

RAPPORT
KOLO VEIDEKKE a.s
"Støysvake vegdekker"

Laboratoriearbeid



Ås : 17.06.2006

INNHALDSFORTEGNELSE

Bakgrunn	2
<i>Mål</i>	2
Litteratur	2
Konseptbeskrivelse	4
Råmaterialer	5
<i>Steinmaterialer</i>	5
<i>Testresultater</i>	5
<i>Diskusjon</i>	5
<i>Bitumen</i>	6
<i>Testresultater</i>	6
<i>Diskusjon</i>	9
<i>Tilsatzmidler</i>	10
<i>Amin:</i>	10
<i>Hydratkalk:</i>	11
<i>Cellulosefiber:</i>	11
Proporsjonering	11
Massetesting	12
<i>Vannkjennslighet</i>	12
<i>Dynamisk kryp</i>	13
<i>Wheel track</i>	14
<i>Bindemiddel avrenning</i>	15
<i>Scuffing test</i>	15
<i>Cantabro</i>	16
<i>Dreneringstest</i>	18
Konklusjon / Oppsummering	20
Vedlegg	20

Bakgrunn

"Miljøvennlige vegdekker"
Vegdekkers støv- og støyegenskaper

Vegtrafikk er årsak til betydelig miljøbelastning. Stortinget har vedtatt ambisiøse mål for å redusere miljøbelastningen. Strategien er rettet mot tiltak som kan redusere plagene ved kilden. Dette er bakgrunnen for Statens vegvesens satsing på forsknings- og utviklingsprosjektet "Miljøvennlige vegdekker - Vegdekkers støv- og støyegenskaper".

Denne rapporten omhandler forsknings- og utviklingsdelen i laboratorium på støysvake asfaltdekker.

Mål

Utviklingsarbeidet skal fokusere på optimalisering av veggdekkenes miljøegenskaper slik at miljøbelastningen på omgivelsene reduseres og dermed bidrar til at de nasjonale miljømål med hensyn til støy oppfylles. Det ønskes, på bakgrunn av resultatene fra laboratoriarbeidet og prøveparsellen i felt, å lage retningslinjer for hvordan støysvake dekker bør utformes i fremtiden.

Litteratur

Tidligere arbeid i Norge med "støysvake dekker"¹ konkluderer med at vegdekkets akustiske egenskaper i hovedsak bestemmes av hulrommet, den nominelle steinstørrelsen og overflatestrukturen til asfaltmassen. Et høyt hulrom absorberer mer av lyden enn et lavt hulrom. Det viser seg også at man ved å redusere den nominelle steinstørrelsen sikrer en overflatestruktur som demper støyen bedre enn når man benytter en større nominell steinstørrelse og dekket vil i tillegg bli mer homogent da man lettere unngår separasjon i massen. Dette er viktig da man tidligere har sett at åpne drengasfalt-dekker er sårbare der hvor massen har separert.

Dette er ikke ulikt konklusjoner som man har kommet til i både europeiske² og amerikanske³ forskningsrapporter.

Hovedutfordringene vi står ovenfor i de skandinaviske landene, som ikke er like aktuelt i resten av Europa, er bruken av piggdekk på bilene om vinteren. Erfaringer viser at en større nominell steinstørrelse gir bedre slitasjemotstand mot piggdekk og derfor vil bedre bestandigheten på dekket. I tillegg vil et tradisjonelt "tett" dekke være mindre sårbart for vannkjennslighet og fryse/tine problematikk da vannet ikke trenger "inn" i dekket som i åpne drengasfalt-dekker.

I oversikten på neste side fra EAPA (European Asphalt Pavement Association) kan man se forventede dekkelevetider for åpne drengasfalt sammenlignet med tette tradisjonelle Ska

¹ Støysvake dekker "Proporsjonering og massesammensetning", Via Nova, 1993.


² Experiences with Porous Asphalt in the Netherlands, J. Voskuilen.

³ Asphalt Pavements Mitigate Tire/Pavement Noise, P.S. Kandhal, 2004.

dekker. Det kommer helt tydelig frem at for eksempel i Nederland prioriterer myndighetene de miljømessige fordelene ved støydempende dekker (PA), fremfor dekker med bedre bestandighet (SMA). Den samme dekke-levetidsutviklingen har blitt observert i Tyskland, men her benyttes det hovedsakelig SMA dekker.

Overview

Country	1st choice	years	2nd	years
Germany	SMA	15-20	PA	10-12
France	BBTM (SMA type)	8		
UK	SMA-type			
Denmark	SMA	>= 14		
NL	PA	8 - 14	SMA	20



Bilde 1: Oversikt over land hvor drensdekker ofte benyttes.

Suksesskriteriet for dette prosjektet må på bakgrunn av dette være å komme frem til en dekkeløsning som har *både* levetid som tradisjonelle dekker og støydempende egenskaper som åpne dekker. I tillegg er det viktig at de støydempende egenskapene opprettholdes gjennom hele dekkets levetid.

Konseptbeskrivelse

Vårt forslag til løsning på de nevnte utfordringene, er et konseptet baseres på et porøst 2 - lags dekke:

Lag 1. Bunnlag, 50 mm. ViaQ 16 med ca. 24-26% hulrom og umodifisert bindemiddel (70/100).

Lag 2. Topplag, 35 mm. ViaQ 11 med ca. 22-24% hulrom og polymermodifisert bindemiddel.

Bilde 2, viser hvordan denne dekketypen vil se ut på veien.



Bilde 2: To lags konsept

Det ønskes å optimalisere innhold av bindemiddel for begge lagene samtidig som vi oppnår ønsket hulrom.

Et stivt og seigt bindemiddel reduserer slitasjen og derved faren for tiltetting av hulrommet i dekket. Det vil derfor bli benyttet et høymodifisert bindemiddel som har disse egenskapene i tillegg til at det har gode lavtemperaturegenskaper. Dette er spesielt viktig i og med at felt forsøket vil bli lagt i et område med et relativt kaldt vinterklima.

11 mm. nominell steinstørrelse ble valgt til topplaget. Valget begrunnes i erfaringer med god homogenitet, friksjon og slitasjeegenskaper, og derved mindre produksjon av slitasjestøv som kan tette dekkets porestruktur. Erfaring i Europa og USA tilsier at 6 mm. stein gir mest effektiv støyreduksjon, men pga. slitasje fra piggedekker har vi valgt en noe større steinstørrelse for å øke bestandigheten til dekket. Det presiseres likevel at det i dette konseptet har blitt lagt mer fokus på de støydempende egenskapene enn på bestandigheten.

For å sikre god vedheft vil det bli klistret med PmBE mellom frest dekke og mellom topp- og bunnlag. Det er samtidig viktig å passe på at det ikke blir klistret for mye mellom topp og bunnlag slik at den drenerende effekten svekkes.

Råmaterialer

Steinmaterialer

For å sikre god motstand mot piggdekkslitasje ble steinmaterialer fra Hadeland pukkverk valgt. Varedeklarasjoner på steinmaterialer finnes vedlagt og resultater fra testingen samt forsøksbetingelser og standarder benyttet finnes i tabell 1:

Testresultater

Tabell 1: Mekaniske egenskaper for Hadeland steinmaterialer.

Test	Standard	Resultat			
		0-4	4-8	8-11	8-16
Densitet	NS-EN 1097-6	2,563	2,578	2,577	2,583
Vannabsorpsjon	NS-EN 1097-6	2,2%	1,4%	1,3%	1,1%
Flisighetsindeks	NS-EN 933-3	-	18	9	6
Los Angeles	NS-EN 1097-2			12	
Kulemølle	NS-EN 1097-9			3,4	
PSV	NS-EN1097-8	49			
Siktekruver	NS-EN 933-1	Se resept			

Diskusjon

Det ble på bakgrunn av tidligere erfaringer valgt knuste og forvitningsbestandige steinmaterialer med lav kulemølleverdi (3,4). Det er i tillegg bare benyttet materiale med like mekaniske egenskaper for å hindre at det i skjellettet med stein mot stein kontakt oppstår nedknusing av det svakeste materialet under utlegging, komprimering og trafikk.

Materialets vannabsorpsjon ligger på et nivå som kan regnes som normalt for norske materialer og det er erfaringsmessig lite absorpsjon av bitumen i disse steinmaterialene.

Materialer fra Hadeland har en PSV verdi på 49.

Vedheft til bitumen er dårligere enn mange andre steinforekomster. De særdeles gode mekaniske egenskapene, og det at vedheft lett kan bedres betraktelig ved tilsats av amin, gjør at vi føler oss trygge på at disse materialene vil gi oss et godt resultat.

Bitumen

Det ble besluttet å konsentrere arbeidet omkring tre polymermodifiserte bindemidler, Cariphalte SP60, Cariphalte TS og Cariphalte DA, alle fra Shell Bitumen.

Cariphalte SP60 er et konvensjonelt SBS modifisert bindemiddel av den typen som har vært benyttet på Gardermoen og på en del vegstrekninger på Østlandet, bl.a. på E18. I den grad det kan sies at vi har erfaring med PmB i Norge, er det produkter av denne typen som har hatt størst anvendelse. Cariphalte SP60 betraktes derfor i dette arbeidet som en referanse-PmB. Et produkt med lignende egenskaper som Cariphalte SP60 benyttes i Tyskland i drengasfaltapplikasjoner.

I den nye Europeiske spesifikasjonen for PmB, EN 14023, klassifiseres Cariphalte SP60 som en PmB65/105-60. Produktet klassifiseres i hht. Superpave spesifikasjonen som en PG64-28.

Cariphalte TS er et relativt nyutviklet produkt fra Shell Bitumen i England. Her anvendes spesielle SBS-lignende polymertyper som utover generelle forbedringer av deformasjons-, lavtemperatur-, utmattings- og vedheftningsegenskaper også gir bindemidlet tiksotropiske/skjærtynnende egenskaper. Erfaringen med dette bindemidlet fra England er at de tiksotropiske egenskapene gjør at bindemiddelinnholdet i en asfaltmasse kan økes betydelig før problemer med bindemiddelavrenning inntreffer og at bearbeidbarheten til massen forbedres betydelig. Høyt bindemiddelinnhold blir ansett for å være en viktig faktor når det gjelder bestandighet av drengasfalt og er noe av bakgrunnen for valget av utprøvingen av Cariphalte TS i dette prosjektet. Cariphalte TS har ikke tidligere vært benyttet til drengasfalt.

