UTLAC8	BBTM8-class 1	BBTM8 class 2
Bit innhold	5,2%	8,0	7,0%	6,0%	5,6%	5,5%	5,9%
Bit.type	std	mod	mod	std	std	mod	mod
Hulrom*	2,5%	8,9%	7,8%	13,1%	11,6%	13,8%	15,4%

\* Hulrom ved proporsjonering av massen i laboratoriet

Tabell 5. Typiske bindemiddelinnhold, bindemiddelhoevedtype og hulrom i støysvake dekker, inkl. Ab 11 som referanse

Bestemmelse av hulrom ved proporsjonering av massene baseres på prøver laget i laboratoriet, blandet maskinelt og komprimert gjennom tradisjonell Marshallstamping (50 slag) eller ved gyrator. Ved gyrator er både 25 og 50 omdreininger benyttet.

### Drensasfalt

Begrepet ”drensasfalt” er også benyttet om en del aktuelle tynndekker. Ut fra den forutsetning om at et vegdekke av drensasfalt bør ha et hulrom i størrelsesorden 20% eller mer, er begrepet egentlig litt misvisende. De fleste tynndekker har en kornfordeling og et hulrom som ligger mellom tradisjonell skjelettasfalt og drensasfalt.

Samarbeidsprosjektet mellom Danmark og Nederland om tynndekker anvendt som støysvake vegdekker (ref 4) benytter et prinsipp for inndeling basert på hulrom i massen:

- Dense layers, (hulrom 4 – 9%)
- Semi dense, (hulrom 9-14%)
- Semi open, (hulrom 14-19%)
- Open layers, (hulrom > 19%)

Når tynndekker gis betegnelser som ”asfaltbetong”, ”skjelettasfalt” og ”drensasfalt” som alle benyttes i stor grad til annet enn tynndekker, foreligger det en risiko for uoversiktlige forhold når man seinere skal analysere og sammenlikne dekketyper med hensyn på funksjonsegenskaper, dekkelevetid, etc. I en pågående revisjon av Statens vegvesens håndbok 018 Vegbygging, legges det vekt på å angi tynndekker med en betegnelse som ikke kan forveksles med andre typer.

### 3.2 Ettlags drensasfalt

Drensasfalt karakteriseres ved en høy andel av steinmaterialer med tilnærmet lik kornstørrelse og et høyt hulrom. De første årene var det vanlig å kreve minimum 15% hulrom i dekkene. Dette kravet er i de seinere år øket til minimum 18 – 20% for å være sikker på at man får et dekke med de ønskede funksjonsegenskaper. I flere land er det vanlig å ha et tilsiktet hulrom ved innledende typeprøving i laboratoriet i størrelsesorden 20 – 22%, noen ganger opp mot 24%.

For 10 – 15 år tilbake ble det lagt relativt mange vegdekker av drensasfalt. Dekkets akustiske egenskaper var ofte ikke den primære grunnen til valg av dekketype. De positive egenskapene mhp. sikt og trygghetsfølelse under regnvær ved at vann i liten grad ble virvlet opp av trafikken, var en like viktig begrunnelse.

Dekkene av drensasfalt fikk en relativt kort levetid, blant annet fordi man ikke hadde tilstrekkelige kunnskaper om hvordan massesammensetningen skulle optimaliseres for å oppnå lang dekkelevetid under norske trafikk- og klimaforhold. Like alvorlig var det at en del vegdekker av drensasfalt ”raknet” nesten uten forvarsel slik at dekketiltak måtte iverksettes nesten umiddelbart. Når dette skjedde vinterstid, var eneste løsning å frese bort hele slitelaget og vente med å legge nytt dekke til mai måned.

I dag er kunnskapene om proporsjonering av massene for lengst mulig levetid langt bedre. Ikke minst er kunnskapene om anvendelsen av polymermodifiserte binde- midler, PMB, langt bedre. Også tilgangen på PMB spesielt beregnet for drensasfalt er relativt god.

### 3.3 Tolags drensasfalt

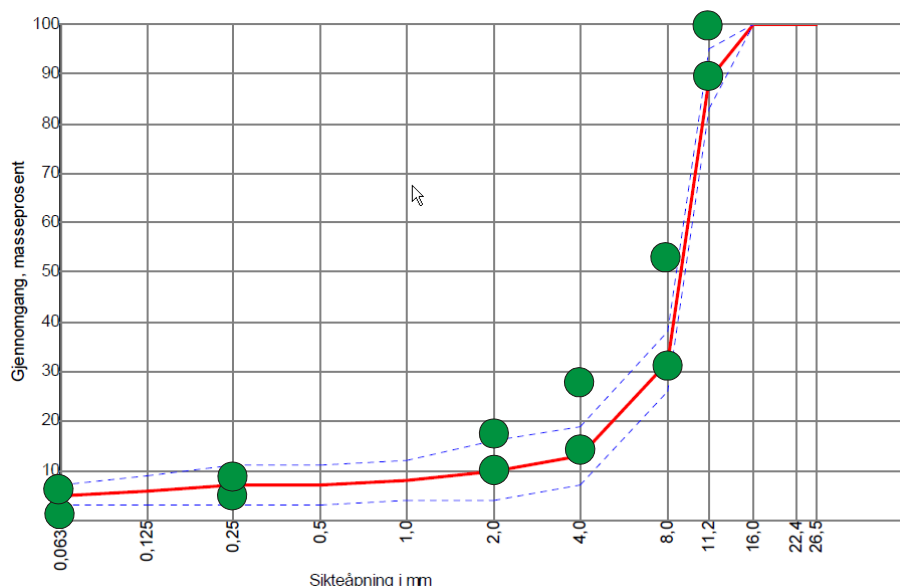
Støysvake vegdekker med to lags drensasfalt vil normalt bestå av et nedre lag av Da 16 og et øvre lag av Da 8 eller Da 11. Tykkelsen på nedre lag vil normalt være i størrelsesorden 45 mm, mens tykkelsen på øvre lag kan variere fra 30 mm til 40 mm avhengig av massens øvre siktstørrelse.

Det er normalt ønskelig å påse at nedre lag av drensasfalt har et hulrom som er minst like stort som hulrommet i det øverste laget.

På forsøksfeltene på Rv 170 ved Bjørkelangen i Akershus ble det levert tolags støysvak drensasfalt fra NCC, Kolo Veidekke og Lemminkainen. Eksempler på kornkurver for massene levert av Kolo Veidekke er gjengitt i figur 4 og 5.

For både ViaQ 11 og ViaQ 16 er innholdet av filler noe høyere enn angitt i grensekurvene for drensasfalt i håndbok 018, samtidig er andelen materiale større enn 4 mm høyere enn angitt i håndbok 018.



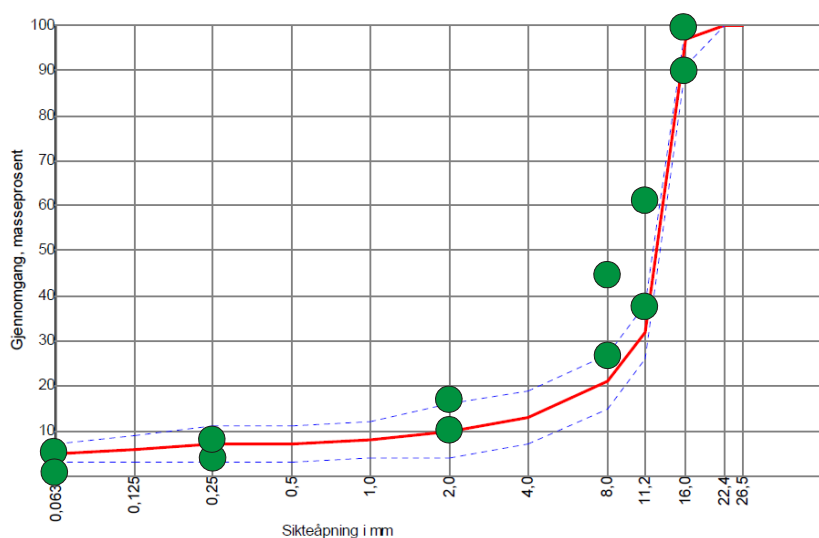


Figur 4. Kornfordeling ViaQ 11 fra Kolo Veidekke sammenliknet med grensekurver for Da 11 i håndbok 018 (grensekurvene er angitt med grønne prikker)

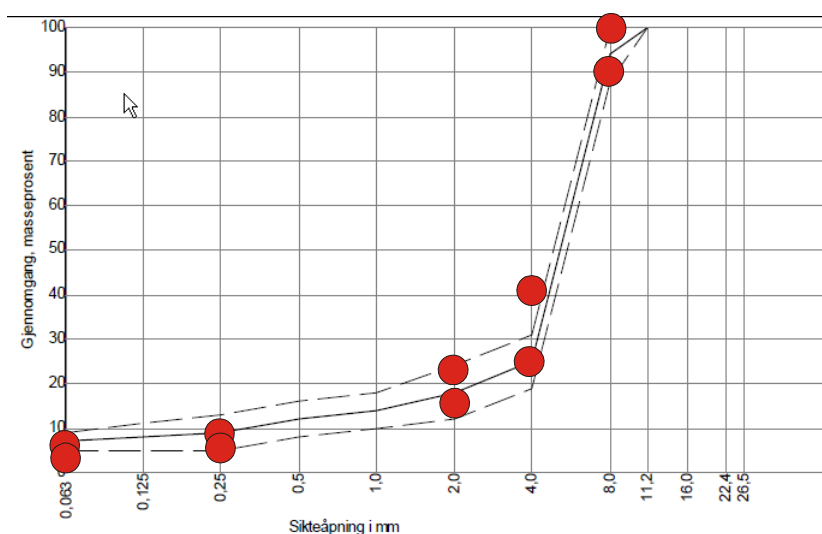
For ViaQ 11 viser arbeidsresepten et bindemiddelinhold på 6,0%. Bindemiddeltypen er Cariphalte Da fra Shell. Dette er et høymodifisert bindemiddel spesielt utviklet for drengsalfalt. Mykningspunktet er 78°C. Fibertilsetningen er 4% regnet i forhold til bindemiddeltilsetningen, masseresepsten angir et hulrom på 22%

For ViaQ 16 viser masseresepsten et bindemiddelinhold på 5,0%. I denne massen er det brukt ordinært bindemiddel 70/100. Fibertilsetningen er 4% regnet i forhold til bindemiddeltilsetningen, masseresepsten oppgir et hulrom på 24%

En viktig problemstilling knyttet til utlegging av to lags drengsalfalt, er spørsmålet om klebing mellom de to lagene. Blant annet ut fra behovet for at vann dreneres ned i det nedre laget, er det ønskelig å ikke ha klebing mellom lagene. Dette krever imidlertid ekstra tiltak ved utlegging av lagene. Tidsintervallene mellom legging av de to lagene bør begrenses og trafikken på det første laget må begrenses mest mulig.



