



**SINTEF Byggforsk AS**  
Veg- og jernbaneteknikk

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse: Høgskoleringen 7A  
Telefon: 73 59 46 10  
Telefaks: 73 59 14 78

Foretaksregisteret: NO 989 015 540 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Miljøvennlige vegdekker.  
Oppfølging av forsøksdekker 2005 – materialtekniske  
undersøkelser.**

FORFATTER(E)

Bjørn Ove Lurfald

OPPDRAGSGIVER(E)

Statens vegvesen, Veg- og trafikkfaglig senter (Tek-T)

RAPPORTNR. <b>SBF53 A06003</b>	GRADERING <b>Åpen</b>	OPPDRAGSGIVERS REF. <b>Jostein Aksnes</b>	
GRADER. DENNE SIDE <b>Åpen</b>	ISBN <b>82-14-04000-0</b>	PROSJEKTNR. <b>530006</b>	ANTALL SIDER OG BILAG <b>24 + 5 bilag</b>
ELEKTRONISK ARKIVKODE I:\pro\530006 Miljøvennlige vegdekker - forsøksstrekninger 2005\Rapport\RAPPORT1forsøksstrekninger2005.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <b>Bjørn Ove Lurfald</b>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <b>Even K. Sund</b>
ARKIVKODE <b>530006</b>	DATO <b>2006-06-07</b>	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <b>Inge Hoff, forskningssjef</b>	

## SAMMENDRAG

Statens vegvesen, Vegdirektoratet (Tek-T) har startet et prosjekt med tittelen "Miljøvennlige vegdekker". Prosjektet er planlagt gjennomført i perioden 2004 – 2008.

Prosjektet "Miljøvennlige vegdekker" har følgende effektmål:

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

Det er en stor utfordring å skulle oppnå samtidig forbedring av både slitasjeegenskapene og de støydepende egenskapene til et asfaltdekke.

I prosjektet er det lagt ut totalt 19 forsøksstrekninger i 2005. Følgende resultatmål er viktige for de data som skal registreres ved oppfølging av forsøksstrekningene:

- *Skaffe oversikt over støyegenskapene for eksisterende norske vegdekker*
- *Utvikle funksjonskrav for tette og åpne dekker for bruk i tettbygd strøk. Funksjonskrav betyr i denne sammenheng krav til støyreducerende effekt og til varighet av denne (evt. teksturkrav) samt krav til sporutvikling og støvsammensetning. Kravene differensieres ut fra trafikkmengde, piggdekkandel, hastighet og klima.*

I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelser av mekaniske egenskaper for utvalgte dekketyper som er lagt i 2005. Det er foretatt analyser av originalt bindemiddel, verksblandet masse og fra borprøver tatt ut etter legging på veg. Det er også angitt mulige problemstillinger som kan være aktuelle å arbeide videre med for å utvikle mer miljøvennlige vegdekker.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Vegteknikk	Highway engineering
GRUPPE 2	Asfalt	Asphalt
EGENVALGTE	Materialteknologi	Materials technology

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Forsøksrekninger 2005</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Laboratorieundersøkelser</b>	<b>6</b>
4.1	Råmaterialer	6
4.2	Verksblandet masse	6
4.3	Borprøver fra felt	6
<b>5</b>	<b>Beskrivelse av metoder</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Resultater</b>	<b>9</b>
6.1	Råmaterialer	9
6.2	Verksblandet masse	9
6.2.1	Bestemmelse av E-modul	9
6.2.2	Ekstraksjon	13
6.2.3	Spesifikk densitet bestemt ved bruk av metoden "Rice-densitet"	15
6.3	Borprøver fra felt	15
6.3.1	Trøger	15
6.3.2	Analyser av bindemiddel	19
<b>7</b>	<b>Vurderinger</b>	<b>20</b>
7.1	Materialdata	20
7.2	Strukturelle egenskaper (E-modul)	20
7.3	Slitasjeegenskaper	21
<b>8</b>	<b>Konklusjoner og anbefalinger</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>Referanser</b>	<b>24</b>

Bilag 1	Arbeidsresepter for forsøksrekninger
Bilag 2	Prøvedata laboratorieproduserte prøver for testing av E-modul
Bilag 3	Resultater fra testing av E-modul
Bilag 4	Ekstraksjon av masseprøver
Bilag 5	Resultater fra Trøger

## 1 Bakgrunn

Statens vegvesen, Vegdirektoratet (Tek-T) har startet et prosjekt med tittelen ”Miljøvennlige vegdekker”. Prosjektet er planlagt gjennomført i perioden 2004 – 2008.

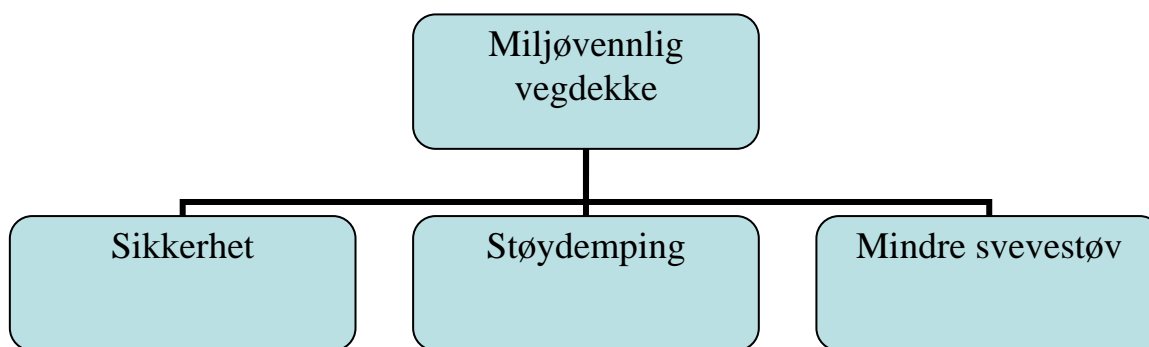
Stortinget har vedtatt en målsetting om å redusere støyplagene med 25 % fra 1999 til 2010. I regjeringens miljøvernpolitikk (St.meld. 25, 2002-2003) legges det opp til å redusere støyen ved kilden. Her er det også pekt på at en betydelig del av innsatsen må gjøres innenfor vegtrafikk siden dette er hovedkilden for støyplagene.

Når det gjelder luftkvalitet har Norge, og de andre nordiske land hvor det brukes piggedekk, et problem med for høye konsentrasjoner av svevestøv under tørre værforhold vinters tid. Her er det kommet retningslinjer fra EU som skal oppfylles innen 2005 og som ytterligere skjerpes fra 2010.

Prosjektet ”Miljøvennlige vegdekker” har følgende effektmål:

- Færre støyplagede langs norske veier og gater
- Bedre luftkvalitet i tettbygd strøk

Begrepet miljødekker omfatter flere miljømessige egenskaper som vist i figur 1.



*Figur 1 Miljøegenskaper knyttet til et miljødekke.*

## 2 Innledning

Det er en stor utfordring å skulle oppnå samtidig forbedring av både slitasjeegenskapene og de støydempende egenskapene til et asfaltdekke.

Slitasjeegenskapene har vist seg å bli bedre med økende steinstørrelser og mer slitesterke tilslagsmaterialer (største steinstørrelse 11 - 16 mm). De såkalte tynndekker som man konsentrerer seg om i denne fasen av prosjektet, og som kan ha positive støydempende egenskaper, består av tilslag med relativt små steinstørrelser (største steinstørrelse 4 – 8 mm).