Til sist, ble det også valgt å inkludere bindemiddelet Cariphalte DA (Drainage Asphalt) som har vært benyttet i en årrekke i England og Irland i drengasfaltapplikasjoner. Cariphalte DA er en konvensjonell SBS-modifisert bitumen med høyt polymerinnhold.

Testresultater

Tabell 2 viser resultater fra ulike bindemiddeltester foretatt på Cariphalte SP60, Cariphalte TS og Cariphalte DA. Til sammenligning er det også inkludert typiske verdier for en 70/100 bitumen på enkelte testparametere. Alle målinger er foretatt ved Shell Bitumens laboratorium i Nottingham, England.

Tabell 2: Bindemiddeldata for Cariphalte TS, Cariphalte DA, SP60 og 70/100.

Bindemiddel		TS	SP60	DA	70/100
Testmetode	Metode				
<i>Fersk PmB</i>					
Penetrasjon ved 25°C, dmm.	EN 1426	83	72	87	80
Mykningspunkt (MP), °C	EN 1427	78,4	78,4	78,6	46,8
Elastisk tilbakegang ved 10°C, %	EN 13398	74	75	88,5	
Fraass bruddpunkt, °C	EN 12593	-15,0	-20	-16	-18
G*/sin(δ) ved 64°C og 1,6 Hz, kPa	AASHTO TP5	1,57	2,9	2,95	1,0
Dyn.visk. ved 110°C, poise	EN 13302	58,4	46,1		18,0
Dyn.visk. ved 120°C, poise	EN 13302	33,9	22,7		10,0
Dyn.visk. ved 130°C, poise	EN 13302	24,1	13,0	16,0	5,2
Dyn.visk. ved 140°C, poise	EN 13302	12,2	7,5		3,1
Dyn.visk. ved 150°C, poise	EN 13302	5,9	5,0	6,7	
Dyn.visk. ved 160°C, poise	EN 13302	3,3	3,4		

Dyn.visk. ved 170°C, poise	EN 13302	2,4	2,3		
Dyn.visk. ved 180°C, poise	EN 13302	1,8	1,7	2,5	
Dyn.visk. ved 190°C, poise	EN 13302	1,5	1,2		
Dyn.visk. ved 200°C, poise	EN 13302	1,3	1,0		
Kraftduktilitet ved 10°C, J/cm ²	EN 13703	1,73	2,55	1,56	
Vialit pendulum, maks. kohesjon, J/cm ²	EN 13588	1,65	1,80		
Vialit pendulum, temp. ved maks. kohesjon, °C	EN 13588	60	60		
Lagringsstabilitet, Δ MP topp-bunn, °C	EN 1427	0	0	0	
Etter RTFOT					
Massetap, %	EN 12607-1	0,14	0,03	0,11	0,08
Fraass bruddpunkt	EN 12593	-12,0	-13	-16	
Elastisk tilbakegang ved 10°C, %	EN 13398	70	59	78,5	
G*/sin(δ) ved 64°C og 1,6 Hz, kPa	AASHTO TP5	2,14	3,7	4,03	2,2

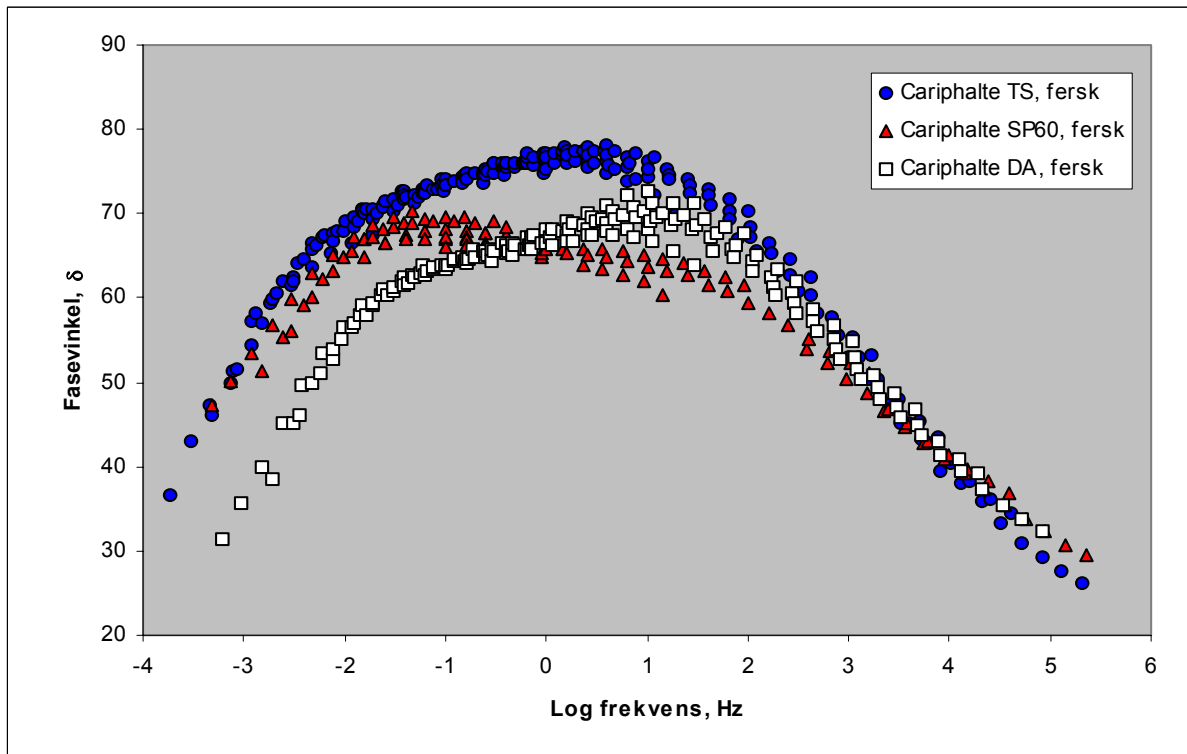
Mastercurves for kompleks skjærmodul (G^*) og fasevinkel (δ) ble etablert ved 35°C for alle 3 PmB'er. Dataene fremskaffes ved å måle ved ulike temperaturer innenfor et gitt frekvensområde. Ved å "skifte" dataene til en valgt temperatur, i dette tilfellet 35°C, får man utvidet frekvensområdet og får fram et "fingeravtrykk" av reologiske egenskaper. Et utdrag av de målte dataene er gitt i tabell 3.

Tabell 3: Utvalgte verdier fra målinger med dynamisk skjær-reometer.

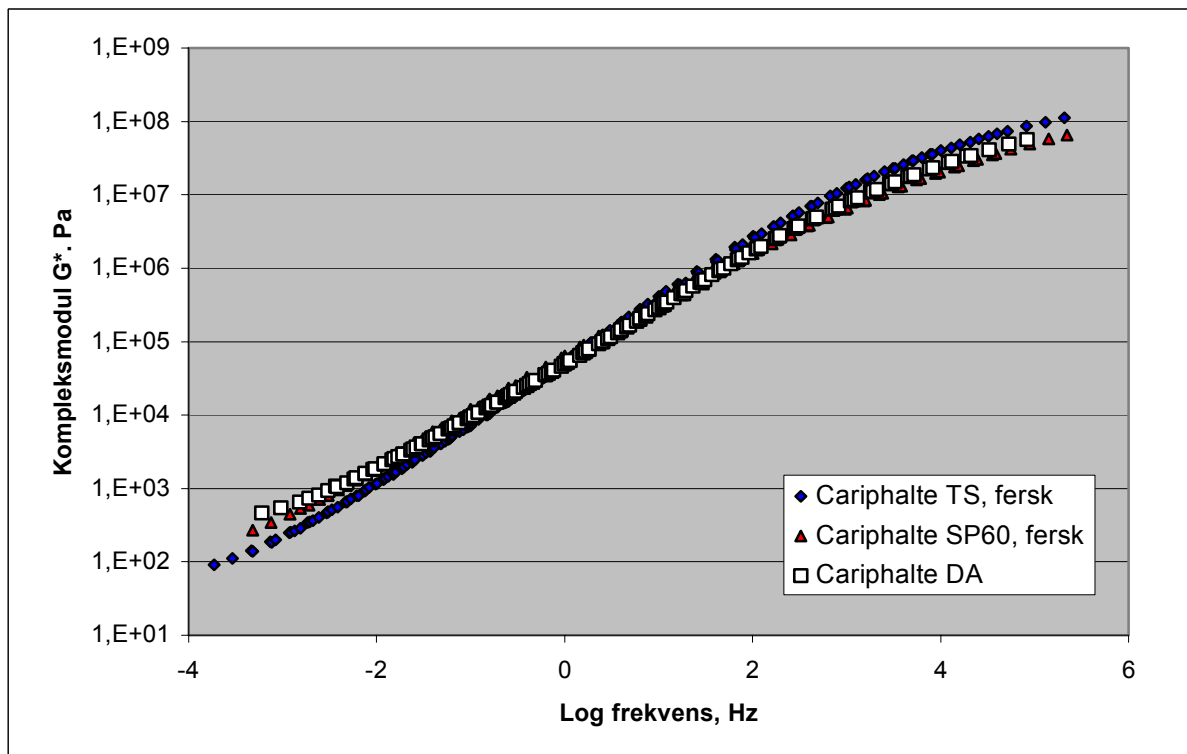
Betingelser	G^* (Pa)			Fasevinkel δ (°)		
	TS	SP60	DA	TS	SP60	DA
5°C, 0.4 Hz	1,59E+07	8,17E+06	6,59E+06	50,4	48,6	53,9
25°C, 0.4 Hz	1,84E+05	1,67E+05	1,32E+05	76,9	65,7	69,5
45°C, 0.4 Hz	4,75E+03	7,24E+03	7,07E+03	72,7	68	63,2
60°C, 0.4 Hz	8,00E+02	1,33E+03	1,60E+03	67,2	62,3	54,0

Komplette mastercurves for kompleksmodul G^* og fasevinkel δ ved 35°C er gitt hhv. i figur 1 og 2.