Figur 5. Kornfordeling ViaQ 16 fra Kolo Veidekke sammenliknet med grensekurver for Da 16 i håndbok 018 (grensekurvene er angitt med grønne prikker)



Figur 6. Kornfordeling Wa 8 fra Lemminkainen sammenliknet med grensekurver for Da 8 i håndbok 018 (grensekurvene er angitt med røde prikker)

Forsøksfeltet med masse levert av Lemminkainen har et slitelag av Whisperfalt Wa8 med kornkurve som vist i figur 6 over. Også denne resepten har et fillerinnhold noe høyere enn angitt ut fra grensekurvene for Da 8 i håndbok 018, samtidig er andelen steinmaterialer større enn 4 mm også større enn angitt i håndbok 018.

Wa8 har et tilsiktet bindemiddelinhold på 6,2%, bindemidlet er P06-311-01 fra Nynäs. Dette er et bindemiddel med relativt sterkt modifiserte egenskaper, med bl.a. mykningspunkt på 75°C. Mengden fibertilsetning er 5% regnet i forhold til bindemiddelinholdet. Massens hulrom er ikke oppgitt i arbeidsreseptene, men gjennomsnittsverdiene er 16% for prøver til indirekte strekkstyrke og 22,5% for prøver til Cantabrotesting.

## 4 Vegdekker som gir minst mulig støv

Siden det alt vesentlige av støvet langs veger og gater vinterstid skyldes støv fra vegdekket generert av piggdekkslitasjen, vil mest mulig slitesterke vegdekker også være et tiltak for å redusere støvkonsentrasjonen i luften langs veger og gater med stor trafikk. Det er angitt at 9 – 10% av det totale støvnedfallet langs veger med piggdekkslitasje består av materiale mindre enn 10 µm og 2 – 3% består av materiale mindre enn 2,5 µm (ref 36).

De viktigste parametre for å sikre slitesterke vegdekker er, ut fra studier siden piggdekkslitasjen ble et problem for vegdekkene i Norge mot slutten av 1960-årene, lavt hulrom (uten å være så lavt at det medfører risiko for dårlige deformasjonsegenskaper), en høy andel steinmateriale større enn 4 mm, samt anvendelse av slitesterke steinmaterialer. Det siste kravet innebærer at det kan være gunstig å ha strenge krav til steinmaterialenes slitestyrke også ved lavere trafikkmengder enn det som i dag er angitt i håndbok 018. Arbeid utført under Arbeidspakke 3, Støv (ref. 40), viser at andelen steinmateriale større enn 4 mm sannsynligvis burde endres til andelen steinmateriale større enn 2 mm som parameter for å estimere asfaltdekkenes slitestyrke.

En alvorlig mangel ved dagens krav til steinmaterialer er at kravene til mekanisk styrke (f.eks. uttrykt ved Los Angeles) og slitestyrke (f.eks. uttrykt ved kulemølle-verdi) er begrenset til materialer større enn 4 mm. Man mangler gode parametre som kan benyttes til å sikre gode mekaniske egenskaper for materialer mindre enn 4 mm. Andelen materiale mindre enn 4 mm er vesentlig høyere for Ab 8 enn det er for Ab 16, og behovet for å få tatt i bruk krav til de mekaniske egenskaper for materialer mindre enn 4 mm må antas å være tilsvarende større, jfr. også resultatene som er gjengitt i avsnittet over. En mulig løsning kan være å sette krav til Prall-verdien for asfaltprøver sammensatt av bindemiddel og steinmateriale mindre enn 4 mm. Man kan håpe at bindemiddelets betydning for vegdekkets slitestyrke også kommer til uttrykk i et slikt krav, slik at man også får vurdert effekten av type PMB eller andre tilsetningsstoffer.

Dersom sand eller finpukk benyttes til å sikre gode friksjonsforhold vinterstid, vil det være viktig å benytte strømaterialer med lavt finstoffinnhold og med gode mekaniske egenskaper dersom dette brukes på områder hvor støv ansees som et problem. Dette er et krav som er generelt og gjelder for såvel støysvake vegdekker som tradisjonelle dekketyper.

## 5 Grunnlag for valg av miljøvennlige vegdekker

Hva man under normale forhold i Norge kan forvente av vegdekkenes støyegenskaper er vist i tabell 6. Tabellen er basert på støymålinger på såvel ordinære vegdekker som forsøksdekker tilknyttet etatsprosjektet Miljøvennlige vegdekker.

Dekketype	Gjennomsnittlig støy nivå dB(A), CPX-målinger			
	50 km/t		80 km/t	
	Nylagt	Slitt (1-7 år)	Nylagt	Slitt (1-7 år)
<b>Referansenivå</b>		<b>93</b>		<b>100</b>
Ab6	88	91	94	97.5
Ab8	88.5	91.5	95	98.5
Ab11	90	92	97	99
Ab16	91	93	99	101.5
Ska6	88	91	94.5	97.5
Ska8	89	91.5	96	99
Ska11	92	93	98	100
Ska16	92.5	93.5	99	100.5
Agb11 <sup>2)</sup>	90	92	97	99
T8 (tynndekke)	89.5	92.5	96.5 <sup>2)</sup>	98.5 <sup>2)</sup>
Drens –etflags Da8	87	91	92	97
Da11	89	91	94	97
Drens – tolags Da8 <sup>1)</sup>	86.5	90	91.5	97
Da11 <sup>1)</sup>	88.5	90	94	97
Planfrest <sup>3)</sup>	+ 2	+2	+3	+3
Belegningsst. <sup>3)</sup>	0	0	0	0
Gatestein <sup>3)</sup>	+5	+5	+6	+6
Profilert vegm <sup>3)4)</sup>	+1-6	+1-6	+3-10	+3-10

3) For slitte dekker er dataene kun basert på 2 år gamle dekker

4) Estimerte data

5) Estimerte data - verdier gjelder tillegg i forhold til Ska11

6) Økningen er avhengig av type av profilmerking, høyest (+10 dB) av type longflex

Tabell 6. Normaliserte verdier for vegdekkers støyegenskaper dB(A) målt ved CPX

De støyegenskaper som er vist i tabell 6, er av Transportøkonomisk institutt benyttet i en modell for analyse av nyttekostnad for forskjellige typer tiltak for å redusere vegtrafikkstøy, ref. 38.

Tabell 7 viser noen av de forutsetninger som er lagt inn i regnemodellen med hensyn til gjennomsnittlig dekkelevetid og støyreduksjon i forhold til referansen Ska 11.

Dekketype	Teknisk dekkelevetid, år		Støyreduksjon for nylagt dekke, dB	Endring i støyreduksjon over teknisk levetid, dB
	ÅDT 7500	ÅDT 12500		
Referanse Ska 11	8,5	6,5	-	-
Ab11	8,0	6,0	1	1
Ab 8	7,5	5,5	3	1,5
Ab 6	7,0	5,0	4	2,5
Støysvakt tynndekke T 8	8,0	6,0	2	1
Støysvakt tynndekke T 8x <sup>1)</sup>	8,0	6,0	4	2,5
Ettlags Da 11	5,0	4,0	4	3
Tolags Da 11/Da 16	5,0	4,0	5	3,5
Tolags Da 8/Da 16	4,0	3,0	7	4,5
Tolags Da 11x <sup>1)</sup> /Da 16	5,0	4,0	6	4,5

1) Antatt beste potensiale

Tabell 7. Dekkelevetid og støyreduksjon for vegdekker i nyttekostnadsanalysen

Konsekvensanalysen inkluderer også miljøbelastningen på grunn av støv fra pigg-dekkslitasjen, slik det er vist i tabell 8. Beregningsmodellen inkluderer også partikkelutslipp fra eksos, men dette er satt uavhengig av dekketypen.

Dekketype	Korreksjonsfaktor for partikkelutslipp
Referanse Ska 11	-
Ab11	1,05
Ab 8	1,2
Ab 6	1,4
Støysvakt tynndekke T 8	1,0
Støysvakt tynndekke T 8x <sup>1)</sup>	1,0
Ettlags Da 11	1,0
Tolags Da 11/Da 16	1,0
Tolags Da 8/Da 16	0,85
Tolags Da 11x <sup>1)</sup> /Da 16	0,75

1) Antatt beste potensiale

Tabell 8. Antatte partikkelutslippsendringer (PM10) i forhold til Ska 11

Med korreksjonsfaktor for partikkelutslipp menes den endring man vil få i antatte partikkelutslipp (PM10) ved omlegging fra referansedekket Ska 11 til et mer støysvakt dekke angitt i tabellen.