Asfaltdekkene som er utviklet for å være slitesterke mot piggdekkslitasje vil, etter at mørtelen er slitt bort over og rundt steinkornet, slite på steinoverflaten.

Slitestykken til tynndekker vil trolig også være avhengig av kvaliteten på steinmaterialet, men like viktig vil trolig egenskapene til mørtelen være. Et sentralt spørsmål vil være om det er mulig å forbedre mørtelens egenskaper slik at de støydempende egenskaper blir ivarett samtidig som man får et asfaltdekke som har tilfredsstillende egenskaper mht slitasje og friksjon.

Dekket skal også være bestandig mot klimatiske påvirkninger. Spesielt vil bestandighet mot saltpåvirkning være viktig da de fleste av strekningene hvor støy- og støvdemping er aktuelt ligger i områder som saltes om vinteren for å forbedre friksjonen.

I prosjektet er det lagt ut totalt 19 forsøksstrekninger i 2005. Følgende resultatmål er viktige for de data som skal registreres ved oppfølging av forsøksstrekningene:

- *Skaffe oversikt over støyegenskapene for eksisterende norske vegdekker (det er allerede gjennomført en del kartlegging av typiske norske dekker). Det vil være aktuelt å foreta en registrering av egenskapene under forskjellige forhold og hvordan egenskapene endrer seg over tid for de aktuelle forsøksstrekninger.*
- *Utvikle funksjonskrav for tette og åpne dekker for bruk i tettbygd strøk. Funksjonskrav betyr i denne sammenheng krav til støyreducerende effekt og til varighet av denne (evt. teksturkrav) samt krav til sporutvikling og støvsammensetning. Kravene differensieres ut fra trafikkmengde, piggdekkandel, hastighet og klima.*

I prosjektet registreres hvor stor støyreducerende effekt som kan oppnås ved bruk av tradisjonelle dekker med redusert maksimal steinstørrelse. Støyegenskapene for disse dekkene sammenlignes med ulike ”spesialdekker” fra entreprenørene. Disse resultater vil være med å gi et grunnlag for utforming av funksjonskrav mhp støyegenskaper.

Det er videre et resultatmål for prosjektet å utvikle funksjonskrav til dekker for bruk i tettbygd strøk. Ut fra prosjektets målsetting om å utvikle miljøvennlige vegdekker vil følgende egenskaper være viktigst:

- Støy fra trafikken
- Mengde svevestøv (slitasje)
- Trafikksikkerhet (friksjon)

I tillegg til disse vil følgende funksjonelle egenskaper være viktige:

- Bestandighet (vegdekket skal fungere som tiltenkt over flere år)
- Strukturelle egenskaper (f.eks stivhet/E-modul og deformasjonsegenskaper)

I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelse av mekaniske egenskaper for utvalgte dekketyper som er lagt i 2005. Det er foretatt analyser av originalt bindemiddel, verksblandet masse og fra borprøver tatt ut etter legging på veg.

### 3 Forsøksstrekninger 2005

I tabell 1 er det vist en oversikt over samtlige forsøksstrekninger som er lagt ut i 2005.

Tabell 1 Oversikt over forsøksstrekninger som er lagt i 2005

Nr	Dekketype	Binde- middel	Hastighet (km/t)	ÅDT	Spesielle tilsetninger	Entrepr.	Merknad
1 <sup>*)</sup>	Ab 6	PG 64-28				Lemmink.	Ev 6 Stange
2	T8g	PG 64-28			gummi	”	”
3	Da 11	PG 64-28				”	”
4	Whisperasfalt (Wa 8)	PG 64-28				”	”
5	Ska 6		80			”	Ev 18 Mastemyr
6	Ska 8		80			”	”
7	Ska 11		80			”	”
8	Ska 16		80			”	”
9	Ska 6	70/100	80	2700		Kolo Veid.	Rv 715 Trolla
10	Ska 8	70/100	80	2700		”	”
11	Ska 11	70/100	80	2700		”	”
12	Ab 6	70/100	80	2700		”	”
13	Ab 8	70/100	80	2700		”	”
14	Ab 11	70/100	80	2700		”	”
15	Ska 11	70/100		10000	gummigr., 1%	”	Ev 6 Melhus
16	Ska 11	70/100		10000	gummigr., 3%	”	Ev 6 Melhus
17	Ab 6		80	4200		”	Ev 16 Hønefoss
18	Ab 8		80	4200		”	”
19	Ab 11		80	4200		”	”

<sup>\*)</sup> For dekketyper angitt i kursiv er det foretatt oppfølging med laboratorieundersøkelser.

Nøyaktig beliggenhet av forsøksdekkene i region Midt er vist i tabell 2.

Tabell 2 Stedsangivelse av forsøksstrekninger i region Midt.

Nr.	Dekketype	Vegnr.	Hp	Fra km.	Til km	Merknad
9	Ska 6	Rv 715	02	6,140	6,382	
10	Ska 8	”	02	5,140	5,390	
11	Ska 11	”	02	5,640	5,890	
12	Ab 6	”	02	5,890	6,140	
13	Ab 8	”	02	4,890	5,140	
14	Ab 11	”	02	5,390	5,640	
15	Ska 11 (1% gummi)	Ev 6	08	6,250	6,510	Høyre felt, nordgående retn.
16	Ska 11 (3% gummi)	”	08	6,210	6,470	Venstre felt, nordgående retn.

## 4 Laboratorieundersøkelser

I denne undersøkelsen er følgende funksjonelle egenskaper undersøkt:

- Slitasjeegenskaper
- Strukturelle egenskaper (stivhet/E-modul)

I tillegg er det utført noen materialtekniske undersøkelser.

### 4.1 Råmaterialer

Arbeidsresepter for alle dekker som er fulgt opp i laboratoriet er vist i bilag 1 (med unntak av Wa 8 og T8g fra Stange) og data for materialene som er benyttet framgår av disse. Penetrasjon og mykningspunkt er bestemt for originalt bindemiddel.

### 4.2 Verksblandet masse

Det ble tatt ut 250 kg verksblandet masse av hver dekketype som inngikk i laboratorieundersøkelsen. Dette fordi disse forsøksdekkene er aktuelle til å inngå i et eget prosjekt som spesielt vil fokusere på problemstillingen; ”*Bestandighet av asfaltdekker*”.

I denne undersøkelsen er følgende egenskaper bestemt:

- Stivhet (E-modul). E-modulen er testet i Nottingham Asphalt Tester (NAT) (ikke destruktiv testing). Resultatene kan videre benyttes ved vurdering av stivhetsdata mhp støy. Det er sammenheng mellom stivhet og støy (mekanisk impedans).
- Ekstraksjon av masseprøver uttatt i verk med bestemmelse av bindemiddelinhold, siktekurve og spesifikk densitet av steinmateriale.

### 4.3 Borprøver fra felt

Det ble tatt ut en prøveserie fra hver strekning (prøvene ble tatt ut i et profil hvor overflaten var homogen og representativ for strekningen).