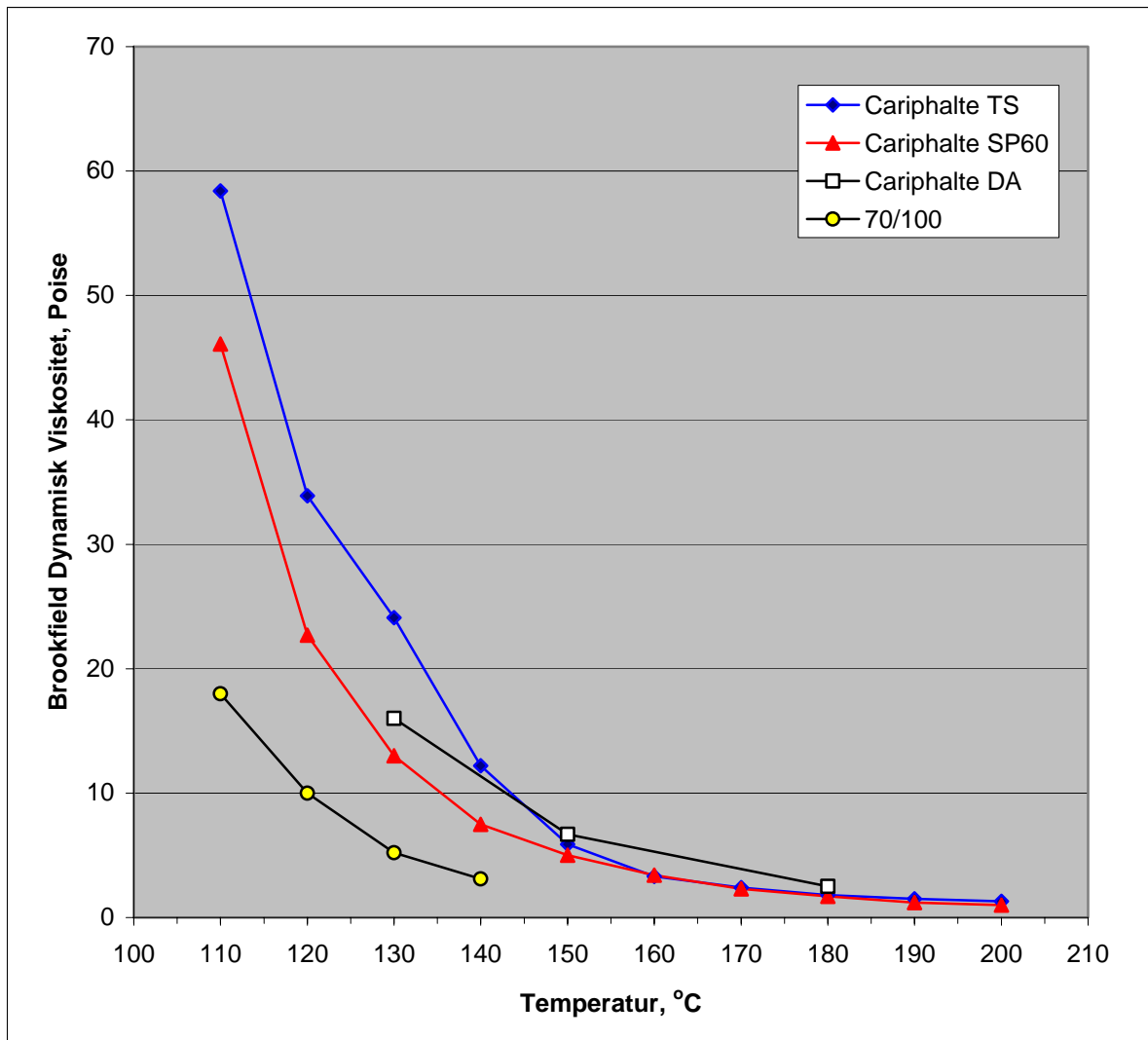
Ett plott av dynamisk viskositet som funksjon av temperatur er vist i figur 3.



Figur 1: Fasevinkel (δ) mastercurve ved 35°C for Cariphalte TS, SP60 og DA.



Figur 2: Kompleksmodul (G^*) mastercurve ved 35°C for Cariphalte TS, SP60 og DA.



Figur 3: Dyn.viskositet som funksjon av temperatur for Cariphalte TS, SP60, DA og 70/100 bitumen.

Diskusjon

Innledningsvis bør det nevnes at produktet Cariphalte SP60 som ble testet ved Nottingham holdt et betydelig høyere mykningspunkt enn tilsvarende produkt benyttet av KoLo-Veidekke til massetestingen ved sentrallaboratoriet på Ås (78°C mot 65°C). For Cariphalte SP60 tillegges derfor resultatene fra massetestingen størst vekt da det anvendte produktet på Ås i dette tilfellet er mest representativt for varen som leveres.

Ved første øyekast, kan produktene Cariphalte TS, SP60 og DA se ganske like ut. De har omtrent samme penetrasjonsverdi og mykningspunkt, men skiller seg allikevel på en del områder når man ser nærmere på dataene. Spesielt sammenligning av egenskaper før og etter RTFOT-aldring viser store forskjeller. Cariphalte TS og DA har et betydelig lavere fall i elastisk tilbakegang enn SP60 og Cariphalte DA skiller seg fra de to andre ved ingen endring i Fraass bruddpunkt, dvs. lavtemperateregenskapene holder seg bedre. Samtidig har Cariphalte DA de beste deformasjonsegenskapene, uttrykt med $G^*/\sin\delta$, både før og etter aldring.

Ut fra de øvrige dataene presentert i tabell 2-3, samt figur 1-3, er det ikke så lett å trekke noen bastante konklusjoner, annet enn at dataene gir en god karakteristikk av de materialene som er inkludert i undersøkelsen. Master Curve dataene i figur 1-2 gir omtrent samme rangering av

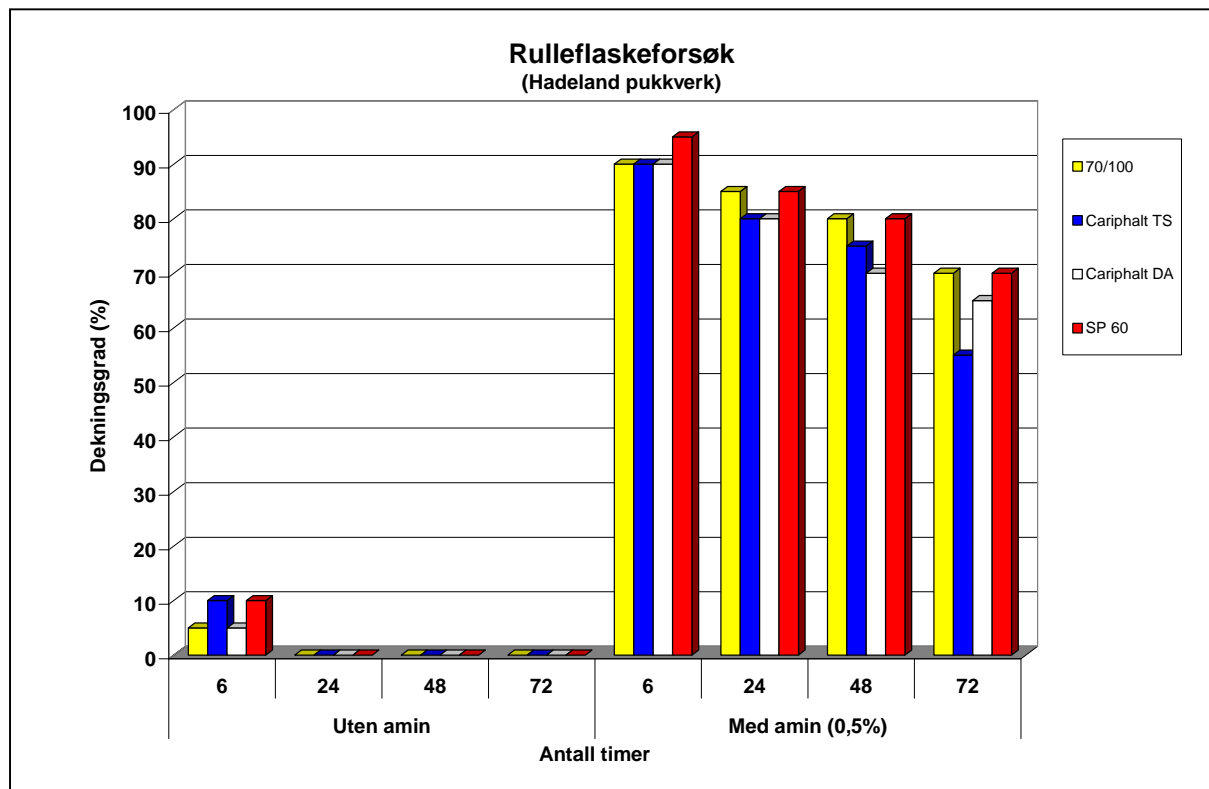
lavtemperatur- og deformasjonsegenskapene som verdiene for Fraass bruddpunkt og $G^*/\sin\delta$ i tabell 2. Viskositetsplottet i figur 3 gir kun informasjon om produksjons- og komprimeringsegenskaper og inneholder lite informasjon utover det.

Ut fra bindemiddelundersøkelsene alene konkluderer vi med at produktet Cariphalt DA ser ut til å være å foretrekke på grunnlag av aldringsegenskaper, lavtemperaturogenskaper og deformasjonsegenskaper.

Tilsatzmidler

Amin:

Fra tidligere erfaring med steinmaterialer fra Hadeland har det vist seg at det er absolutt nødvendig å tilsette amin for å sikre vedheft. Rulleflasketest ble utført og resultatene, i figur 4, bekrefter dette. Etter 6 timer uten amin var steinene praktisk talt helt strippet for bindemiddel. Det ble derfor besluttet å benytte 0,5% amin i massen. Det skilte lite mellom de ulike bindemidlene og det viste seg at vedheftegenskapene ikke ble noe bedre med de polymermodifiserte bindemidlene som man normalt kan se for andre steinmaterialtyper.