Basert på erfaringene fra Rv 170 i Akershus er det i de reviderte beregningene forutsatt at dekketypen ikke har innvirkning på forbruket av salt i vinterdriften og at rensing av porøse dekker ikke er aktuelt.

Konsekvensanalysene utført av TØI omfatter både punkttestimat og følsomhetsanalyser av netto nytte og nyttekostnadsbrøk ved omlegging til mer støysvakt vegdekke.

For veger med  $\text{ÅDT} = 7\,500$  (tofelts veg) og antall berørte boliger = 100, viser følsomhetsanalysen at det bare er støysvakt tynndekke T 8x ("beste potensiale") som har det meste av sannsynlighetsmassen for netto nytte større enn 0.

Dekketype	Minste antall boliger pr km veg for nytte/kostnad > 2,0	
	ÅDT = 7500 to kjørefelt	ÅDT = 12 500 fire kjørefelt
Ab11 <sup>1)</sup>	-	-
Ab 8 <sup>1)</sup>	-	-
Ab 6 <sup>1)</sup>	-	-
Støysvakt tynndekke T 8	33	97
Støysvakt tynndekke T 8x <sup>2)</sup>	13	42
Ettlags Da 11	125	326
Tolags Da 11/Da 16	328	825
Tolags Da 8/Da 16	255	614
Tolags Da 11 <sup>2)</sup> /Da 16	125	325

1) Nyttekostnadsbrøk  $\geq 2,0$  ble ikke oppnådd for Ab-dekkene pga for høyt partikkelutslipp

2) Antatt beste potensiale

Tabell 9. Minimum antall berørte boliger pr km veg for å oppnå nyttekostnadsbrøk lik 2,0 eller større, 70 km/t

Tabell 9 angir det minste antall boliger utsatt for støy pr km veg som gir en nyttekostnadsbrøk lik eller større enn 2,0 ved å gå over til mer støysvake vegdekker sammenliknet med Ska 11. En nyttekostnadsbrøk på 2,0 er valgt for å få et robust uttrykk som gir en positiv netto nytte selv om beregningsforutsetningene skulle være noe mer ugunstige for den beregnede netto nytte enn de som er angitt ovenfor.

Av tabell 9 ser en av tynndekker gir en robust nyttekostnadsbrøk ved de laveste antall berørte boliger ved både 7500 og 12 500 i ÅDT. Dekketypen fremstår derfor som et svært aktuelt alternativ når miljøvennlige vegdekker skal vurderes.

Tabell 9 kan fungere som et viktig grunnlag for valg av støysvakt vegdekke ved fremtidige dekkefornyelser. For asfaltbetong (Ab 11, Ab 8 og Ab 6) er nyttekostnadsbrøken mindre enn 2,0 uansett boligantall. Dersom en ikke tar med effekten av partikkelutslipp, får man en nyttekostnadsbrøk større enn 2 også for tradisjonell asfaltbetong.

Ulf Sandberg, forskningsleder ved VTI og professor i bildekk/vegstøy ved Chalmers Tekniske Universitet, har på et seminar hos Vägverket om valg av vegdekker med hensyn til miljøet (ref 6), anbefalt ut fra nytte-kostnadsanalyser at bruk av tynndekker på gater med tillatt hastighet 50 km/h i tettbebygde strøk, og ettlags drensasfalt på motorveger/landeveger med tillatt hastighet 80-120 km/h og 60/80 km/h. For alle de tre forholdene er tolags drensasfalt presentert som et godt alternativ nr 2.

Et forslag til kriterium for valg av strekninger med miljøvennlige vegdekker er vist i tabell 10 nedenfor (ref. 13). Dette forslaget er basert nytte-/kostnadsberegningene og på en forutsetning om at det i hver boenhet i gjennomsnitt er bosatt to personer.

I tillegg til vegdekkenes miljøegenskaper med hensyn på støy og støv bygger forslagene i tabellen på et krav om at vegdekkene under disse forutsetningene har akseptable dekkelevetider og at vegholders årskostnader til dekkevedlikehold ikke øker vesentlig. Det er videre forutsatt at forholdene for øvrig ligger til rette for de forslag som er angitt. Det er f.eks. en viktig forutsetning for valg av drensasfalt i ett

eller to lag, at det er mulig å sikre fritt avløp for vann ut til veggrøften uten ekstra store investerings- eller driftskostnader.

Kriterier for valg	Dekker med $D \leq 8$ inkl. tynndekker	Drensasfalt	
		Ettlæg	Tolæg
Skiltet hastighet (km/t)	40 - 80	$\geq 70$	$\geq 70$
Andel piggfrie dekk (%)	0 - 100	$> 70$	$> 70$
<b>Tofelts veger</b>			
ÅDT	$> 3000$	$> 5000$	$> 5000$
Støyutsatte boenheter pr km	$> 30$	$> 100$	$> 200$
<b>Firefelts veger</b>			
Støyutsatte boenheter pr km	$> 100$	$> 300$	$> 600$
Andre forutsetninger		Plant underlag og god drenering	Plant underlag og god drenering

Tabell 10. Kriterier for valg av støysvake vegdekker

Tynndekker er den dekketyper som kommer best ut i nytte-kostnadsanalysen. Dette skyldes at det i beregningene er forutsatt å være et relativt rimelig alternativ med en viss støyreduksjon og tilfredsstillende slitestyrke. Utenlandske erfaringer tilsier dessuten at det er potensial for større støyreduksjon enn hva som er målt på de norske forsøksdekkene.

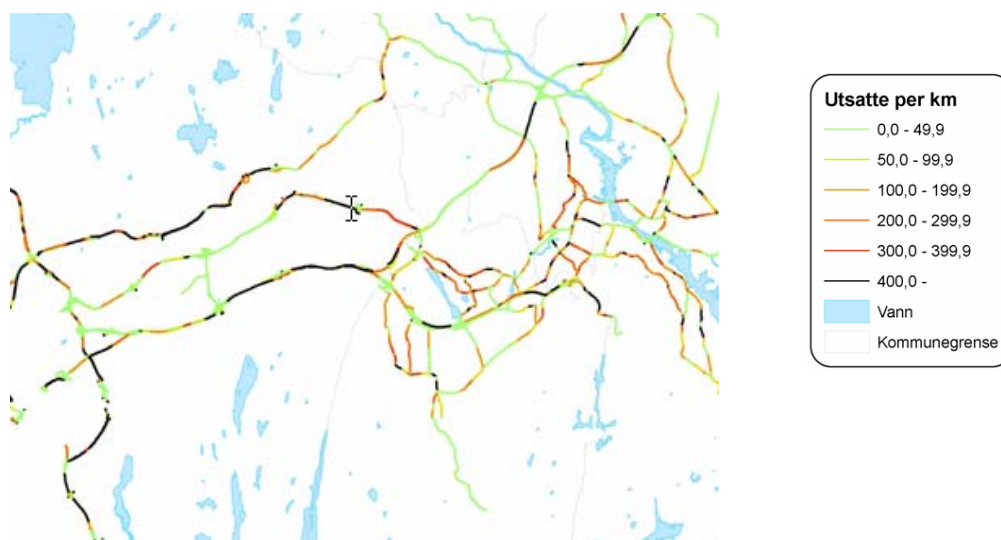
Tette dekker (Ab og Ska) med øvre siktstørrelse,  $D \leq 8$  mm er også gunstige med hensyn på støyreduksjon, men oppnår ikke like høy nytte-kostnadsbrøk som tynndekker pga. høyere partikkelutslipp. Laboratorieforsøk har imidlertid vist at motstanden mot piggdekkslitasje kan forbedres ved fokus på god steinkvalitet og mengde stein  $> 2$  mm i asfaltmassen.

På grunn av begrenset erfaring bør man foreløpig være noe forsiktig med å anvende porøse dekker på norske veger. Man ser også at sammenlignbare land som for eksempel Danmark og Sveits ikke har tatt i bruk drensasfalt i vesentlig grad. Dette er land som har drevet forskning og utprøving av porøse dekker over flere år og i større omfang enn oss, og som dessuten har bedre forutsetninger for å kunne lykkes med slike dekketyper. Et annet forhold som taler mot anvendelse av porøse dekker i Norge, er at omfanget kan bli for lite til å bygge opp nødvendig kompetanse hos entreprenørene for å sikre god håndverksmessig utførelse.