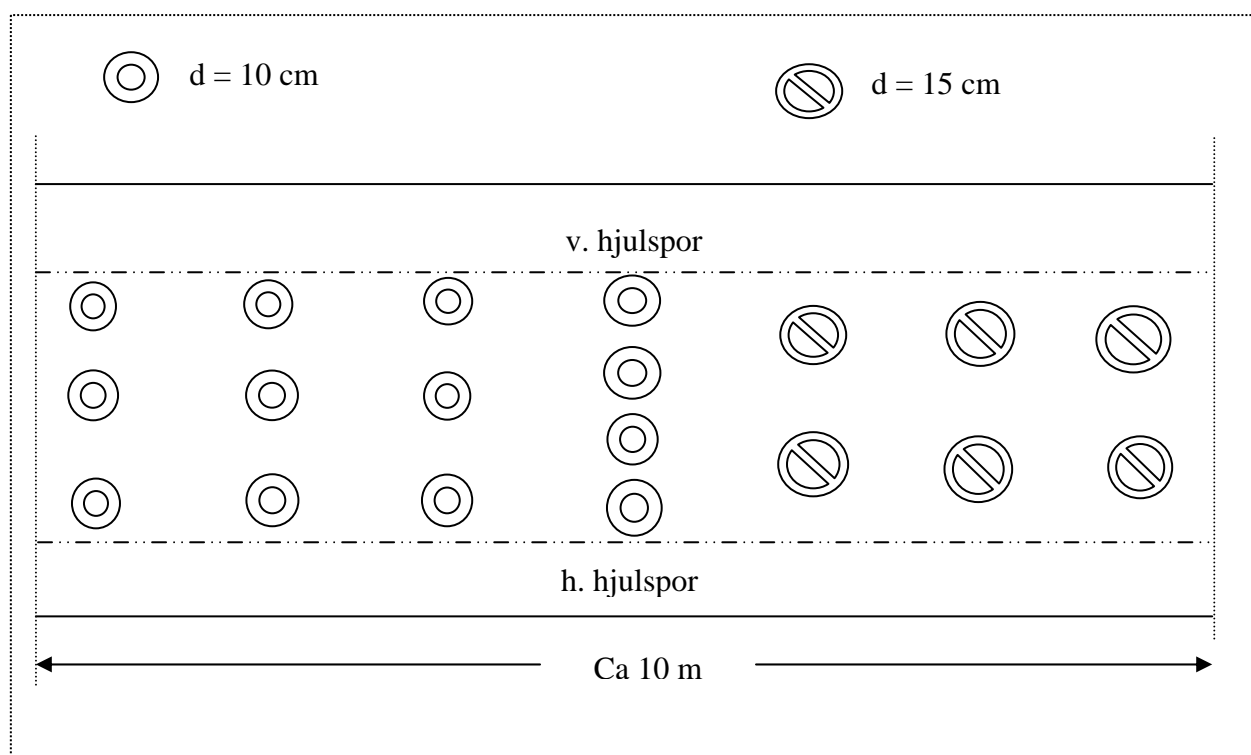
Følgende egenskaper er vurdert:

- Slitasjeegenskaper, Trøger.
- Bindemiddelegenskaper, penetrasjon og mykningspunkter utført på utvalgte dekker; Da 11 fra Stange, Ska 8 og Ab 8 fra Trolla og Ska 11 med 1 % gummigranulat fra Melhus.

Stedsangivelse for uttak av prøver er angitt i tabell 3 og en prinsippskisse av prøveuttaket er vist i figur 2.

Tabell 3 Stedsangivelse for uttak av borprøver

Nr.	Dekketype	Vegnr.	Hp	Fra km.	Til km
1	Ab 6	Ev 6	01	0,910	1,180
2	T8g	"	01	7,040	7,308
3	Da 11	"	01	9,130	9,498
4	Whisperasfalt	"	01	8,750	9,130
9	Ska 6	Rv 715	02	6,185	6,196
10	Ska 8	"	02	5,253	5,263
11	Ska 11	"	02	5,760	5,773
12	Ab 6	"	02	6,041	6,054
13	Ab 8	"	02	4,964	4,972
14	Ab 11	"	02	5,472	5,483
15	Ska 11 (1% gummi)	Ev 6	08	6,266 (ytre felt)	6,276
16	Ska 11 (3% gummi)	Ev 6	08	6,266 (indre felt)	6,276



Figur 2 Prinsippskisse som viser plassering av borprøver

## 5 Beskrivelse av metoder

Det gis en kort beskrivelse av de metoder som er benyttet i laboratorieundersøkelsen.

### Penetrasjon

Penetrasjonstallet er et uttrykk for bitumenets stivhet. Testen er utført ved 25°C i henhold til metode 14.512 i håndbok 014 [1].

### Mykningspunkt

Mykningspunkt er bestemt i henhold til metode 14.514 i håndbok 014 [1].

### Stivhet (E-modul)

Asfaltmassens E-modul er bestemt ved bruk av Nottingham Asphalt Tester (NAT) og er utført i henhold til EN 12697-26, "*Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 26: Stiffness*".

### Trøgger

Asfaltdekkenes slitasjeegenskaper er vurdert ved bruk av Trøgger. Borprøver fra felt er benyttet i undersøkelsen og testen er utført i henhold til metode 14.742 i håndbok 014 [1].



## 6 Resultater

### 6.1 Råmaterialer

Resultater etter bestemmelse av penetrasjon og mykningspunkt på originalt bindemiddel er vist i tabell 4.

Tabell 4 Data for originalt bindemiddel

Bindemiddeltipe	Pen (1/10 mm), (25 °C)	Mykningspkt (°C)	Merknad
PG 64-28 (Lemflex A)	88	63,9	Benyttet i Ab 6, T8g, Da11 og Whisperasfalt (Stange)
70/100	79	45,8	Benyttet i Trolle i dekketyperne Ska 6, 8 og 11, samt Ab 6, 8 og 11.
70/100	73	47,1	Benyttet på Melhus

### 6.2 Verksblandet masse

#### 6.2.1 Bestemmelse av E-modul

Det er tillaget prøver i laboratoriet for bestemmelse av E-modul for de ulike dekketyperne. Prøvene er laget ved bruk av gyrotor og det er tilstrebet samme hulrom som i felt. Under tillaging av prøvene ble gyrotoren innstilt til å lage prøver med hulromverdier som angitt som *tilsiktet hulrom* i reseptene. Figur 3 viser et bilde av gyrotoren.



*Figur 3 Tillaging av prøver i gyrtator.*

Tillaging av prøver fra de ulike dekketyper var i hovedsak uproblematisk. Under tillaging av prøver fra dekketyperne med relativt høyt hulrom var det imidlertid nødvendig å "spjelke" prøvene som vist i figur 4. "Spjelkingen" ble fjernet når temperaturen i prøvene var noe redusert slik at prøveklossene var stabile. Noen prøver måtte også avkjøles i formen før de ble tatt ut.



*Figur 4 Tillaging av prøver med høyt hulrom*

Før testing av prøvene ble høyder, diameter, densitet og hulrom for hver enkelt prøve bestemt. Det vises til bilag 2 for detaljerte prøvedata. I beregningene er data fra resepter benyttet.