Figur 4: Rulleflaskeforsøk.

Hydratkalk:

Erfaringer fra Danmark indikerer, og spesifikasjoner fra Nederland, Tyskland og Storbritannia⁴ krever bruk av hydratkalk i åpne drepsdekker for å bedre vedheft samt å bedre motstand mot vannfølsomhet. Vi tilsetter 1% av steinmaterialet i vårt konsept for å ivareta disse egenskapene.

Cellulosefiber:

Fra tidligere erfaring med drepsdekker og bindemiddelavrenning ble det bestemt å benytte 4% (av bindemiddel) cellulosefiber i våre masser i dette forsøket.

Proporsjonering

Hovedformålet med dette prosjektet var å utvikle et konsept med fokus på støydempende effekt i første omgang og deretter bestandighet. Proporsjonering ble derfor gjort med tanke på å optimalisere hulrom til 22-24% for øvre lag og 24-26% for nedre lag. Det ble også fokusert på å ha et så høyt bindemiddelinnhold som mulig for å ha en tykk bindemiddelfilm, men samtidig sørge for at vi ikke fikk problemer med avrenning under transport.

Det viste seg at vi ikke fikk nytte av den tiksotrope effekten som Cariphalte TS bindemiddelet innehar da vi for å oppnå et ønsket hulrom i toppdekket på 22-24% ikke fikk tilsatt så mye bindemiddel at avrenning ble noe problem. Ved proporsjonering med bindemiddelinnhold så høyt at avrenning var et problem ble hulrommet i massen redusert med 5-6%.

Med de steinmaterialene vi benyttet ble derfor det optimale bindemiddelinnholdet i toppdekket, ViaQ 11, 6,0% (av massen) og for bunndekket, ViaQ 16, 5,0% (av massen).

Det ble proporsjonert etter volumetrisk metode og bruk av gyrator. Det ble i tillegg kjørt noen runder med 320 sykler i gyrator for å sikre oss at vi fortsatt har et høyt nok hulrom etter komprimering om vi skulle overkomprimere noe på vei.

For å relatere proporsjoneringen til tradisjonell marshall komprimering ble det også kjørt et forsøk med 2x50 slag i marshall. Hulrommet i disse klossene lå ca. 2 % høyere enn i klossene som ble gyret ved 80 sykler.

Korngraderingen i de to reseptene vi kom frem til, samt referansedekke, finnes i tabell 4.

Tabell 4: Korngradering for ViaQ 11, ViaQ 16 og referansemasse Da 11.

Sikteåpning (mm)	ViaQ 11	ViaQ 16	Da 11 (referanse)
	Gjennomgang (masseprosent)		
16,0	100	97	100
11,2	89	38	92
8,0	32	25	42
4,0	13	13	22
2,0	10	10	14

⁴ Specifications for Roadworks, Volume 1, series 900, March 2005.

1,0	8	8	10
0,5	7	7	7
0,250	7	7	6
0,125	6	6	5
0,063	5	5	4

Detaljerte resepter finnes i vedlegg.

Referansemassen som ble bestemt at det skulle benyttes, er en tradisjonell Da 11 (resept utarbeidet av NCC) med SP60 bitumen fra Shell og steinmaterialer fra Lierskogen. Denne massen ble benyttet som sammenligningsgrunnlag for de mest aktuelle testene vi utførte.

I enkelte av testene har vi også tatt med resultater fra en standard Ab-masse for å kunne sette resultatene vi får opp mot typiske verdier for en "tett" tradisjonell massetype.

Massetesting

Som en viktig del av utviklingen av vårt to lags dekke-konsept for å oppnå et støysvakt og bestandig dekke, ble det utført følgende tester for å dokumentere egenskapene og for å kunne velge bindemiddeltype i toppdekket ViaQ 11.

- Vannkjennslighet (Indirekte strekk)
- ITSM (E-modul)
- Dynamisk kryp
- Wheel track (APA)
- Bindemiddel avrenning
- Scuffing test
- Cantabro
- Endring i dreneringsevne (egenutviklet)

Det ble testet på asfaltprøver produsert i laboratoriet og komprimert i gyrator. Det ble benyttet både prøveklosser med diameter 150 mm. og 100 mm. (avhengig av test utført).

Videre følger en kort beskrivelse av hver test og hvilke forsøkbetingelser det ble testet under, samt resultater og en kort diskusjon av resultatene.

Vannkjennslighet

Denne testen ble kjørt for å se om effekten av hydratkalk var tydelig.

Det ble produsert opp prøveklosser med og uten hydratkalk (ViaQ 11) med optimalt hulrom (22-24%). Halvparten av prøvene ble lagret tørt (40°C , 68 timer) og den andre halvparten vått (40°C, 68 timer etter vannmetting under vakuumbetingelser) i henhold til EN 12697-12 (1997).

Det ble utført test både på E-modul (NAT ved 10°C) og i Indirekte strekk (25°C) før og etter lagring. Deretter ble vannkjennslighetstallet, Q, beregnet. Verdier finnes i tabell 5.

Via Q 11	pd	ps	Hulrom [%]	ITSM [MPa]	Std. Avvik	Q	ITR [kPa]	Std. Avvik	Q
Miljøkalk	29	1870		21,6 %			394,54		
	30	1874	2385	21,4 %			343,64		
	31	1875		21,4 %			340,02		
Vannlagret				21,5 %		3500	215	359	30
Miljøkalk	32	1871		21,6 %			476,81		
	33	1869	2385	21,6 %			489,46		
	34	1853		22,3 %			375,47		
Tørrlagret				21,8 %		5133	592	447	62
Hydratkalk	35	1845		22,6 %			384,45		
	36	1849	2385	22,5 %			387,80		
	37	1842		22,8 %			350,26		
Vannlagret				22,6 %		4355	438	374	21
Hydratkalk	38	1856		22,2 %			431,68		
	39	1849	2385	22,5 %			480,94		
	40	1843		22,7 %			423,66		
Tørrlagret				22,5 %		5171	365	445	31

Tabell 5: Vannkjennslighetsverdier.

Q, skal i henhold til standarden beregnes ut i fra ITR verdier, men her har vi i tillegg beregnet den i fra ITSM verdier. Det viser seg at forskjellen mellom miljøkalk og hydratkalk kommer tydeligst frem i denne sammenligningen med henholdsvis 68,2 mot 84,2. Forskjellen er mindre for Q beregnet fra ITR verdier med henholdsvis 80,4 for miljøkalk mot 84,0 for hydratkalk.

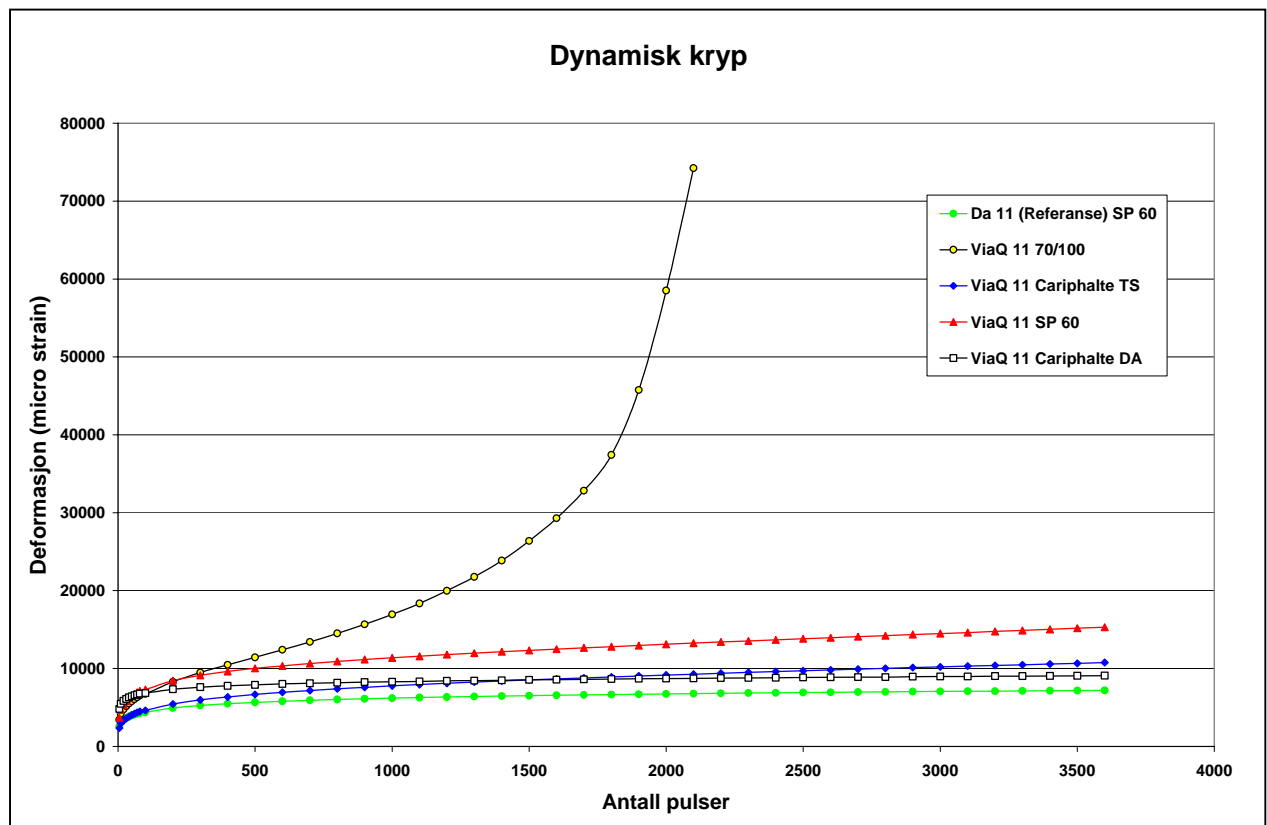
Dynamisk kryp

For å se på motstand mot deformasjon ble prøvestykkene testet i NAT på dynamisk kryp. Det ble testet på prøvelegemer med en diameter på 150 mm. ved 40°C i følge EN 12697-25. Se bilde 3 under for prøveinnspenning og utstyr.