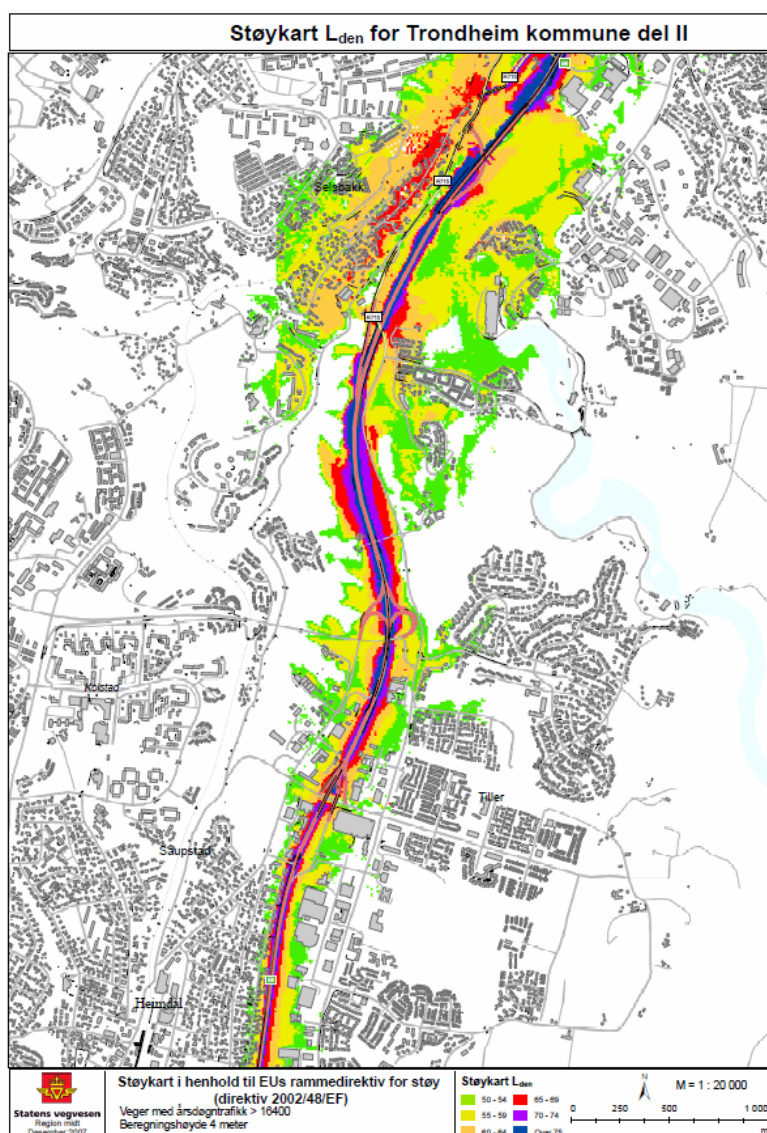
Forslaget i tabell 10 bygger bl.a. på de forutsetninger som er listet opp nedenfor.

- At det benyttes PMB og sterke steinmaterialer som sikrer akseptabel levetid og lite støvgenerering.
- Der støv er et stort problem i tillegg til støy skal andre tiltak vurderes/prioriteres.
- Behovet for støysvake dekker vurderes ut i fra støykart.

Antall støyutsatte boenheter pr km veg er i tabell 10 en viktig inngangsparameter for vurdering av støysvake vegdekker som et alternativ til et tradisjonelt dekke. Dette innebærer at det må være enkelt for de dekkeansvarlige å få frem denne informasjonen når dekketype skal vurderes. Den enkleste løsning vil sannsynligvis være å legge til rette for kartpresentasjoner av støydata. To eksempler på slike støykart er vist i figur 7 og 8 nedenfor. Figur 7 er mest egnet når dekketype skal velges, mens figur 8 sannsynligvis er best egnet ved vurdering av fasadetiltak, støyskjermer etc.



Figur 7. Antall støyutsatte personer pr km, kartutsnitt for Grorudalen – Lillestrøm. Kart utarbeidet av SSB



Figur 8. Kart over støyutsatte områder, Okstadbakken, Trondheim

Ut over de støytekniske forutsetninger vil man også ha en del praktiske/funksjonelle begrensninger i valg av støysvake vegdekker som et tiltak for å begrense støyulempene.

- Støysvake dekker bør brukes på relativt lange strekninger/parseller uten hindringer der trafikken har fri flyt.
- På gater/veger med lav hastighet, mye kødannelse og mye nedbremsing og akselerasjon har man liten nytte av spesielt støysvake dekker.
- Støysvake vegdekker av type drengasfalt og andre porøse dekker vil normalt kreve at dekket på skuldrene legges ut samtidig og med samme masstype som i kjørebanelen. På gater hvor man har kantstein og sluk, må det iverksettes tiltak for å sikre at vannet i porene i dekket har tilfredsstillende utløp.

På veger med mer enn to kjørefelt vil behovet for dekketiltak og valg av tiltak normalt bli vurdert for det enkelte kjørefelt, nesten uavhengig av dekketype på kjørefeltet ved siden av. Slike forhold må også tas med når støysvake dekketiltak skal vurderes.

Som en del av grunnlaget for å sikre gode forhold for omgivelsene med hensyn på trafikkstøy, er det viktig også å se på andre forhold enn valg av dekketype. Analyser av tekstur (ref 35) viser at såvel midlere profildybde som g-faktoren og teksturspekteret endres i ugunstig retning ved økende dekkealder. En hyppigere dekkerefornyelse er i seg selv gunstig for vegdekkets støyegenskaper. I så henseende er det sannsynligvis gunstig for trafikkstøyen langs de mest trafikkerte vegene at det for tiden foreligger et forslag om å skjerpe vedlikeholdsstandarden for vegdekker i Norge ved å endre utløsende tilstand med hensyn på spordybde fra 25 mm til 20 mm for gater og veger med ÅDT over 5000.

I tillegg til slike forhold er det viktig å unngå lokale uregelmessigheter i vegdekkoverflaten i form av høydesprang ved brufuger, kumløkk o.l. samt å medvirke til minst mulig uregelmessigheter i trafikkflyten som øker motorstøyen fra tunge kjøretøy. Det finnes flere eksempler på arkitektonisk fint utformede lokale partier i miljøgater, ved bussholdeplasser, i vegkryss o.l. som er blitt fjernet på grunn av en ubetenksom bruk av gatestein eller andre like støyende vegdekkematerialer.

## 6 Krav til støysvake vegdekker

### 6.1 Generelt

Et viktig spørsmål i denne forbindelse er om man skal legge vekt på funksjonsegenskaper eller beskrive sammensetning og ha krav til delmaterialene.

Fra Nederland er det for drengasfalt beskrevet asfaltkontrakter med tilstandskrav basert på 7 års garantiperiode. Kravene omfatter (ref 7):

- Steinslipp/forvitring (ravelling)
- Sprekker
- Hulrom
- Dreneringsevne (delvis overlapp med hulrom)
- Lagtykkelse
- Jevnhet i lengderetningen
- Spor



En garantiperioden på 7 år er sannsynligvis ikke urimelig sett i forhold til at forventet dekkelevetid for drensasfalt på motorveger i Nederland er 16 år for indre kjørefelt og 12 år for ytre kjørefelt.

I Norge er situasjonen annerledes. Her har både entreprenører og byggherrer per i dag relativt liten erfaring med dekketilstand og funksjonsegenskaper for de forskjellige typer støysvake vegdekker. Dersom arbeidet med porøse støysvake vegdekker skal videreføres, foreslås det derfor å legge vekt på utvikling av reseptkrav hvor entreprenørens ansvar er begrenset med hensyn til dekketilstanden ut over nylagt dekke. Det er naturlig å gi entreprenørene gradvis større utfordringer ved at de tar ansvar for en større del av de egenskaper de har muligheter for å styre.

## 6.2 Støydempende egenskaper

Når en vegholder ønsker å legge et vegdekke med spesielt gode støyeegenskaper, vil det være et behov for å få en sikkerhet for at resultater blir i henhold til det som var forventet. En god del vil man oppnå ved å beskrive massetype (inkl øvre siktstørrelse). For porøse dekker vil man også ha et behov for å sette krav til asfaltdekkets hulrom.

Som et alternativ, evt. supplement til de tradisjonelle, reseptorienterte krav, kan det være aktuelt å ha krav til vegdekkets støyeegenskaper på en mer direkte måte. Slike krav kan f.eks. håndheves gjennom en klassifisering og evt. typegodkjenning av vegdekkenes støyeegenskaper. En typegodkjenning av vegdekkers støydempende egenskaper bør knyttes til egenskaper til nylagt dekke, noe likt det danske systemet, (ref 23 og 24). Det er foreløpig urimelig å sette krav til de støydempende egenskaper over dekkets levetid.

Statusrapporten fra SILENCE-prosjektet (ref. 14) viser relativt store variasjoner med hensyn til målemetoder og andre sider ved en klassifisering av vegdekkenes støydempende egenskaper. INQUEST-prosjektet (Information Network on QUIet European road Surface Technology) gjennomførte i april 2008 en ”workshop” i Ljubljana om metoder og systemer for klassifisering av vegdekker med hensyn på de støydempende egenskaper (ref 15).

Selv om fra enkelte hold er blitt stilt spørsmål om vi egentlig har behov for en europeisk standard for klassifisering av vegdekker med hensyn til de akustiske egenskaper, er det et stort flertall for utvikling av en omforent metode. Det synes å være en generell oppfatning om at utviklingen av en CEN-standard vil ta unødig lang tid, men at systemet også har enklere alternativer som bør utnyttes.

En omforent metode for å beskrive vegdekkets støytekniske egenskaper må ta stilling til en lang rekke spørsmål. Noen av de viktigste er kort gjengitt nedenfor.

- **Karakterisering ved SPB eller CPX.** I etatsprosjektet Miljøvennlige vegdekker er de fleste resultater basert på måling i henhold til et forslag til standard for CPX-målinger (ref 17).
- **Dekktype.** I Norge benyttes en type bildekk som karakteriserer lette kjøretøy. De danske støydataene med CPX-utstyr uttrykkes ofte ved  $CPX_{DK}$  som angir en blanding med 85% fra dekk for lette kjøretøy og 15% fra dekk for tunge kjøretøy.
- **Referanseverdien(e).** De fleste land uttrykker støydempningen i forhold til en referanse som normalt er det vegdekket som er mest vanlig i det enkelte land.

- **Dekkealder.** Dekkealder er generelt en viktig parameter når akustiske egenskaper for vegdekker som vurderes. Den er spesielt viktig i Norge hvor piggdekkslitasjen er en kilde til endringer i overflateteksturen. For åpne dekker vil også gjentetting av porene på grunn av slitastøvet gi endringer i de akustiske egenskapene.