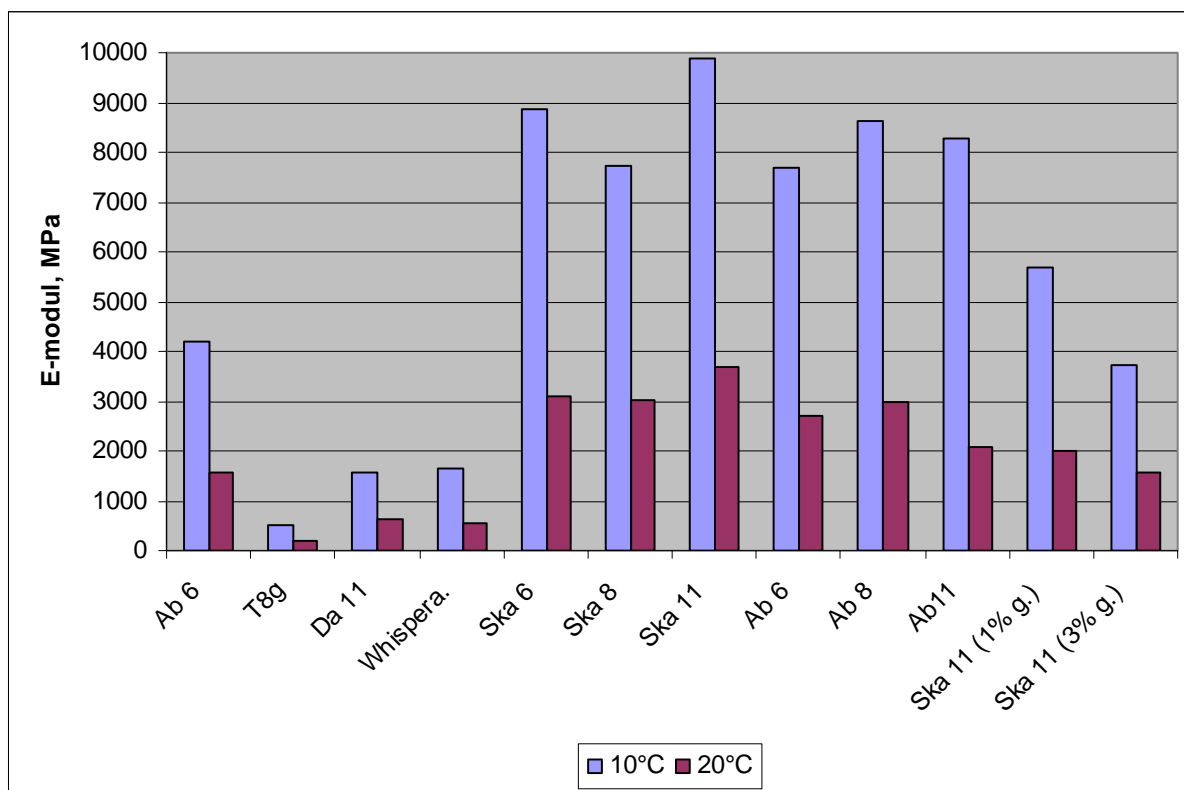
Bestemmelse av E-modul er utført ved 10°C og ved 20°C. Figur 5 viser testapparatet. Resultatene er vist i tabell 5 og figur 6. Detaljerte resultater er vist i bilag 3.



*Figur 5 Bestemmelse av E-modul i Nottingham Asphalt Tester (NAT)*

*Tabell 5 E-modul ved 10°C og 20°C (middelverdier)*

<b>Nr</b>	<b>Dekketype</b>	<b>E-modul 10°C (MPa)</b>	<b>E-modul 20°C (MPa)</b>
1	Ab 6	4177	1573
2	T8g	524	179
3	Da 11	1561	630
4	Whisperasfalt	1645	557
9	Ska 6	8875	3105
10	Ska 8	7706	3012
11	Ska 11	9899	3700
12	Ab 6	7692	2714
13	Ab 8	8637	2992
14	Ab 11	8283	2072
15	Ska 11 (1% gummi)	5670	1998
16	Ska 11 (3% gummi)	3737	1562



Figur 6 E-modul ved 10°C og 20°C

### 6.2.2 Ekstraksjon

Det er gjennomført ekstraksjon av masseprøver fra verk med bestemmelse av bindemiddelinhold, siktekurve og spesifikk densitet for steinmaterialet. Siktekurver er vist i bilag 4 (med unntak av Wa 8 og T8g fra Stange) mens bindemiddelinhold og spesifikk densitet er vist i tabell 6. I tabell 7 gis det en vurdering av siktekurve bestemt etter ekstraksjon. Figur 7 viser gummipartikler under sikting for bestemmelse av kornfordelingskurve for T8g.

Tabell 6 Data fra analyse av verksblandet masse

Prøve nr	Dekketype	Bindemiddelinhold, %		Spesifikk densitet, $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )		
		Tilsiktet	Beregnet	Steinmaterial	Masse	Resept
1	Ab 6	6,3 ± 0,4	6,52	2,692	2,570	2,456
2	T8g	8,0 ± 0,4	7,98	2,615	2,482	2,198
3	Da 11	4,9 ± 0,4	4,96	2,636	2,553	2,437
4	Whisperasfalt	6,2 ± 0,4	6,20	2,628	2,524	2,397
9	Ska 6	6,6 ± 0,4	6,24	2,840	2,693	2,611
10	Ska 8	6,4 ± 0,4	6,28	2,971	2,795	2,619
11	Ska 11	5,8 ± 0,4	5,99	2,872	2,725	2,661
12	Ab 6	6,1 ± 0,4	5,74	2,862	2,723	2,606
13	Ab 8	5,9 ± 0,4	6,15	2,879	2,726	2,606
14	Ab 11	5,6 ± 0,4	5,83	2,885	2,739	2,600
15	Ska 11 (1 % g)	6,5 ± 0,4	6,80	2,742	2,603	2,443
16	Ska 11 (3 % g)	7,5 ± 0,4	8,54	2,677	2,519	2,349

Tabell 7 Vurdering av siktekurve etter ekstraksjon

Nr	Massetype	Vurdering
1	Ab 6	Kurven ligger noe høyt og ligger klart utenfor grensekurver på sikt 4 mm sammenlignet med resept.
2	T8g	Ligger innenfor grensekurver. Figur 7 viser gummipartikler under sikting for bestemmelse av kornfordelingskurve.
3	Da 11	Ligger innenfor grensekurver for alle sikt, unntatt sikt 8 mm hvor kurven ligger på øvre grensekurve.
4	Whisperasfalt	Kurven ligger noe lavt og utenfor grensekurvene på siktene 0,5 og 1,0 mm.
9	Ska 6	Kurven ligger vesentlig høyere enn resepten.
10	Ska 8	Kurven ligger nært kurven for resepten, men noe lavere.
11	Ska 11	Kurven ligger noe høyere enn resepten og utenfor grensekurven på siktene 1, 2 og 4 mm.
12	Ab 6	Kurven ligger omtrent på resepten.
13	Ab 8	Kurven ligger omtrent på resepten
14	Ab 11	Kurven ligger omtrent på resepten og innenfor grensekurvene.
15	Ska 11 (1 % g)	Kurven ligger omtrent på resepten og innenfor grensekurvene.
16	Ska 11 (3 % g)	Kurven ligger utenfor grensekurvene for siktene 1, 2, 4, og 8 mm. En mulig forklaring kan være at gummigranulatet klumper seg og får en grovere fordeling enn det hadde i utgangspunktet.



Figur 7 Gummipartikler på sikt ved bestemmelse av kornfordelingskurve for T8g

### 6.2.3 Spesifikk densitet bestemt ved bruk av metoden ”Rice-densitet”

Spesifikk densitet ble også bestemt ved bruk av metoden ”Rice-densitet” (metode 14.5633 i [1]) for massetyper som inneholdt mye fiber og gummitilsetninger. Resultatene er vist i tabell 8.