Bilde 3: Oppsett av prøverigg for dynamisk kryp test i NAT.

Resultatene fra testen er presentert i figuren under.



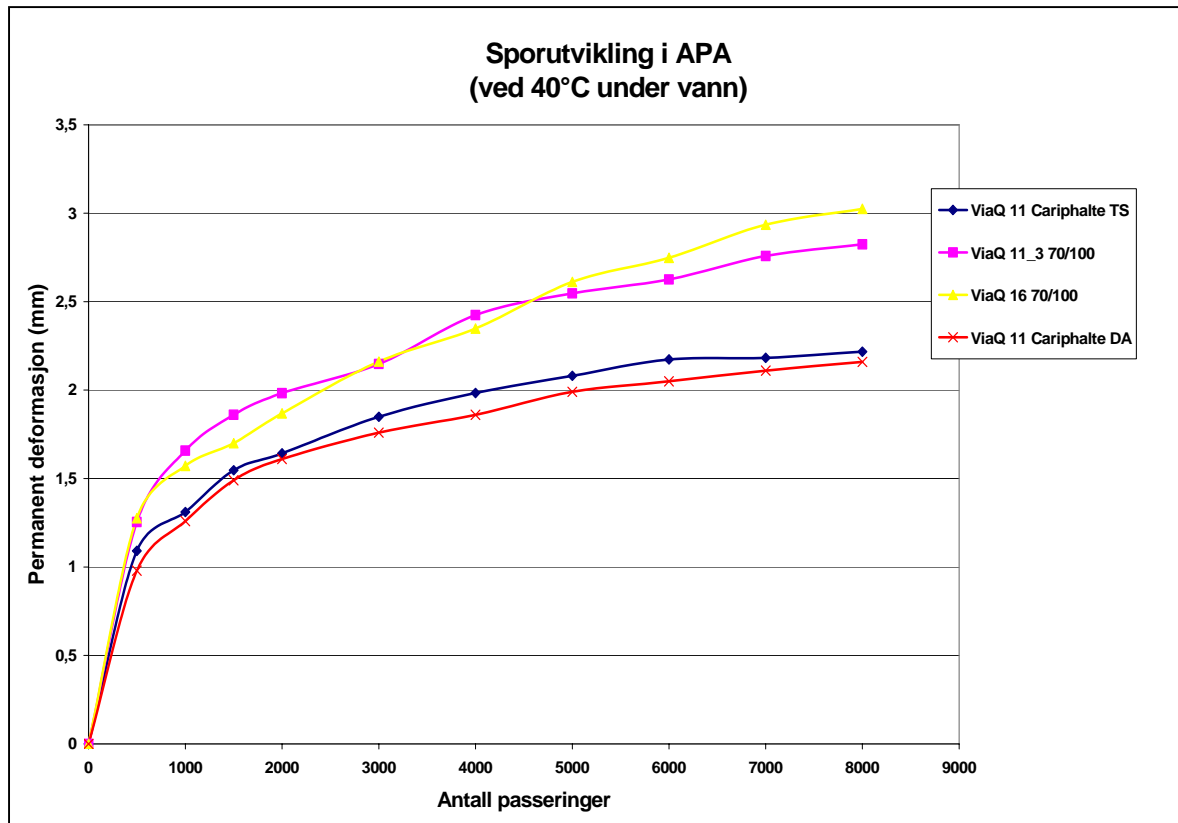
Figur 5. Resultater fra dynamisk kryp test.

Deformasjonsutviklingen blant dekkene med polymermodifisert bindemiddel er forholdsvis lik. Det skiller veldig lite på endring i microstrain pr. puls. Kurvene har nærmest identisk stigningstall. Da 11 referansedekket med SP 60 har laveste verdi. Tett etter denne kommer ViaQ 11 prøven med Cariphalte DA. Fra tidligere erfaringer har vi sett at hulrommet i prøvene påvirker resultatet og referanseprøven har et hulrom rundt 13% mot ViaQ 11 på rundt 22%.

Wheel track

I følge spesifikasjoner fra Tyskland og Storbritannia stilles det verken krav til deformasjon i henhold til dynamisk kryp i NAT eller deformasjonsutvikling i Wheel Truck. Vi ønsket allikevel og ta med disse testene i dette prosjektet for å ha flere testresultater og basere valget av bindemiddel på og for å se hvordan de mekaniske egenskapene til vår tolags drems løsning er i forhold til tradisjonelle tette dekker. Det ble ikke kjørt test på referansedekket Da 11 i denne testen.

Resultatene fra Wheel track som ble kjørt på 150 mm. prøvestykker med optimalt hulrom (40°C under vann) er presentert i figur 6.



Figur 6. Resultater fra sporutvikling i APA.

Resultatene viser at det er forskjell på utvikling i permanent deformasjon mellom bindemiddelet med polymer, henholdsvis Cariphalte TS og DA, og tradisjonell 70/100. Det var ingen markant forskjell mellom ViaQ 11 og ViaQ 16 når de hadde samme bindemiddel. Utviklingen for prøveklossene med PmB er forholdsvis lik og viser en deformasjon på litt over 2 mm.

Bindemiddel avrenning

Med tanke på problemer med bindemiddelavrenning under transport og lagring ble denne testen tatt med. Vi ønsket også å se om vi kunne dra nytte av de tiksotropiske egenskapene ved Cariphalte TS som var en av de aktuelle bindemidlene. Som nevnt tidligere i rapporten, gjorde de mekaniske egenskapene til steinmaterialene til at vi for å oppnå ønsket hulrom (22-24%) ikke kunne tilsette nok bindemiddel til at avrenning ble et problem. Testen ble likevel kjørt og resultatene bekreftet det vi så under proporsjoneringen. Etter lagring av asfaltmassen i et begerglass (6 timer ved 180°C) var det ikke tegn til at det satt igjen noe bitumen i bunnen eller på veggene av glasset.

Scuffing test

Denne testen er forholdsvis ny og bygger på prinsippet for "Hamburg Wheel Track" med hovedforskjellen at hjulene som går frem og tilbake over prøven er skråstilt. Dette er for å simulere skjærekraftene som oppstår for eksempel i svinger (spesielt tydelig i rundkjøringer).

Testen benyttes mye i England for å vurdere potensialet for steinslipp i spesielt tynndekker. Man måler vekttap i prøvene etter gjennomføring av testen som mål på kvalitet. Vi vurderte denne testen som aktuell å gjennomføre i dette utviklingsprosjektet, selv om den ikke tidligere har vært benyttet på drengsfalt. Antagelsen var at denne testen kunne gi en bedre og riktigere rangering av bindemidlene siden man eliminerer potensialet for nedknusing av stein, noe som kan være et problem med Cantabro-testen.

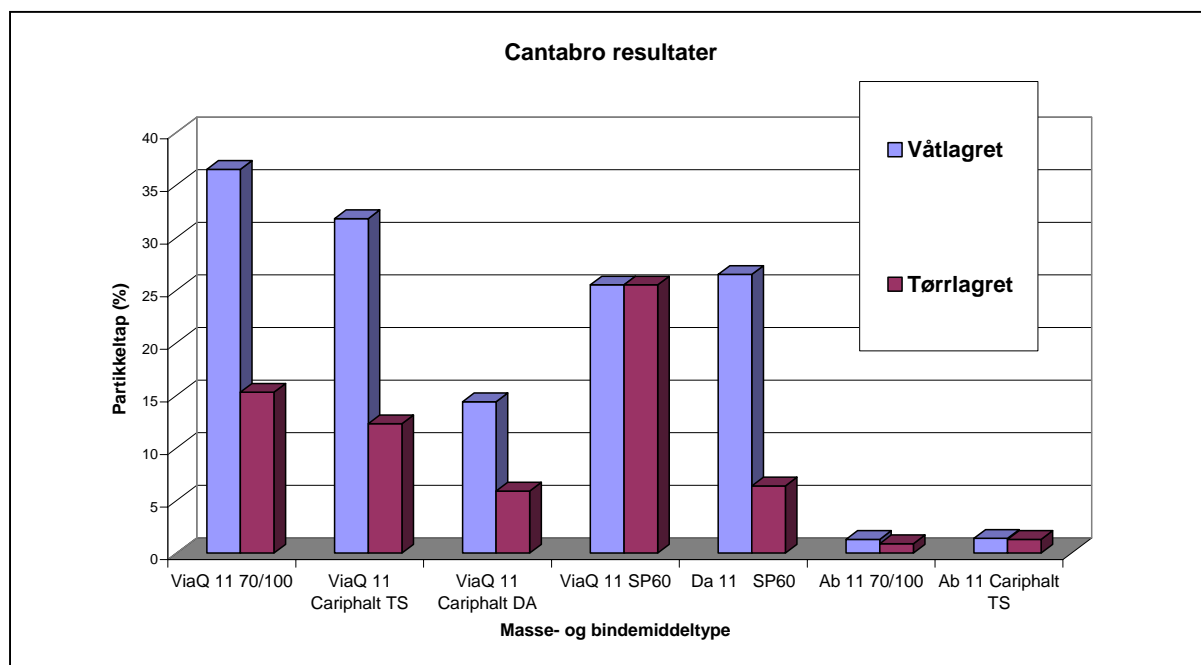
Resultatene fra Scuffing testen gav dessverre ingen nyttig informasjon og er ikke gjengitt i rapporten. Alle massene som ble testet, både med polymermodifisert bindemiddel og 70/100 bitumen, gav tilnærmet null i vekttap. På grunnlag av dette konkluderte vi med at denne testen ikke er tøff nok i påkjeningen for disse massetyperne.