Opplistingen ovenfor er langt fra komplett når det gjelder faktorer som må inngå i en vurdering av vegdekkets evne til å fungere som et støysvakt vegdekke. På grunn av alle faktorene som innvirker på måleresultatene har man f.eks. i Danmark begrenset klassifiseringen av vegdekkenes støyegenskaper til nylagte dekker (ref 23, 24). Karakterisering av vegdekkenes støyegenskaper som en del av entreprenørens COP (conformity of production) er brukt i meget liten grad (ref 15, 25).

### 6.3 Friksjonsegenskaper

Erfaringene med feltforsøkene har til nå vist at friksjonskravene ikke er vanskelig å tilfredsstille. Målinger fra friksjon på forsøksfeltene på E 6 i Stange og Rv 170 i Bjørkelangen (ref 22) viser at det er minimale forskjeller mellom de forskjellige forsøksdekkene med hensyn på friksjonsegenskapene om sommeren. Friksjonsmålinger på Rv 170 om vinteren indikerer noe bedre friksjonsegenskaper på forsøksfeltene enn på referansedekket, men forskjellen er sannsynligvis ikke signifikant.

### 6.4 Funksjonell dekkelevetid

For tette dekketyper (Ab, Ska og sannsynligvis tynndekker) vil oppfølging av spor og jevnhet gi en rimelig sikker informasjon om tilstandsutviklingen og forventet dekkelevetid. Til tross for at de akustiske egenskapene ser ut til å endres mye de første 2-3 årene, så er det ikke grunnlag for å anta at disse dekketyperne vil ha vesentlig kortere funksjonell dekkelevetid enn hva som er normalt for norske forhold. Mindre steinstørrelse vil imidlertid kunne gi redusert motstand mot piggdekkslitasje og dermed raskere sporutvikling på veger med høy piggdekkandel. Denne ulempen kan reduseres ved bruk av steinmaterialer av høy kvalitet og ved å opprettholde en stor prosentvis andel av steinmaterialer større enn 2 mm i asfaltmassen.

For porøse dekker kan man imidlertid få overraskelser mht. dekkelevetiden dersom oppfølgingen av dekketilstanden begrenses til spor og jevnhet. Spesielt på åpne dekker er det en risiko for at dekket etter en viss tid rakner. Dette tidspunktet kan det være vanskelig å forutse dersom oppfølgingen begrenses til spor og jevnhet, en oppfølging av steinslipp tilsvarende det som gjøres i andre europeiske land, kan bli nødvendig.

I Norge har det i liten grad blitt gjennomført systematiske og regelmessige vurderinger av de forskjellige typer dekkeskader ved hjelp av manuelle metoder. Slik oppfølging kan være nødvendig for å registrere tendensen til økt steinslipp fra åpne slitelag for derved å få et forvarsel om at dekket nærmer seg slutten av den funksjonelle levetiden.

Befaring med manuell registrering av steinslipp kan etter noe utviklingsarbeid sannsynligvis erstattes av teksturmålinger med tilhørende spesialanalyser av måleresultatene. Slike tjenester tilbys i dag av f.eks. KOAC-NPC i Nederland (ref. 8)

Etatsprosjektet Miljøvennlige vegdekker har gått over fire år. Dette må betraktes som en relativt kort periode med hensyn til å gi et sikkert bilde av de støysvake

vegdekkenes funksjonelle dekkelevetid. Av den grunn er det viktig med en videre oppfølging av de forsøksfelt som er lagt under etatsprosjektet, samtidig som det legges nye miljøvennlige vegdekker slik at mengden av erfaringsdata øker i tiden fremover.

## 7 Krav til asfaltmassene

Det legges vekt på i størst mulig grad å sette krav til de masser som benyttes ut fra de samme prinsipper som ved tradisjonelle reseptbaserte kontrakter.

### 7.1 Massenes sammensetning

For både tynndekker og støysvak drensasfalt vil kravene til massens sammensetning omfatte følgende forhold:

- Bindemiddeltype
- Bindemiddelmengde
- Steinmaterialets øvre siktstørrelse
- Steinmaterialets kornform (materiale over 4 mm)
- Steinmaterialets kornfordeling
- Massens hulrom ved gitt komprimering
- Tilsetning av fiber
- Tilsetning av vedheftningsmiddel

For tynndekker vil det i tillegg være nødvendig å beskrive mengde og type bindemiddel til klebing.

Ved konflikt mellom kravene bør sannsynligvis kravene til hulrom overstyre kravene til kornfordeling.

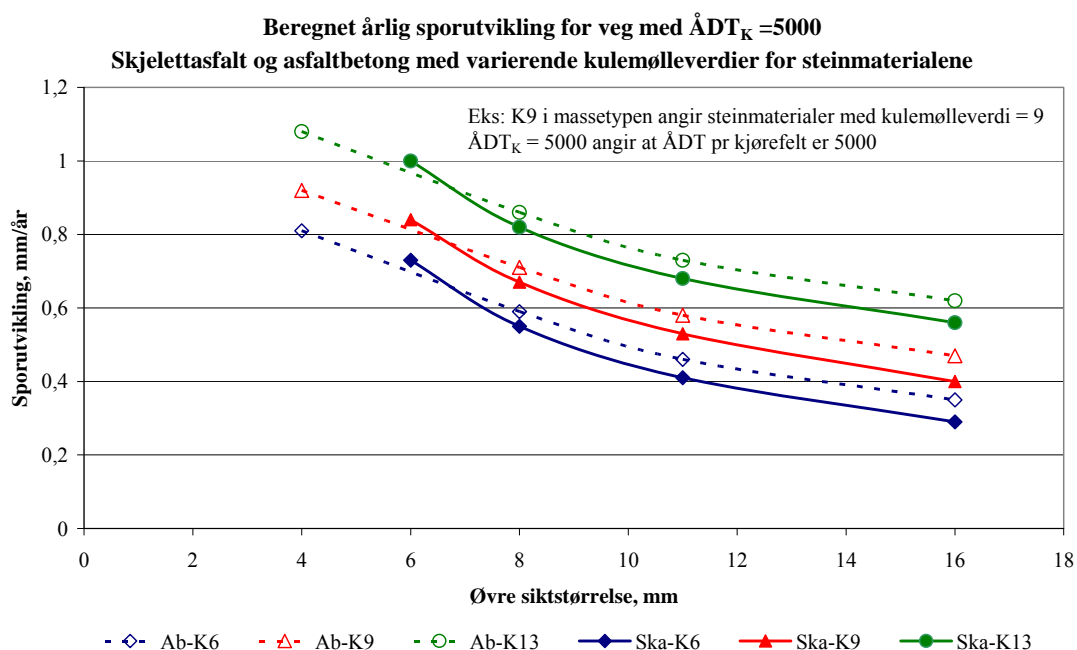
### 7.2 Bindemiddel

Feltforsøkene til nå har i vesentlig grad vært basert på bruk av SPS-modifiserte bindemidler. For drensasfalt er det så langt vært mest benyttet PMB som i egenskaper ikke er svært forskjellig fra 50/100-75 som er beskrevet i ATB Väg 2005.

Sannsynligvis bør ikke valg av type PMB låses for sterkt. Det er grunn til å forvente at det fortsatt er behov for et betydelig utviklingsarbeid før man har kommet frem til den/de optimale bindemiddelkrav til de forskjellige dekketyper under rådende trafikk- og klimaforhold.

### 7.3 Steinmaterialer

Kravene til steinmaterialer bør følge de samme regler som ved tradisjonelle massetyper hvor kravene i hovedsak er en funksjon av ÅDT. Kravene til steinmaterialer i støysvake tynndekker bør settes noe strengere enn ved tradisjonelle massetyper. På denne måten kan noe av økningen i piggdekksslitasje kompenseres ved at det brukes mer slitesterke steinmaterialer. Dette er forsøkt vist i figuren nedenfor som viser beregnet piggdekksslitasje i mm pr år som en funksjon av massetype og steinmaterialets kulemølleverdi.



Figur 9. Forventet sporutvikling på grunn av piggdekkslitasje som funksjon av dekketype, øvre siktstørrelse og steinmaterialenes kulemølleverdi. (ref 26)

Som grunnlag for beregningene er det forutsatt at steinmaterialenes kornkurver ligger midt mellom kravene i Håndbok 018. Kulemølleverdiene 6, 9 og 13 er valgt slik at de ligger noe under de mest brukte minstekravene for steinmaterialer i Norge.

ÅDT	301-1500	1501-3000	3001-5000	5001-15000	> 15000
Krav til Los Angeles-verdi					
Drensasfalt	≤ 30	≤ 30	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Tynndekke	≤ 30	≤ 25	≤ 20	≤ 15	≤ 15
Krav til kulemølleverdi					
Drensasfalt	≤ 14	≤ 14	≤ 10	≤ 10	≤ 7
Tynndekke	≤ 14	≤ 10	≤ 10	≤ 7	≤ 7

Tabell 11. Forslag til krav til steinmaterialer i drensasfalt og tynndekker.

Behovet for å sette strengere krav til steinmaterialet i asfaltmasser med øvre siktstørrelse 8 mm eller mindre, må naturligvis vurderes i forhold til merkostnadene og de miljømessige konsekvenser dette kan ha, bl.a. som en følge av lengre transport av steinmaterialene.

Spesielt for tynndekker med øvre siktstørrelse 4 mm, 6 mm eller 8 mm, er andelen materiale mindre enn 4 mm relativt høyt. Dette innebærer at kravene i tabell 11 bør gjelde for materialer større enn 2 mm (med mindre gode egenskaper for dette materialet kan ivaretas på annen måte) og at det ikke bør brukes steinmaterialer hvor det er risiko for at finstoffandelen kan inneholde en stor mengde svake korn.