Tabell 8      *Spesifikk densitet bestemt ved bruk av metoden ”rice-densitet”*

Massetype	Spesifikk densitet, $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )
T8g	2,289
Da 11	2,407
Whisperasfalt	2,349
Ska 11 (1 % gummigranulat)	2,472
Ska 11 (3 % gummigranulat)	2,356

## 6.3 Borprøver fra felt

### 6.3.1 Trøger

Det er utført Trøgerundersøkelser for å få en indikasjon på slitasjegenskapene til forsøksdekkene. Undersøkelsen er utført på 3 parallelle prøver fra hvert forsøksdekke. Prøvene er sagt på begge sider før testing, som vist prinsipielt i figur 8.



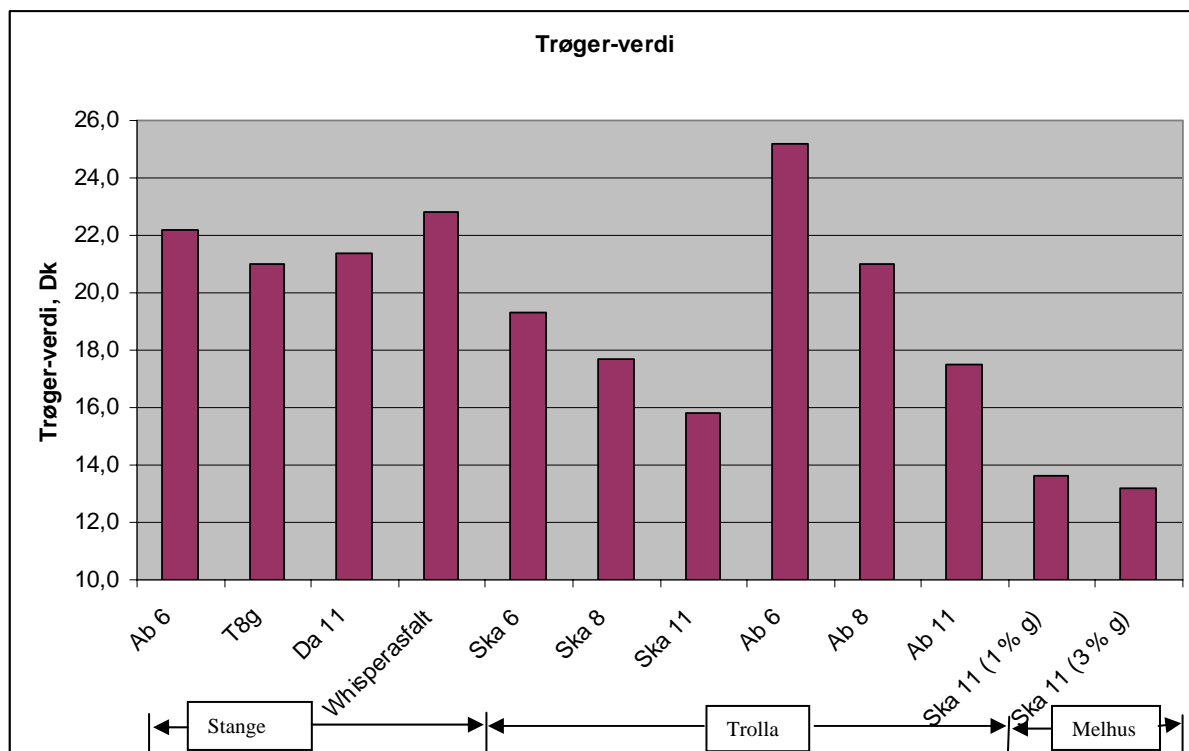
Figur 8      *Preparering av prøver med parallelle endeflater*

Resultatene fra Trøgerundersøkelsen er vist i tabell 9 og i figur 9. Midlere hulromsdata for massetyperne er også angitt i tabell 9. For detaljerte resultater vises til bilag 5.

Tabell 9 Resultater fra Trøger undersøkelse

Prøve nr	Dekketype	Beliggenhet	Midlere hulrom, % <sup>*)</sup>	Trøger-verdi, Dk	Vekttap, %
1	Ab 6	Stange	10,8	22,2	9,70
2	T8g	Stange	2,7	21,0	9,48
3	Da 11	Stange	21,4	21,4	10,82
4	Whisperasfalt	Stange	23,3	22,8	11,44
9	Ska 6	Trolla	7,6	19,3	9,25
10	Ska 8	Trolla	7,3	17,7	8,31
11	Ska 11	Trolla	7,9	15,8	7,75
12	Ab 6	Trolla	7,3	25,2	12,71
13	Ab 8	Trolla	9,0	21,0	10,41
14	Ab 11	Trolla	5,4	17,5	8,61
15	Ska 11 (1 % g)	Melhus	2,7	13,6	6,83
16	Ska 11 (3 % g)	Melhus	0,6	13,2	7,21

\*) Hulrom er beregnet ut fra data i resepter. Densitet er bestemt ved bruk av metode 14.5622 (geometrisk måling) i håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, for de drenerende dekketyper (prøve 3 og 4), mens metode 14.5624 (veiging vått og tørt) er benyttet for de øvrige massetyper.

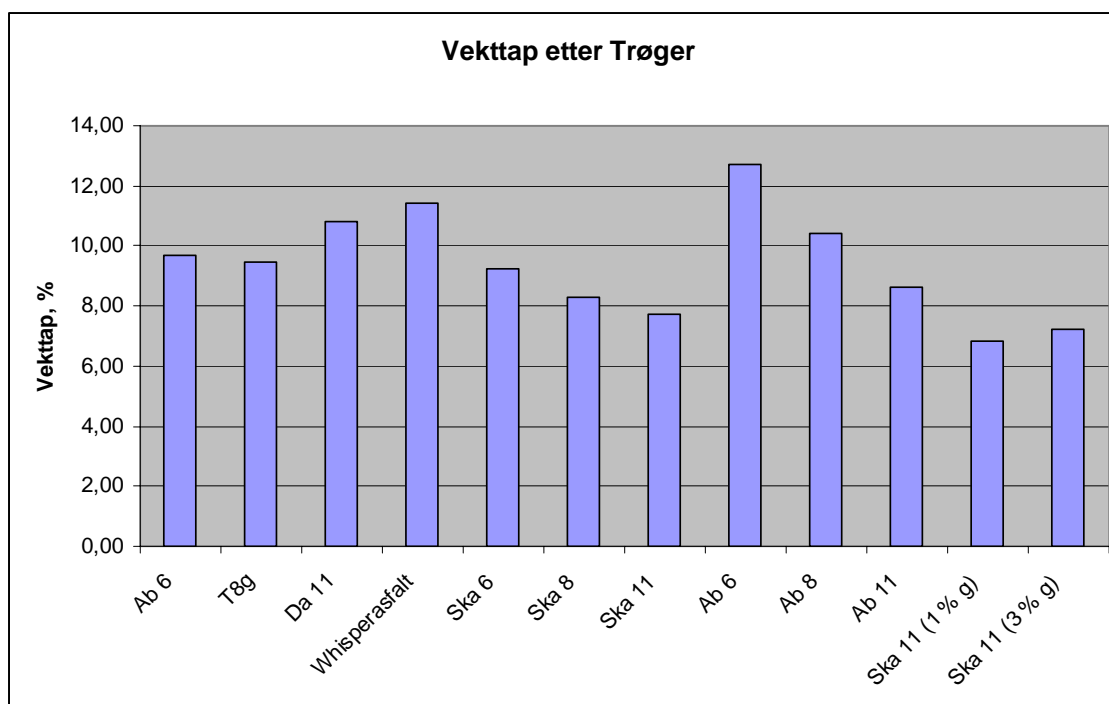


Figur 9 Trøgerverdier fra dekkene på Stange, Trolla og Melhus

En høy Trøgerverdi indikerer dårlige slitasegenskaper. Fra figur 9 ser vi klart at slitasegenskapene for dekkene med liten steinstørrelse er vesentlig dårligere enn dekkene med stor steinstørrelse. Sammenlignes Ab 6 fra Stange med Ab 6 fra Trolla så ser vi at dekket på