Cantabro

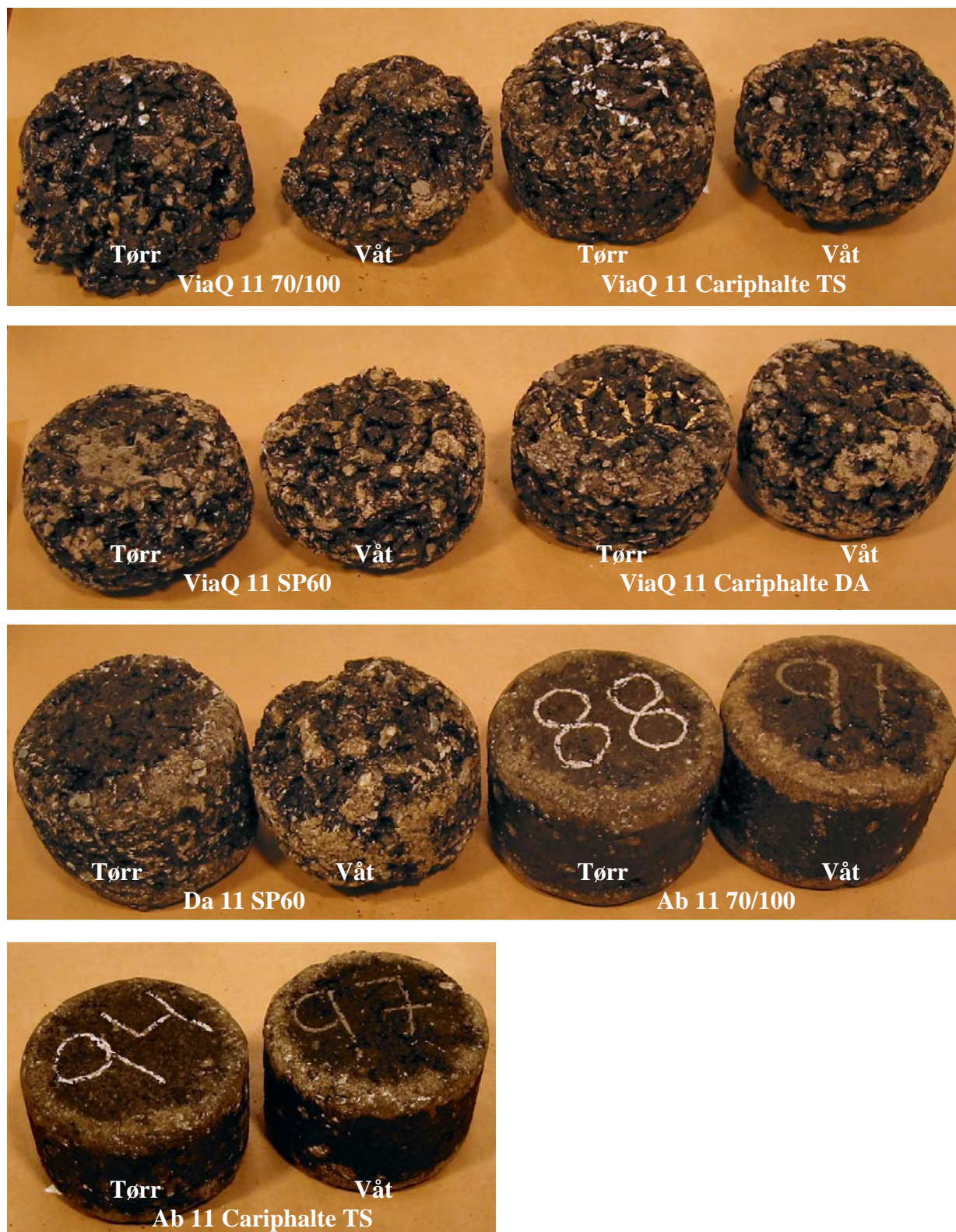
Denne testen er sammen med bindemiddelavrenning, den testen det alltid refereres til i spesifikasjoner fra Tyskland og Storbritannia nevnt tidligere. Vi testet derfor ViaQ 11 med alle våre bindemiddeltyper, referansemassen fra NCC og en tett Ab 11 (70/100) fra Moss for å kunne sammenligne med tette tradisjonelle dekker.

Prøveklossene ble komprimert til optimalt hulrom (80 sykler i gyrator) og kondisjonert tørt og vått som beskrevet i EN 12697-24. Vi ønsket å teste prøvelegemer med reelt hulrom og ikke klosser komprimert i gyrator med 40 sykler som beskrevet.

Resultater og bilder av klossene er presentert under.



Figur 7. Resultater fra Cantabro testing.



Bilde 4: Prøveklosser etter Cantabro testing.

Man ser tydelig forskjell på tette masser og drensmasser. Referansemassen med hulrom rundt 13% lå på nivå med vår ViaQ 11 med Cariphalte DA, for de tørre prøvene. Det er

tydelig skille mellom massene med forskjellig PmB, spesielt for de våtlagrede prøvene. Cariphalte DA ser også her ut til å gi det beste resultatet.

Det virket her også som om stivheten til bindemiddelet spilte en viktig rolle og testen vil følgelig bli svært følsom for forskjeller i test temperatur. Testingen foregikk utendørs og temperaturene varierte noe, men alle klossene ble nøyaktig temperert i varmeskap helt til testen ble startet. Det ble observert en del nedknusing av stein i drendsdekkene. I de tette dekkene er mørtelinnholdet mye høyere og dette beskytter steinene i en større grad enn i drendsdekkene hvor det er lite mørtel som holder massen sammen. Dette fører til at massetapet blir betydelig større når deler av steinene blir slott løs fra klossen enn når noe av mørtelfasen blir slitt bort.

Dreneringstest

Dette er en egenutviklet test som vi ønsket å ta med for å se på hvordan dreneringseffekten i dekkeløsningen endrer seg som følge av etterkomprimering og tiltetting av hulrom. Dreneringseffekten er relatert til prøvens hulrom og kan dermed også relateres til dekkets støydempende egenskaper på veien. Det er viktig at hulrommet i prøven opprettholdes til tross for ytre påkjenninger, om den støydempende egenskapen ikke skal reduseres i løpet av dekkets levetid.

Det ble produsert opp prøveklosser med samme tykkelse som tiltenkt lagt på vei. Det ble først komprimert til 50 mm. med ViaQ 16. Denne ble så nedkjølt i gyratorformen. ViaQ 11 ble så tilsatt til samme formen og komprimert til optimalt hulrom og 35mm. Prøveklossene var nå identiske med den foreslåtte dekkeløsningen (85mm.) men måtte kuttes 20mm. i bunnen for at densitet skulle kunne måles i MDM.

Ideen bak testen var å måle tiden det tok for 1 liter vann og renne gjennom prøvekroppen etter tillaging (nylagt dekke) og sammenligne dette med tiden det tok etter at prøveklossen hadde vært utsatt for "piggdekkslitasje" (kontinuerlig påkjenning i Trøger ved 10°C i 10 minutter) samt "etterkomprimering" (typisk etter en varm sommersesong).

Etterkomprimeringen ble gjort ved at prøven ble satt tilbake i gyratorformen og gyret (80 sykler ved 40°C). Finstoffet som ble slått løs i Trøger testen lå nå inne i hulrommet til prøveklossen og vi håpet med testen å kunne finne et bindemiddel som var så stivt at finstoffet ikke "smeltet" sammen med bitumenet under etterkomprimeringen.

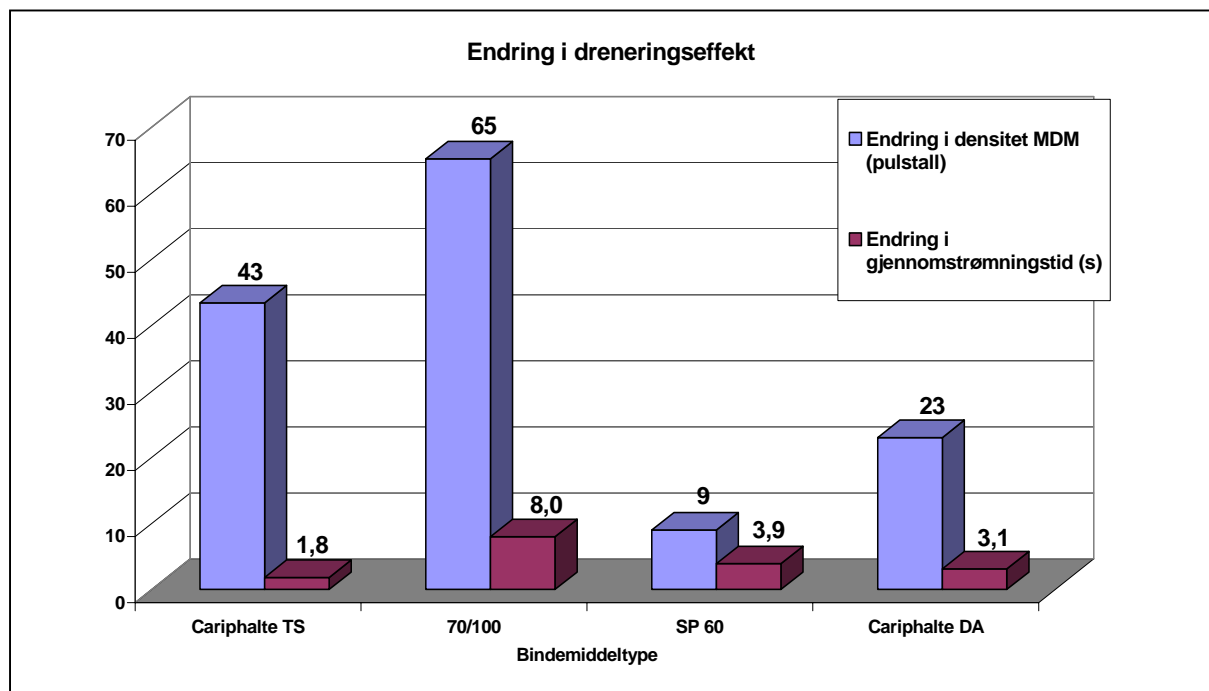
Dreneringen ble utført som på bilde 5.

Det ble også målt densitet i prøveklossene i MDM etter tillaging, og etter Trøger test med påfølgende etterkomprimering. Med densitetsmålingene ønsket vi å se på om finstoffet ble absorbert av bitumenet under etterkomprimeringen og på den måten tette hulrommet (høyere densitet). Denne reduksjon i hulrom burde henge sammen med redusert dreneringseffekt (lengre tid for vannet å passere).