## 7.4 Gjenvinning av asfalt

I forbindelse med miljøvennlige vegdekker var det opprinnelig vurdert å ta med gjenvinning av asfalt som en egen deloppgave. Begrepet gjenvinning kan omfatte to forhold som begge er viktige for miljøvennlige vegdekker. Det ene forholdet gjelder anvendelse av resirkulert asfalt i de miljøvennlige vegdekker som benyttes. Det andre

forholdet er knyttet til vurderingen om de miljøvennlige vegdekkene inneholder delmaterialer som gjør massene mindre egnet til gjenvinning ved fremtidige dekkefornyelser.

#### **7.4.1 Resirkulert asfalt i slitelaget**

På steder hvor vegtrafikkstøy og støv fra piggdekkeslitasje representerer et problem av betydning, vil det som regel være mest aktuelt å benytte verksprodusert, varmblandet asfalt som slitelag. I disse massene kan det være aktuelt å tilsette resirkulert asfalt i en andel i størrelsesorden 10 – 30% forutsatt at dette ikke forringer massens kvalitet i noen merkbar grad. Etter at EU's byggevaredirektiv (med tilhørende harmoniserte standarder for asfalt) ble gjort gjeldende for asfalt til vegformål, er dette primært et spørsmål for asfaltprodusentene.

Byggherren kan kreve, f.eks. gjennom oversendelse av masseresept, å få dokumentert andelen resirkulert asfalt i massene, men det er i liten grad lagt til rette for at byggherren kan påvirke i hvor stor grad resirkulert asfalt blir anvendt i massene. Selv om det finnes typer av miljøvennlige vegdekker som ikke omfattes av de harmoniserte standarder for asfalt, vil det sannsynligvis være svært uheldig om byggherren for disse skulle sette krav om anvendelse av resirkulert asfalt.

#### **7.4.2 Asfaltens egnethet for fremtidig gjenvinning**

Ref. 42 angir at man i Europa gjenvinner ca 80% av gammel verksblandet asfalt ved dekkefornyelser og at det ikke burde være noe grunnlag for at denne andelen er mindre for asfalt fra støysvake vegdekker. En viktig årsak til dette er at steinmaterialene i slike dekker normalt er av meget god kvalitet.

I de fleste asfaltkontrakter har tilbyder en opplysningsplikt med hensyn til asfaltens sammensetning. Dette er blant annet gjort for at byggherren skal kunne vurdere hvorvidt det asfaltdekket som legges ut, er egnet til gjenvinning dersom hele eller deler av dekket ved fremtidige dekkefornyelser o.l. skal fjernes ved oppgraving eller fresing.

Asfaltdekker som inneholder polymermodifiserte bindemidler vil normalt være velegnet til både kald og varm gjenvinning. Det samme gjelder asfalt som inneholder mineralske fibre og cellulosefibre. Noe mer problematisk må man regne med at det kan være for asfalt som inneholder gummigranulat eller gummipulver i en eller annen form. Slike masser kan være ugunstige for arbeidsmiljøet selv om det tilstrebes en skånsom oppvarming av det resirkulerte asfaltgranulatet.

Resirkulert asfalt fra støysvake vegdekker av type drengasfalt må sannsynligvis mellomlagres i hauger adskilt fra resirkulert asfalt fra andre massetyper på grunn av store forskjeller i kornfordeling og bindemiddelinhold. Dette må imidlertid betraktes som er lite problem.

#### **7.5 Øvrige miljøforhold**

Det er en forutsetning at også støysvake vegdekker ikke har spesielt ugunstig innvirkning på det ytre miljøet eller på arbeidsmiljøet ved produksjon, transport og utlegging av vegdekket. Erfaringene i Norge med asfaltdekker tilsatt gummigranulat indikerer at slike dekker har noen utfordringer med hensyn til arbeidsmiljøet som må løses før de generelt kan anbefales.

For poroelastiske støysvake vegdekker vil det være et behov for en spesiell oppmerksomhet rettet mot risikoen for spesielt skadelige og farlige røykgasser dersom vegdekket kan antennes ved en bilbrann. Praktiske forsøk i Japan(ref. 43) hvor 36 liter drivstoff på tett asfalt, drensasfalt og poroelastisk dekke ble antent, indikerer imidlertid at konsekvensene ved brann ikke er spesielt betenkelige, først og fremst på grunn av dekkets porøsitet.

## 7.6 Dokumentasjon av massens egenskaper

### Massens hulrom ved gitt komprimering

Det bør settes krav til dokumentasjon av massens hulrom. Dette gjelder både tynndekker og drensasfalt. Kravene må knyttes til en omforent komprimeringsrutine. Komprimering med gyrator med 25 omdreininger kan sannsynligvis være et godt utgangspunkt. Den enkleste og raskeste måte til å få slike krav implementert, vil sannsynligvis være å få dette innarbeidet i statens vegvesens Teknologirapport 2505 (ref 45).

### Deformasjonegenskaper

Massens stabilitet og risiko for permanente deformasjoner bør dokumenteres ved hjelp av Wheel Track. Dynamisk kryp basert på NAT (Nottingham Asphalt Tester) kan være et alternativ, men dette krever laboratorieproduserte prøver. Borprøver fra veg vil normalt gi for liten tykkelse selv om man legger to kjerner på hverandre ved testing.

### Risiko for steinslipp

Helt siden det første prosjektet med støysvake vegdekker ble gjennomført i begynnelsen av 1990-årene, har Cantabro-testen vært benyttet til å vurdere tendensen til steinslipp og ”oppsmuldring” av massen. Metoden er også standardisert som en CEN-metode (EN 12697-17 Particle loss of porous asphalt specimen)

Analysene fra oppfølgingen av arbeidene på Rv 170 synes imidlertid å gi noe usikre resultater (ref 9). Som et eksempel viser denne rapporten at dekket DaFib8/DaFib16 har svært gode resultater for felt 2 (10% grus i sorteringen 0/2) og svært dårlige resultater for felt 1 (7% grus i sorteringen 0/2). Litt forskjell i hulrom og bindemiddelinhold synes ikke å forklare den store forskjellen.

Kolo Veidekke har i laboratorierapporten for feltforsøkene på Rv 170 (ref 10) lansert en engelsk ”Scuffing test” som et alternativ til Cantabro. Ref 7 presenterer et annet alternativ under betegnelsen ”Rotating Surface Abrasion Test”. Det vites ikke hvorvidt disse testene gir mer stabile resultater og et bedre uttrykk for risikoen for prematur steinslipp.

Det anbefales å gjennomføre en informasjonsinnhenting om de tilgjengelige metoder for validering av asfaltmassers egenskaper med hensyn på motstand mot steinslipp, spesielt med tanke på hvor godt laboriemetodene kan dokumentere samsvar med steinslipp fra vegdekker. Dersom slikt samsvar ikke kan dokumenteres på en tilfredsstillende måte, anbefales det å få gjennomført analyser for å klarlegge dette forholdet.

### Indirekte strekkstyrke

Resultater for indirekte strekkstyrke synes å være av begrenset verdi. Testmetoden foreslås begrenset til å vurdere vedheftningen mellom bindemiddel og steinmaterialer, jfr. NS-EN 12697-12, metode A eller B.

## 7.7 Krav til utførelsen

Det bør settes spesielle krav til tid på året for legging av støysvake vegdekker, risiko for nedbør før, under og like etter utleggingen, samt evt. spesielle temperaturkrav. Hvis ikke annet er spesielt akseptert av oppdragsgiver, bør det settes krav om at alle på utleggerlaget skal ha minst to års erfaring med sine arbeidsoppgaver og ha jobbet sammen i inneværende sesong. Minst én nøkkelperson på utleggerlaget skal ha god erfaring med utlegging av samme type støysvake dekker.

En innføring av kravene i avsnittet over forutsetter at det har vært et volum av betydning av arbeider med miljøvennlige vegdekker over noen år slik at firmaenes nøkkelpersoner får mulighet for å få opparbeidet den kompetanse som kreves. For å unngå at opplæringsperioden tar for mange år, med tilhørende feilslag, kan det etter en viss tid være nødvendig for arbeider med miljøvennlige vegdekker å ha anbuds-konkurranser med prekvalifisering hvor nøkkelpersoners tidligere erfaringer med miljøvennlige vegdekker er et sentralt kriterium.

I Nederland er det bl.a. gitt følgende begrensninger med hensyn til utlegging av to lags drensasfalt:

- Utlegging generelt begrenset til tiden 1. mai – 1. oktober
- Nattarbeid tillates ikke
- Ved vindhastighet < 4 m/s skal lufttemperaturen være minst 10°C
- Ved vindhastighet 4 – 8 m/s skal lufttemperaturen være minst 15°C

Highways Agency i England har siden 1998 hatt en policy at støysvake vegdekker skal vurderes i forbindelse med dekkefornyelse på det vegnettet HA administrerer. Målet er at 60% av vegnettet skal ha støysvakt vegdekke innen 2011. I denne strategien inngår ikke anvendelse av porøse vegdekker på ”trunk roads” med den begrunnelse at slike dekker er utførelsesmessig for krevende dersom de skal ha en tilfredsstillende levetid (ref 41). Det hevdes at det er vanskelig å forene en tilfredsstillende utførelse for disse dekkene med bl.a. nattarbeid og dekkefornyelse av ett kjørefelt om gangen, jfr. de nederlandske kravene som er gjengitt ovenfor.

På IPG-seminaret 2008 ble det gitt flere presentasjoner hvor betydningen av jevn fremdrift (inkl. bruk av Shuttle buggy), god komprimering og nøye oppfølging med temperaturkamera under produksjon og utlegging ble understreket (ref 27, 28).