Stange har en lavere Trøgerverdi. I dekket på Stange er det benyttet PmB, og dette kan være en forklaring på denne forskjellen. Det må også bemerkes at det er benyttet forskjellig steinmateriale i de to massene. Ser vi på dekkene som er lagt i Trolla så synes Ska-dekkene å ha bedre slitasjeegenskaper enn Ab-dekkene. Ska 11 dekkene på Melhus som er tilsatt gummigranulat synes å ha bedre slitasjeegenskaper enn Ska 11 dekket som ble lagt i Trolla. Det må imidlertid bemerkes at steinmaterialet som er benyttet er forskjellig i de to reseptene. I Trolla er det benyttet steinmateriale fra Vassfjell, mens det på Melhus er benyttet steinmateriale fra Ottersbo. Da noen av dekketyperne har relativt høyt hulrom kan disse inneholde varierende mengde vann. Etter bestemmelse av Trøgerverdi ble prøvene tørket og totalt vekttap i % ble bestemt for alle prøvene. Middelverdien for vekttapet for hver enkelt massetype er vist i figur 10.



Figur 10 Vekttap etter Trøger for dekkene på Stange, Trolla og Melhus

Som det framgår av figur 10 er det ingen vesentlige endringer i forholdet mellom de ulike dekketyper dersom vekttapet sammenlignes med Trøgerverdiene. Det kan imidlertid bemerkes at Ska 11-dekket fra Melhus med 3 % gummi har et noe høyere vekttap enn dekket med 1 % gummitilsetning. Forskjellene er imidlertid relativt små.

I figurene 11 – 14 er det vist bilder av et utvalg prøver etter testing.



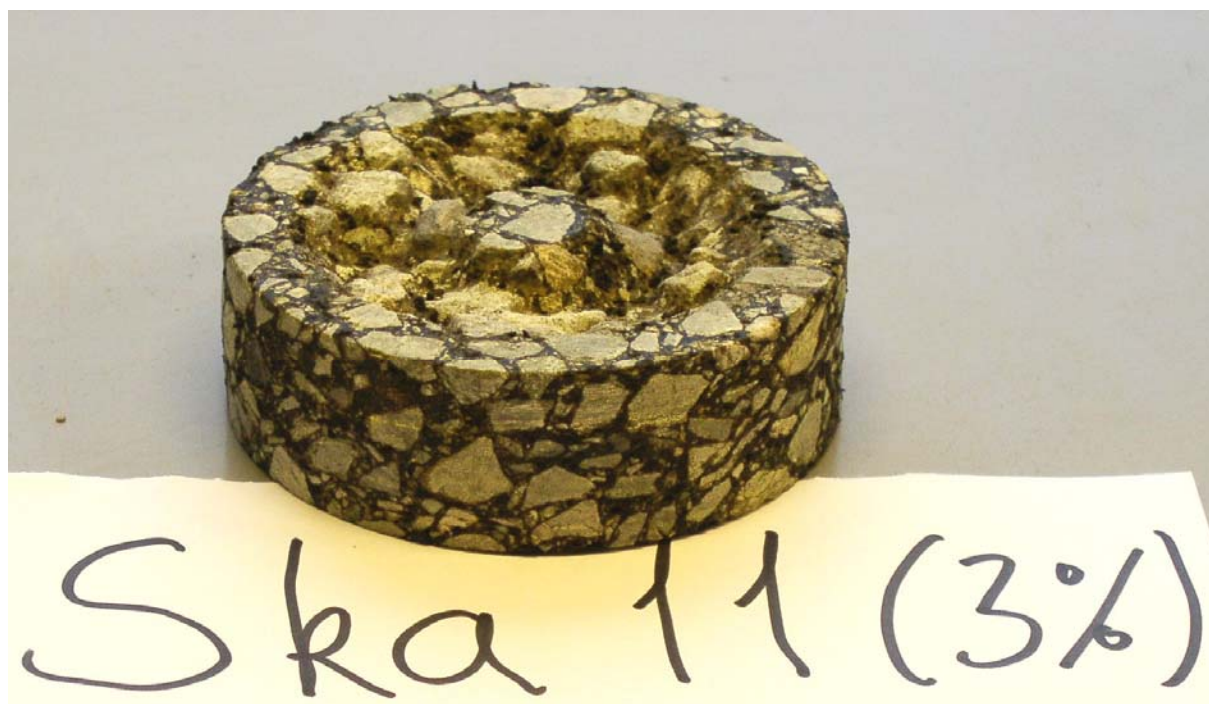
T8g

Figur 11 T8g fra Stange etter testing i Trøger



WHISPERASFALT

Figur 12 Whisperasfalt fra Stange etter testing i Trøger



Figur 13 Ska 11 med 3 % gummigranulat fra Melhus etter testing i Trøger



Figur 14 Ab 6 og Ab 11 fra Trolla etter testing i Trøger

### 6.3.2 Analyser av bindemiddel

Gjenvunnet bindemiddel fra borprøver er analysert ved bestemmelse av penetrasjonsverdi og mykningspunkt. Resultatene er vist i tabell 10.

Tabell 10 Analyser av bindemiddel fra borprøver tatt i felt

Nr.	Dekketype	Bindemiddelttype	Pen, 25 °C (1/10 mm)	Mykningspunkt (°C)
3	Da 11	PG 64-28	60	56,5
10	Ska 8	70/100	50	49,1
13	Ab 8	70/100	54	48,4
15	Ska 11 (1% gummi)	70/100	62	48,5