Bilde 5. Vanngjennomgang.

Resultatene fra testen er presentert i grafen under:



Det viste seg at man tydelig kunne se en endring i pulstall, målt i MDM etter kjøring i trøger med påfølgende etterkomprimering. En endring i 10 pulstall tilsvarer ca. 0,5% i hulrom og man får da en reduksjon i hulrom på mellom 3 og 4% for prøvene med 70/100 bindemiddel. Endringen er noe mindre for de polymermodifiserte bindemidlene og dette stemmer bra med våre antagelser om at man med et stivt bindemiddel ikke "absorberer" den samme mengden slitasje støv ved etterkomprimering. Prøvene med SP 60 og Cariphalte DA har den minste endringen i hulrom ved etterkomprimering. Det ingen/lite utslag på MDM verdier når det ble målt før og etter "spyling" av prøven.

Når det gjelder endringen i gjennomstrømningstid for 1 liter vann, viser det seg at den ikke er helt proporsjonal med endringen i pulstall (hulrom). Den minste endringen her kom for prøven med Cariphalte TS. Det er likevel et tydelig skille mellom prøvene med polymer og prøven med tradisjonell 70/100 umodifisert bitumen.

Et bindemiddel med høyt mykningspunkt viser seg å bedre motstå etterkomprimering og dermed tiltetting av porestrukturen (hulrommet) som er så viktig for at den støydempende effekten skal bevares i hele dekkets levetid. Man ser at hulrommet i prøvene reduseres noe, men dreneringseffekten i vårt tolags konsept med et polymermodifisert bindemiddel viser seg å være veldig bra selv etter en ekstremt tøff etterkomprimering.

Konklusjon / Oppsummering

Som et svar på SVV's ønske om å redusere miljøbelastningen fra vegtrafikk, spesielt med tanke på støy, har vi på bakgrunn av egne erfaringer og fra arbeid utført i andre europeiske land, kommet frem til et tolags drens dekke som vi mener kan gi oss et bestandig og støysvakt dekke. Løsningen består av et bunnlag, ViaQ 16, med 24-26% hulrom og et topplag, ViaQ 11, med et hulrom på 22-24%.

Det ble valgt å benytte knuste og forvitningsbestandige steinmaterialer med lav kulemølleverdi for å sikre høy motstand mot piggdekkslitasje. Tilsatsmidlene amin, hydratkalk og cellulosefiber ble benyttet for henholdsvis å sikre god vedheft og hindre bindemiddelavrenning.

Det ble testet ut tre ulike polymermodifiserte bindemidler for å finne et optimalt bindemiddel til toppdekket. Vi trodde i utgangspunktet at de tiksotrope egenskapene til Cariphalte TS skulle gi det en fordel, men det viste seg at vi ikke fikk tilsatt så mye bindemiddel at avrenning ble et problem.

På bakgrunn av resultater fra tester på "rent" bindemiddel, samt på prøveklosser produsert i laboratoriet konkluderer vi med at Cariphalte DA ser ut til å egne seg best til det konseptet vi har utviklet. Gode deformasjonsegenskaper og gode lavtemperaturegenskaper taler for at dette bindemiddelet sørger for at hulrommet i det ferdige dekket på vegen forhåpentligvis kan opprettholde den støydempende effekten over dekkets levetid.

Mekaniske tester i Cantabro, Wheel Track viser at Cariphalte DA også er det bindemiddelet som gir oss den mest bestandige løsningen for vårt konsept.

Vår egenutviklede dreneringstest bekrefter at det er stor forskjell på drendsdekker med og uten polymermodifisert bindemiddel og at man kan oppnå god motstand mot etterkomprimering ved bruke av stive bindemidler.

Totalt sett mener vi at vårt tolags konsept med 50 mm ViaQ 16 (70/100) som bunnlag med 35 mm ViaQ 11 (Cariphalte DA) som topplag bør gi et betydelig bidrag til SVV's mål om å redusere miljøbelastningen fra vegdekker med tanke på støy.

Vedlegg

Resepter

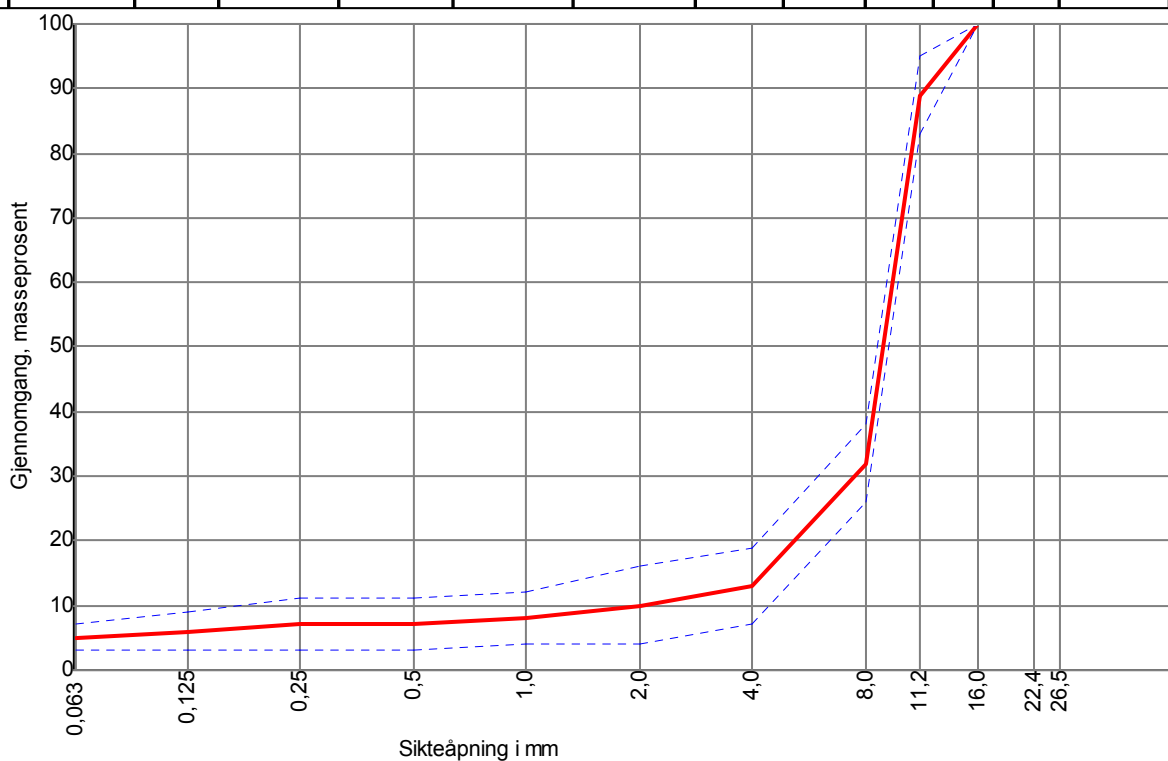
Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag

Kontrakt	Oppdragsgiver	Vegnr	Dato	Arb.resept nr.
13-2006-04	SVV	RV 170	16.06.2006	06824291
Entreprenør	Dekketype	Bruksområde	Blandeverk ved	
KOLO VEIDEKKE a.s	ViaQ 11	Slitelag	Hovinmoen	

	Tilsiktet	Toleranse
Bindemiddel	6,00	0,4
Hulrom	22,00	4,00
Forbruk		
Massetemp v/prod	175	10
Dekkets densitet	1,846	
Maks vanninnh. %		
Andre		

Marshallverdier ved proporsjonering		
Stabilitet N ved	°C	
Flyt	mm	
Stab/Flyt	N/mm	
Densitet ps	g/cm ³	2,367
Densitet pd	g/cm ³	
Hulrom	%	
Bitumenfylt hulrom	%	
Slag		

	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	11,2	16,0	22,4	26,5	
K4	5	6	7	7	8	10	13	32	89	100	100	100	A - Restprosent
K4T	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0				B - Toleranse (T1)



Tilslag	Forekomst	Dens ps	Mølleverdi	FI	LA	KL	Sortering	Andel
Pukk	Hadeland	2,580					8/11	85,0 %
Pukk	Hadeland	2,630					0/4	10,0 %
Filler	Steens Kalkverk	2,740					0/0,5	4,0 %
Hydratkalk	Franzefoss	2,400					0/0,5	1,0 %
								%
								%
								%
								%

Bindemiddeltyp: Cariphalte DA	Cellulosefiber	4,00 %	Amin	0,50 %	%
-------------------------------	----------------	--------	------	--------	---

Arbeidsrecepter godkjennes	Entreprenør ..KOLO.VEIDEKKE a.s.....
Vegkontoret i	Sted ..Sentrallaboratoriet, den ...16.06.2006..
Dato..... Underskrift.....	Underskrift...Øyvind Moen.....