Sveits angir følgende krav for å kunne oppnå støysvake, porøse vegdekker med et godt resultat:

- Massetemperatur aldri under 130°C
- Utføres i den varme årstiden
- Kontinuerlig legging uten stopp
- Streng materialkrav

Det anbefales å legge tolags åpne dekker varmt-i-varmt. Dersom man ikke har spesialutlegger tilgjengelig, evt har to utleggere på jobben, anbefales det at leggedraget<sup>3</sup> ikke overstiger 200 m.

ERA-NET Road-prosjektet har samlet inn, systematisert og analysert erfaringer med støysvake vegdekker i en rekke europeiske land (ref 42). Av i alt 27 faktorer som er ansett som viktige for å få et vellykket støysvakt vegdekke, kan 8 faktorer knyttes til selve produksjon og utlegging. Dette omfatter alt fra entreprenørens og utleggerlagets erfaring og kompetanse knyttet til de særkrav som er knyttet til de forskjellige typer støysvake vegdekker, begrensninger mht. transportavstander og til utlegging under ugunstige værforhold.

Det er en bred oppfatning om at støysvake dekker, både særlig tynne dekker og porøse dekker, har en rekke særkrav som medfører at det ikke er tilstrekkelig å ha generell erfaring med tradisjonelle asfaltdekker for å få et støysvakt vegdekke av tilfredsstillende kvalitet.

## 8 Standardisering

Noe av problemstillingene knyttet til behovet for standardisering er også omtalt i kap. 6.2.

Det er kommet til uttrykk en del forskjellige oppfatninger med hensyn til betydningen av en europeisk standardisering i regi av CEN om dokumentasjon og evt. klassifisering av vegdekkers akustiske egenskaper. Temaet var bl.a. oppe på møtet i INQUEST 24.4.2008. Innen CEN er det i hovedsak TC 227 som har dette oppe til vurdering.

Selve måleprosedyrene er langt på vei standardisert. Standarden for SPB-målinger er gitt i ref 16, mens en foreløpig utgave av standarden for CPX-målinger er gitt i ref. 17. På et møte i mai 2008 besluttet ISOTC 43 (ref. 29) å foreslå at standarden for dekk til CPX-målinger skilles ut som en egen delstandard. Dagens forslag til standard beskriver fire typer standarddekk hvorav dekktype A representerer dekk på lette kjøretøy, mens dekktypene B, C og D representerer dekk på forskjellige typer tunge kjøretøy. I Norge er CPX-målinger basert på dekktype A, mens de danske CPX-resultatene normalt beregnes ut fra en blanding av 85% dekktype A og 15% dekktype B.

Det alt vesentlige av støymålingene i etatsprosjektet Miljøvennlige vegdekker er basert på CPX-målinger med dekktype A. I den forbindelse er det naturlig å ha en fornyet vurdering om CPX-resultater fortsatt skal være grunnlaget for å uttrykke vegdekkenes støydempende egenskaper. Støymålinger målt med CPX og SPB uttrykke litt forskjellige sider ved vegdekkenes støydempende egenskaper. Det er derfor ingen overraskelse at korrelasjonen mellom støydatabene fra de to måle-metodene ikke er spesielt god.

Det er grunn til å hevde at SPB-målinger gir et bedre uttrykk for den støybelastning personer opplever når de befinner seg langs en veg med trafikkstøy, enn man får med CPX-målinger. SPB-metodens ulempe er at den er omstendelig, tidkrevende og er

---

<sup>3</sup> Lengden av strekningen som legges av asfaltutleggeren før man går tilbake og legger neste lag.



”punktmålinger”. Variasjoner i vegdekkens støyegenskaper kommer f.eks. vanskelig frem ved SPB-målinger.

CPX-målinger er relativt sett, enkle å gjennomføre, og måleutstyret har høy kapasitet. En annen viktig side er at målingene gjennomføres i hele vegdekkets lengde slik at man enkelt kan vurdere variasjonene i vegdekkets lydtekniske egenskaper. Disse fordelene er så vesentlige at man sannsynligvis bør kunne akseptere at resultatene ikke gir det fulle bildet av vegdekkets egenskaper med hensyn på trafikkstøy.

Et arbeid innen CEN om standardisering har mange positive sider. All erfaringsutveksling får øket verdi ved at informasjonen bygger på samme referanse, alle leverandører som ønsker å markedsføre sine produkter i flere land, får en enklere og mer oversiktlig rammeverk for sitt arbeid, etc.

Man kan likevel, som en hovedregel, ikke forvente at en klassifisering av en dekketype med hensyn til akustiske egenskaper i ett land, kan anvendes i et annet land basert på samme klassifisering. I den grad steinmaterialene i asfaltdekket er av betydning for de akustiske egenskaper, vil behovet for en klassifisering med de riktige steinmaterialene være åpenbart. Som et eksempel angir NS-EN 13108 for varmblandede asfaltmasser et krav om ny typetesting når steinmaterialene i massen endres.

Til tross for denne begrensningen vil det for Norge være viktig å ha en aktiv rolle i et standardiseringsarbeid som kan bli av betydning for det norske miljøet. En annen holdning kan føre til uheldige overraskelser. Det kan f.eks. være viktig å sikre at en standardisert klassifisering av vegdekkene med hensyn på støyegenskaper inkluderer en klassifisering basert på CPX med betingelser som fungerer i Norge. En klassifisering som utelukkende er basert på vegdekkets støyegenskaper kort tid etter utlegging, kan være lite egnet for norske forhold på grunn av de store endringer som finner sted den første vinteren etter dekkelegging.

## 9 Etablering av kalibreringsstrekninger

Forutsatt at en vesentlig del av vegdekkens støyegenskaper skal dokumenteres ved hjelp av målinger med CPX, vil det være et behov for kalibreringsstrekninger for å dokumentere målingene presisjon og nøyaktighet.

På et møte i prosjektet INQUEST (Information Network on QUIet European road Surface Technology) 25.4.2008, var antall målestrekninger for ”Acoustical labelling” et sentralt emne. Diskusjonene i SILVIA-prosjektet landet på et kompromiss på 2 strekninger, mens Tyskland og Nederland har krav om 5 strekninger. Kravene til presisjon og nøyaktighet innvirker også på kravene til kalibreringen av måleutstyret.

Et videre arbeid med støymålinger med CPX vil kreve et opplegg for årlige kalibreringer av måleutstyret. Selv om det i overskuelig fremtid bare vil være ett utstyr i bruk i Norge, må man ha kontroll over og fange opp evt. endringer i resultater med behov for korrigerende.

Etablering av egne kalibreringsstrekninger i Norge vil være forbundet med spesielle utfordringer. Dersom denne løsningen velges, bør det innebære en etablering av minst tre forskjellige strekninger med forskjellige egenskaper mhp. støy, f.eks.

- Ska 11
- Ab 11
- Ab 8

Strekningene må ha en minste lengde på 100 meter hver, og de må være på steder hvor dekket ikke utsettes for piggdekkslitasje eller andre påkjenninger som kan føre til endringer i dekkets egenskaper. Selv et dekke helt uten trafikk utsettes for påkjenninger fra sollys, regn og luft som innebærer risiko for endringer i dekkets akustiske egenskaper. Det hevdes at det i Japan er etablert kalibreringsstrekninger som er beskyttet mot sol og regn ved bruk av telt. Målinger på en kalibreringsstrekning i Nederland viser klare endringer i både tekstur og støyegenskaper over dekkets levetid.

Sannsynligvis bør det vurderes om kalibreringsstrekninger med dekker av betong har mindre risiko for å få endringer i de akustiske egenskapene over tid. Kalibreringsstrekningene bør minst ha en forventet akustisk levetid på 10 år.

Dekkeoverflaten bør følges opp regelmessig med detaljerte teksturmålinger. Dette er helt nødvendig for å kunne skille mellom endringer i måleutstyr og vegdekkets egenskaper som mulig kilde til endringer i resultatene.

Det foreslås at man ser nærmere på muligheten for et samarbeid med ett eller flere av de andre nordiske land om etablering og drift av felles kalibreringsstrekninger.

## **10 Områder hvor fortsatt arbeid er påkrevet**

Det kan være aktuelt å velge ut noen avgrensede områder hvor videre FoU- innsats er helt påkrevet for å sikre at anvendelsen av miljøvennlige vegdekker kan ha en trygg fremtid i Norge.

Det største behovet for et videre arbeid består i en fortsatt oppfølging og analyse av støysvake vegdekkers tilstandsutvikling og funksjonelle levetid under forskjellige trafikk- og klimaforhold. Dette omfatter både de strekninger som allerede er etablert, og nye strekninger.

For tynndekker finnes det et datagrunnlag i NVDB som kan benyttes til denne type analyser. For porøse dekker er datagrunnlaget foreløpig relativt beskjedent, men det vil være en viktig forutsetning å ha pålitelige analyser dersom en skal kunne forvente at dekketypen blir tatt i bruk i regionene i Statens vegvesen og i kommunene. For porøse asfaltdekker er det spesielt viktig at analysene omfatter både tilstandsanalyser med hensyn på tradisjonelle tilstandsparametre som spor og jevnhet, og tilstanden som uttrykker risiko for steinslipp og annen form for forvitring av dekket.

En fortsatt oppfølging av vegdekkenes støyegenskaper vil også være en sentral del av det videre arbeidet. En god del informasjon fra utlandet kan uten store korreksjoner tilpasses norske forhold, men effekten av piggdekkslitasje gjør det nødvendig med en egeninnsats i Norge, gjerne i et samarbeid med f.eks. Sverige og Finland.