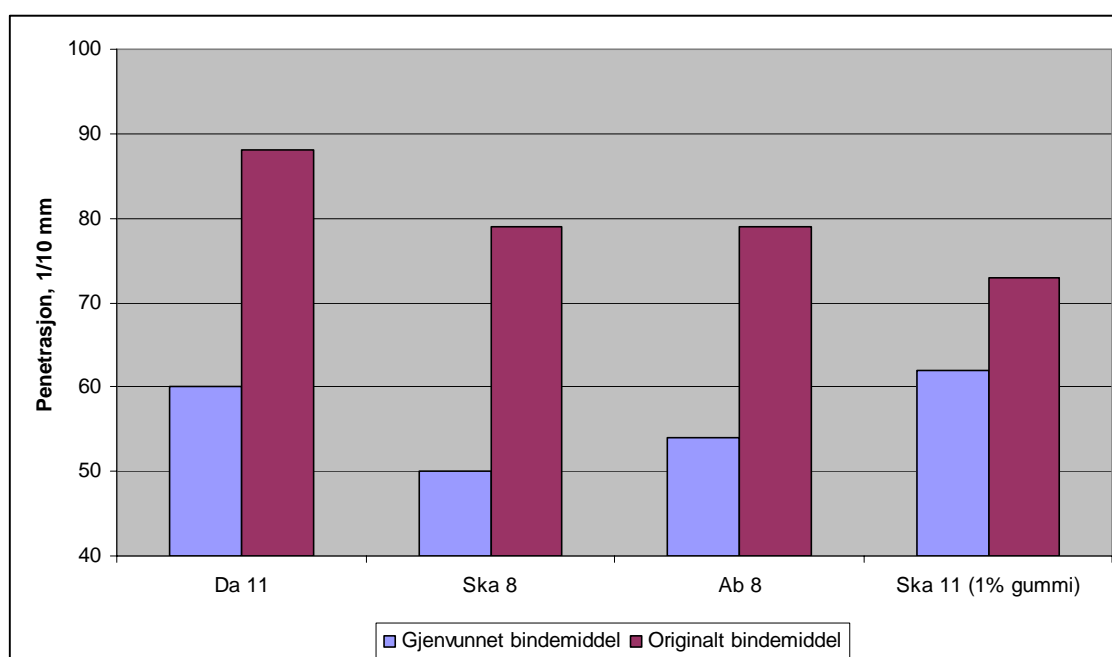
## 7 Vurderinger

### 7.1 Materialdata

Alle masstyper, med unntak av Ska 11 med 3 % gummigranulat, har et bindemiddelinhold som ligger innenfor toleransegrensene. Ska 11 med 3 % gummigranulat hadde i resepten et bindemiddelinhold på 7,5 %, mens ekstraksjonen viser et bindemiddelinhold på 8,54 %. Dette kan delvis skyldes at deler av gummigranulatet er smeltet og blitt en del av bindemiddelet.

Når det gjelder bestemmelse av kornfordelingskurver etter ekstraksjon så vises det til tabell 7 hvor det er gitt en vurdering av hver enkelt masstype.

Når det gjelder herdingen av bindemidlet så synes denne normal. Figur 15 viser at bindemiddelet fra Ska 11 tilsatt 1 % gummigranulat har markert mindre endring i penetrasjonsverdi for gjenvunnet bindemiddel, noe som indikerer mindre herding (se også tabell 4 og tabell 10).



Figur 15 Endring av penetrasjonsverdi for Da 11 fra Stange, Ska 8 og Ab 8 fra Trolla og Ska 11 fra Melhus

### 7.2 Strukturelle egenskaper (E-modul)

E-modul er bestemt ved 10 og 20 °C for laboratoriekompakterte prøver av verksblandet masse. Resultatene er vist i tabell 5 og figur 6. Krav til stivhet i nytt mix-design-system er angitt i tabell 11.

Tabell 11 Krav til stivhet (E-modul) ved 10 og 20 °C (MPa) [2]

Trafikk, ÅDT	Temperatur, °C	
	10	20
> 10000	4000 – 9000	> 1500
3000 – 10000	1000 – 6000	> 750
< 3000	-	-

Sammenlignes resultatene i tabell 5 og figur 6 med kravene til stivhet i tabell 11 ser vi at kravene ikke tilfredsstilles for masstypene T8g, Da 11 og Whisperasfalt verken ved 10 eller 20 °C for

ÅDT > 10000. E-modulen ved 10 °C for Ska 11 med 3 % gummigranulat er også noe for lav sammenlignet med kravene. For T8g er også E-modulene for lave for en ÅDT mellom 3000 og 10000. For Da 11 og Whisperasfalt er stivheten noe lav ved 20 °C for en ÅDT mellom 3000 og 10000.

### **7.3 Slitasjeegenskaper**

For å vurdere slitasjeegenskapene ble det utført Trøgerundersøkelser på borprøver fra felt. Resultatene er vist i tabell 9 og figurene 9 og 10. Som det framgår av resultatene gir massetypene med de minste steinstørrelser de dårligste slitasjeegenskapene. Også massetypene med høyt hulrom (Da 11 og whisperasfalt) gir dårlige slitasjeegenskaper. Ska 11 med tilsatt gummigranulat gir de laveste Trøgerverdiene, og dermed de beste slitasjeegenskapene. Sammenlignes Ab 6-massen fra Stange med Ab 6-massen fra Trolla så gir massen fra Stange noe bedre slitasjeegenskaper. Det er benyttet forskjellige steinmaterialer i de to massene. I massen fra Stange er det benyttet polymermodifisert bindemiddel (PmB). På bakgrunn av disse begrensede resultatene så synes det som at slitasjeegenskapene kan forbedres ved bruk av modifiserte bindemidler og bruk av spesielle tilsetninger for å oppnå bedre egenskaper for mørtelfasen i massen.

## 8 Konklusjoner og anbefalinger

Ved oppstarten av prosjektet "Miljøvennlige vegdekker" sto man foran to hovedretninger:

1. Videreutvikle konseptet med drenerende dekker. En stor del av prosjektet ville trolig måtte konsentrere seg om utvikling av effektive vedlikeholdsmetoder. Videre ville det være nødvendig å utvikle dekker som er bestandige mht deformasjon og forvitring.
2. Videreutvikle konseptet med tynndekker. Gitt at de skal være støyreducerende (liten steinstørrelse) må disse gjøres mer bestandige mht slitasje og nedbrytning fra salting og klimatiske forhold.

Drenerende dekker (dekker med høyt hulromsinnhold) har vist seg å ha positive egenskaper når det gjelder støyreduksjon. Det har imidlertid vært problematisk å opprettholde egenskapene over tid pga tiltetting fra slitasjestøv og sand. Dette er spesielt tydelig i vårt nordiske klima med utstrakt piggdekkbruk, tøffe vinterforhold mm. For at de drenerende dekkene skal være aktuelle til bruk i større omfang hos oss, er det derfor nødvendig å utvikle bedre rense- og vedlikeholdsmetoder. Drensdekkene må også bli mer bestandige mht deformasjon og forvitring. Resultatene etter oppfølging av dekketyper som ble lagt som forsøksdekker viser at de drenerende dekkene har dårlig slitasjemotstand (høy Trøgerverdi) og de har samtidig lav stivhet (E-modul). På denne bakgrunn kan det se ut som at disse dekketyper kan gi rask sporutvikling, både på grunn av slitasje og plastiske deformasjoner. Det vil også være interessant å se hvordan de støyreducerende egenskapene utvikler seg over tid.