Det er viktig å videreføre analysene av vegdekkenes tekstur. Dette er et område som er viktig både for å kunne vurdere tilstandsutvikling med hensyn på steinslipp og forvitring, og som en parameter for å estimere støytekniske egenskaper. Analyser av endringer i vegdekkenes tekstur vil også være et godt hjelpemiddel når man

optimalisere vegdekkene med hensyn på en slitesterk mørtel som er viktig for vegdekkenes tekniske og akustiske levetid, og med hensyn på å få generert minst mulig støv fra piggdekkslitasjen.

Det er et behov for en videre innsats for å optimalisere miljøvennlige vegdekker, med hensyn på steinmaterialenes kvalitet, bindemiddelegenskapene, asfaltmassenes sammensetning og krav til utførelse. Man har i dag relativt god oversikt over hvordan piggdekkslitasjen varierer med mengden grov stein i asfalten ( $> 2$  mm evt  $> 4$  mm), samt betydningen av steinmaterialets slitestyrke. Man har ikke de samme kunnskapene om hvordan man skal sette krav til de mer finkornige deler av steinmaterialer for å få en mest mulig slitesterk mørtel i massen. Møtelens slitestyrke er viktig for piggdekkslitasjen totalt sett og dermed for vegdekkets tekniske levetid, men den er også viktig for endringene i overflatens makrotekstur og dermed også på vegdekkets akustiske levetid.

## Litteratur

- 1 Innovatieprogramma Geluid voor wegverkeer, IPG  
End Report, Scientific Strategy Document  
Rijkswaterstaat DVS-2008-16
- 2 Statens vegvesen  
Standard for drift og vedlikehold av riksveger  
Håndbok 111, 2003
- 3 Gustafsson M, Blomqvist G, Gudmunsson A og Jonsson P  
PM Partikkelmåtningar  
VTI Desember 2007
- 4 Hans Bendtsen og Erik Nielsen  
DRI - DWW Thin Layer Project - Final report  
Report 159, 2008  
Vejteknisk Institut, Danark
- 5 Knut Veisten  
Nyttekostnadsanalyse av støytiltak  
Arbeidsdokument SM/1751/2005  
Transportøkonomisk Institutt
- 6 Ulf Sandberg  
Vägbelägningars effekt på trafikbuller – Mätmetoder och bullerpåverkan  
Innlegg på Vägverkets seminar ”Val av belägning med hänsyn till miljön”  
Borläng, 30. oktober 2007
- 7 Jan Voskuilen. Rijkswaterstaat  
Experience with porous asphalt in the Netherlands  
Presentasjon på seminaret ”Enrobé drainan oui ou non? ved Écol Polytechnique  
Fédérale de Lausanne, LAVOC, 2005  
<http://lavocwww.epfl.ch/JT/2005/JT05.htm>
- 8 <http://www.koac-npc.nl/Flex/Site/Download.aspx?ID=1284>
- 9 Bjørn Ove Lerfald  
Analyse av borprøver fra Bjørkelangen (Miljøvennlige vegdekker)  
SINTEF rapport SBF IN A07008
- 10 Rapport KOLO Veidekke a.s  
"Støysvake vegdekker", Laboratoriearbeid
- 11 Folkehelseinstituttet  
Veidekker: Svevestøv og helse  
Rapport 2004:4
- 12 Federal Highway Administration  
The little book of quieter pavements  
FHWA-IF-08-004, July 2007

- 13 Leif Jørgen Bakløkk  
Miljø som kriterium for valg av dekketype  
Innlegg på sluttseminar for etatsprosjektet Miljøvennlige vegdekker,  
Trondheim, 10.-11.9.2008
- 14 Guy Descornet  
Noise classification of urban road surfaces. State-of-the-art  
Silence. WP F4.1 Deliverable FD 11. 03/02/2006
- 15 INQUEST Information Network on Quiet European road Surface Technology  
Deliverable D07 “7th INQUEST Workshop – Ljubljana (Slovenia) – 25th April  
2008” (Report)
- 16 NS EN ISO 11819-1 Akustikk - Måling av vegdekkers innvirkning på  
trafikkstøy - Del 1: Statistisk metode ved kjøretøypassering (ISO 11819-1:1997)
- 17 ISO/CD 11819-2: Acoustics- Measurement of the influence of road surfaces on  
traffic noise - Part 2: The close-proximity method.
- 18 ISO 13472-1:2002. Acoustics -- Measurement of sound absorption properties  
of road surfaces in situ -- Part 1: Extended surface method
- 19 ISO 13473-2:2002. Characterization of pavement texture by use of surface  
profiles -- Part 2: Terminology and basic requirements related to pavement  
texture profile analysis
- 20 ISO/TS 13473-4:2008 Characterization of pavement texture by use of surface  
profiles -- Part 4: Spectral analysis of surface profiles
- 21 Bent Andersen, Jørgen Kragh og Hans Bendtsen  
Acoustic performance – low noise road pavements  
Danish Road institute, Technical note 44, 2006
- 22 Ivar Horvli  
Miljøvennlige vegdekker. Drift og vedlikehold av porøse asfaltdekke  
Teknologirapport 2545, Statens vegvesen, Teknologivdelingen 2009-01-20
- 23 Jørgen Kragh  
Noise Classification – Asphalt pavements  
Danish Road institute, Technical note 61, 2007
- 24 Vejregelrådet  
1. generationssystem for udbud og dokumentation af støjreducerende slidlag  
”SRS”  
Vejdirektoratet, Vejregelforberedende rapport November 2006
- 25 Rob Hofman  
Low noise pavements. Classification and experience in Netherlands  
Presentation at the INQUEST Workshop on the classification of road surface  
noise characteristics. Copenhagen 16-17 September 2008

- 26 Torbjörn Jacobson og Lars-Göran Wågberg  
Utveckling och uppgradering av prognosmodell för beläggnings slitage från dubbade däck samt en kunnskapsöversikt över innverkande faktorer.  
Version 3.2.03, VTI notat 7-2007.
- 27 Jan Voskuilen  
Improved construction and maintenance techniques for two layer porous asphalt  
Innlegg på IPG seminar 17.-18.6.2008 Nederland
- 28 B. W. Sluer  
Paving the way forward. A case study in innovation and process control  
Innlegg på IPG seminar 17.-18.6.2008 Nederland
- 29 ISO/TC 43/SC 1 N 1748  
Resolutions adopted at the 26th plenary meeting of ISO/TC 43/SC 1 "Noise",  
2008-05-29/30 in Borås, Sweden
- 30 ISO 10844:1994  
Acoustics - Specification of test tracks for the purpose of measuring noise  
emitted by road vehicles
- 31 Some recent experiences with tyre noise measurements  
Prepared for GRB Feb 2008 Issued by the Netherlands  
<http://www.unece.org/trans/doc/2008/wp29grb/ECE-TRANS-WP29-GRB-47-inf09e.pdf>
- 32 Phil Morgan  
UK HAPAS Noise Certification Scheme  
Presentation at the INQUEST Workshop on the classification of road surface  
noise characteristics. Copenhagen 16-17 September 2008
- 33 Sandberg U., Ejsmont J., "Tyre/Road Noise Reference Book", INFORMEX,  
Harg, SE-59040, Kisa, Sverige (2002).
- 34 G Descornet & L. Goubert  
Noise classification of road pavements. Task 1: Technical background  
information.  
ENV DG. Draft report June 2006
- 35 Svein Å Storeheier  
Undersøkelse av tekstur i vegdekker  
Innlegg på sluttseminar for etatsprosjektet Miljøvennlige vegdekker,  
Trondheim, 10.-11.9.2008
- 36 Snilsberg, B.  
Pavement wear and airborne dust pollution in Norway  
Characterization of the physical and chemical properties of dust particles.  
NTNU Juni 2008
- 37 ASTRA/BAFU, Sveis  
Lärmarmer Strassenbeläge innerorts. Jahresbericht 2005

- 38 Knut Veisten og Juned Akhtar  
Konsekvensanalyse: Resultater fra regnearkmodell med usikkerhet-  
/følsomhetsanalyse.  
Teknologirapport 2548, Statens vegvesen, Teknologivdelingen 2009-01-26
- 39 Leif Otto Hagen, Steinar Larsen og Jan Schaug  
Miljøfartsgrense i Oslo. Effekt på luftkvaliteten av redusert hastighet på Rv 4  
NILU OR 41/2005
- 40 Nils Uthus og Brynhild Snilsberg  
Miljøvennlige vegdekker. Sluttrapport for arbeidspakke 3: Støv  
Teknologirapport 2544, Statens vegvesen, Teknologivdelingen 2009-02-16
- 41 Mike Ainge  
Traffic Noise. U.K. Perspective on Surfaces  
United Nations Economic Commission for Europe  
44th GRB Session 4. – 6. sept 2006
- 42 Luc Goubert et al  
Performance management of low noise pavements, a decision support guide  
ERA-NET ROAD, Technical Report, November 2007
- 43 Ulf Sandberg, Bjørn Kalman og Roger Nilsson  
Design Guidelines for Construction and Maintenance of Poroelastic Road  
Surfaces.  
SILVIA Project Report, SILVIA-VTI-005-02-WP4-141005
- 44 Statens vegvesen  
Vegnormaler. Håndbok 018 Vegbygging  
Januar 2005
- 45 Statens vegvesen  
Reseptorienterte asfaltkontrakter, kontroll og dokumentasjon av utførelse  
Teknologirapport 2505, januar 2008
- 46 Bjørn Ove Lerfald  
Miljøvennlige vegdekker. Sluttrapport forsøksstrekninger  
Teknologirapport 2546, Statens vegvesen, Teknologivdelingen 2009-01-19



**Statens vegvesen**

Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep  
N - 0033 Oslo

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

ISSN 1504-5005