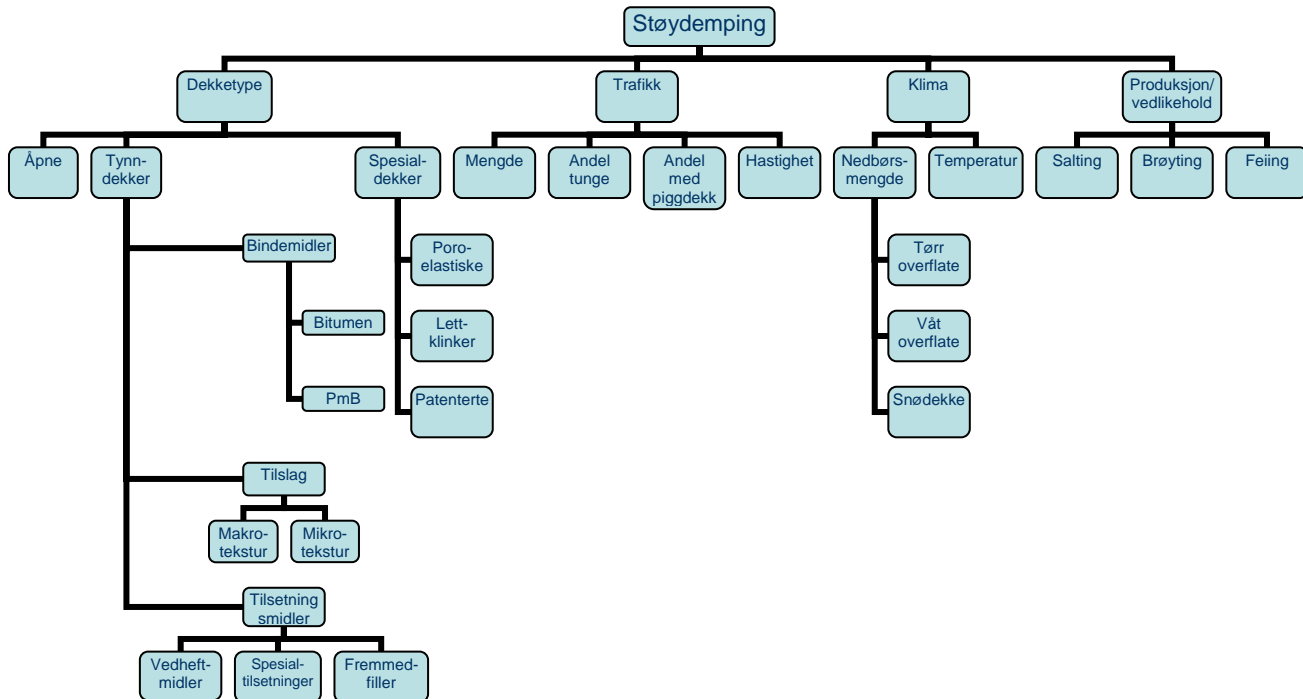
Tynndekker har også vist seg å ha positive støyreducerende evner. Spesielt gjelder dette dekker med maksimal steinstørrelse under 8 mm ( $d < 8$  mm). I arbeidet med å utvikle slitesterke asfaltdekker (mhp piggdekk) har det vist seg at dekker med grovt tilslag gir best slitestyrke. I nordisk klima vil vi dermed fort komme i konflikt mellom ønskene om et slitesterkt dekke (som skal gi mindre støvplager og bedre luftkvalitet) og et støysvakt dekke. Resultatene etter slitasjetesting (Trøger) viser at forsøksdekkene med liten steinstørrelse har dårligere slitasjemotstand (høy Trøgerverdi) enn massetyper med større steinstørrelse. Det synes derfor som at massetyper med liten steinstørrelse vil kunne gi en betydelig kortere levetid enn tilsvarende massetyper med større steinstørrelse.

Ut fra de begrensede resultatene som oppfølgingen av forsøksdekkene så langt gir, synes det som at det er en stor utfordring å utvikle mer bestandige dekketyper enn de som er benyttet. Dette gjelder både drenerende dekketyper og tynndekker med liten maksimal steinstørrelse.

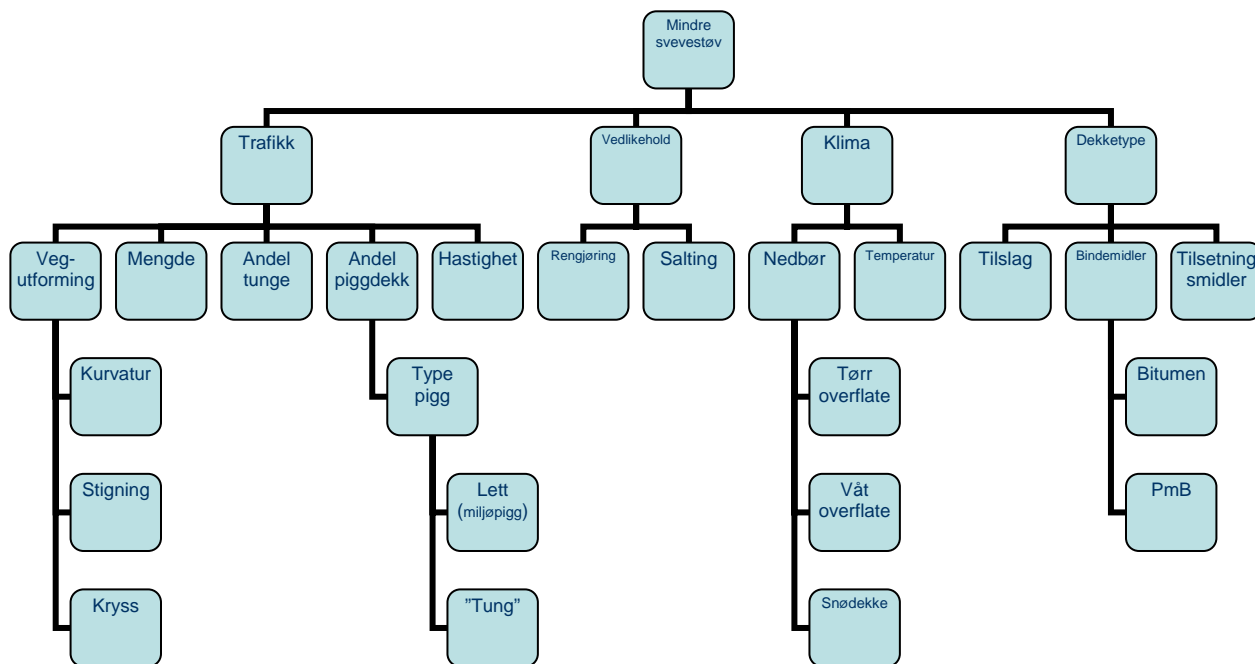
Et dekke med god bestandighet skal ivareta de funksjonsegenskapene dekket skal ha over tid. For å kunne utvikle mer bestandige dekker er det viktig å kjenne hvilke faktorer som påvirker bestandigheten. Viktige faktorer som påvirker dekkets bestandighet er blant annet:

- Vedheftsegenskaper.
- Ytre påvirkning (salt + vann + fryse-tinesyklus, trafikk, maks-/min.temperatur)
- For tynndekker vil finstoffandelens egenskaper ha spesielt stor betydning.
- Bindemiddelet (nødvendig med modifiserte bindemidler for å ivareta både de akustiske egenskaper og slitasjeegenskapene?).
- Proporsjonering
- Produksjon/utførelse
- Aldringsegenskaper

I figurene 16 og 17 er det vist faktorer som innvirker på hhv støy- og støvegenskapene til et asfaltdekke.



Figur 16 Faktorer som påvirker støyeenskapene til et asfaltdekke



Figur 17 Faktorer som påvirker støvproduksjonen fra et asfaltdekke

På denne bakgrunn kan det synes som at det vil være mulig å forbedre egenskapene til både et drenerende og et tett dekke dersom mørtelens egenskaper forbedres. For å forbedre de materialtekniske egenskapene mht til støy- og støvproblematikk vil trolig et større fokus på bruk av modifiserte bindemidler og fillerandelen kunne gi et positivt bidrag.

## 9 Referanser

- [1] Statens vegvesen, Håndbok 014, Laboratorieundersøkelser.
- [2] SINTEF-notat; *Nytt "mix-design-system". Prosedyre for proporsjonering av arbeider i 2005*. 2005-02-09.