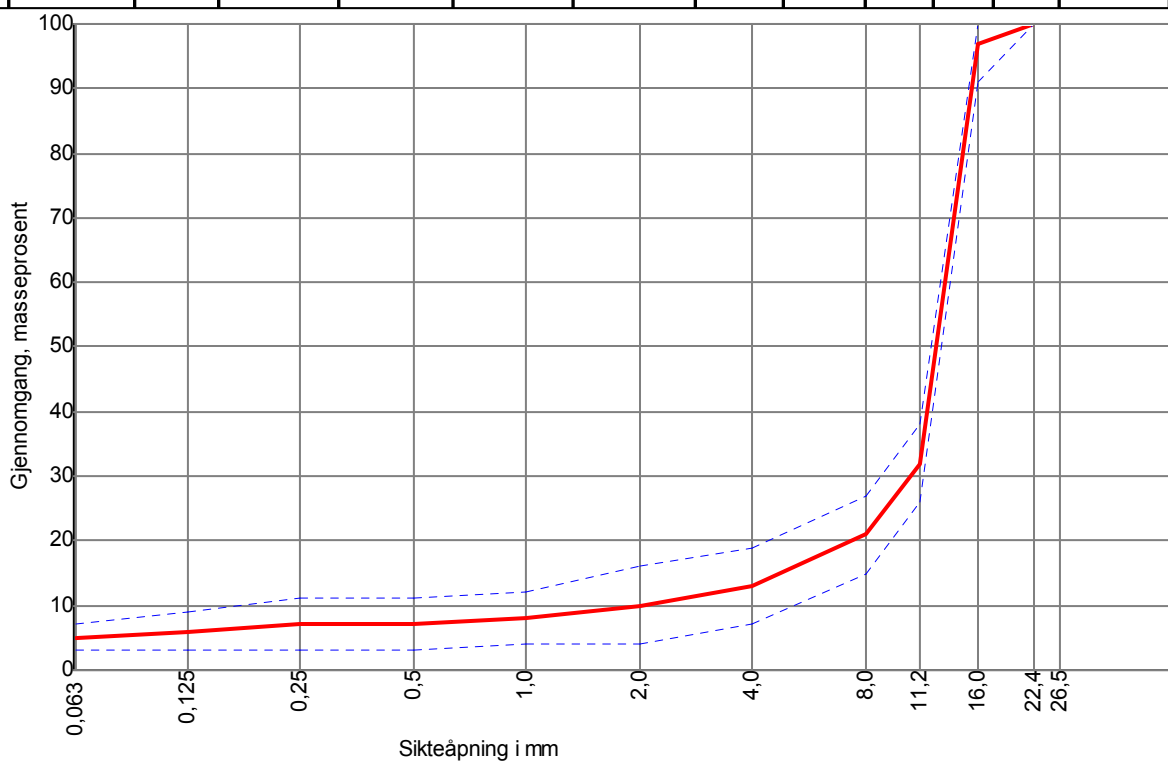
Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag

Kontrakt	Oppdragsgiver	Vegnr	Dato	Arb.resept nr.
13-2006-04	SVV	RV 170	16.06.2006	06824390
Entreprenør	Dekketype	Bruksområde	Blandeverk ved	
KOLO VEIDEKKE a.s	ViaQ 16	Bindlag	Hovinmoen	

	Tilsiktet	Toleranse
Bindemiddel	5,00	0,4
Hulrom	24,00	4,00
Forbruk		
Massetemp v/prod	165	10
Dekkets densitet	1,827	
Maks vanninnh. %		
Andre		

Marshallverdier ved proporsjonering		
Stabilitet N ved	60 °C	
Flyt	mm	
Stab/Flyt	N/mm	
Densitet ps	g/cm ³	2,403
Densitet pd	g/cm ³	
Hulrom	%	
Bitumenfylt hulrom	%	
Slag		

	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	11,2	16,0	22,4	26,5	
K4	5	6	7	7	8	10	13	21	32	97	100	100	A - Restprosent
K4T	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0			B - Toleranse (T1)



Tilslag	Forekomst	Dens ps	Mølleverdi	FI	LA	KL	Sortering	Andel
Pukk	Hadeland	2,580	3,4	6	12		11/16	75,0 %
Pukk	Hadeland	2,580		9			8/11	5,0 %
Pukk	Hadeland	2,580		18			4/8	5,0 %
Pukk	Hadeland	2,630					0/4	11,0 %
Filler	Steens Kalkverk	2,740					0-0,5	4,0 %
								%
								%
								%

Bindemiddeltipe: 70/100	Cellulosefiber	4,00 %	Amin	0,50 %	
-------------------------	----------------	--------	------	--------	--

Arbeidsresep godkjennes	Entreprenør ..KOLO.VEIDEKKE a.s.....
Vegkontoret i	Sted ..Sentrallaboratoriet, den ...16.06.2006..
Dato..... Underskrift.....	Underskrift...Øyvind Moen.....

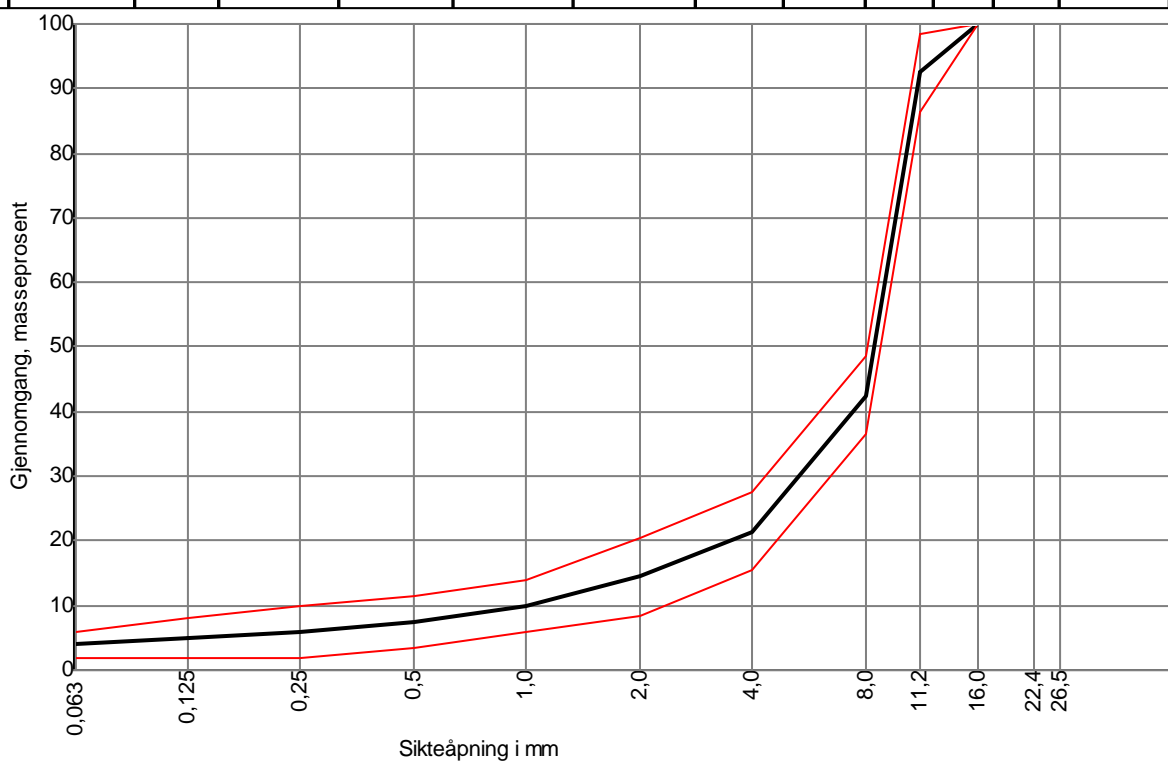
Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag

Kontrakt	Oppdragsgiver	Vegnr	Dato	Arb.resept nr.
			13.06.2006	06824290
Entreprenør	Dekketype	Bruksområde	Blandeverk ved	
KOLO VEIDEKKE a.s	Da 11		Jesheim	

	Tilsiktet	Toleranse
Bindemiddel	5,16	0,4
Hulrom	13,00	2,50
Forbruk		
Massetemp v/prod	175	
Dekkets densitet	2,035	
Maks vanninnh. %		

Marshallverdier ved proporsjonering		
Stabilitet N ved	°C	
Flyt	mm	
Stab/Flyt	N/mm	
Densitet ps	g/cm ³	2,512
Densitet pd	g/cm ³	
Hulrom	%	
Bitumenfylt hulrom	%	
Slag		

	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	11,2	16,0	22,4	26,5	
K4	4	5	6	7,5	10	14,5	21,5	42,5	92,5	100	100	100	A - Restprosent
K4T	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0				



Tilslag	Forekomst	Dens ps	Mølleverdi	FI	LA	KL	Sortering	Andel
Pukk	Lierskogen	2,810					8-11	65,0 %
Pukk	Lierskogen	2,810					4-8	13,0 %
Stenmel	Lierskogen	2,810					0-2	20,0 %
Filler	Fransefoss	2,710					0-0.5	2,0 %
								%
								%
								%
								%

Bindemiddeltipe: PmB 60 64-28	Amin 0,50 %	Cellulosefiber 5,00 %	%
-------------------------------	-------------	-----------------------	---

Arbeidsresep godkjennes	Entreprenør ..KOLO.VEIDEKKE a.s.....
Vegkontoret i	Sted ..Jesheim....., den16.06.2006..
Dato..... Underskrift.....	Underskrift...Bjørn.Olav.Heesbråten.....

CE - SAMSVARSKLÆRING



Hadeland Pukkverk A/S

Pb 394, 1471 Lørenskog

05

NS-EN 13043

Tilslag for bituminøse masser

Pukk 0/4

Forekomsten består av knust fjell (trachytt), kornene er friske og uforvitret og det er spor av overflatebelegg på deler av enkelte korn

Kornform	Deklarert verdi	Ikke relevant
Kornstørrelse	Betegnelse	0/4
Korndensitet	Deklarert verdi	2,60 Mg/m ³
Motstand mot knusing	Kategori	LA ₁₅
Motstand mot slitasje	Kategori	A _{N7}
Motstand mot polering	Deklarert verdi	PSV ₄₉
Vannabsorpsjon	Deklarert verdi	W _{cm} 0,5
Gradering	Kategori	G _{F85} G _{TC10}
- 8,0 mm.	Deklarert verdi	100 %
- 5,6 mm.	Min 98 % siktegjennomgang	98 %
- 4,0 mm.	Min 85 % siktegjennomgang	85 %
- 2,0 mm.	Deklarert verdi (+/- 10 %)	62 %
- 1,0 mm.	Deklarert verdi (+/- 20 %)	50 %
- 0,5 mm.	Deklarert verdi (+/- 20 %)	35 %
- 0,25 mm.	Deklarert verdi (+/- 20 %)	20 %
- 0,125 mm.	Deklarert verdi (+/- 10 %)	10 %
- 0,063 mm.	Deklarert verdi (+/- 3 %)	6 %
Finstoffinnhold	Kategori	f ₁₀
Farlige stoffer		Ingen kjente
KS/HMS Leder	Paul Glamo	Dato: 070905
		Sign:

CE - SAMSVARSERKLÆRING



Hadeland Pukkverk A/S

Pb 394, 1471 Lørenskog

05

NS-EN 13043

Tilslag til bituminøse masser

Pukk 4/8

Forekomsten består av knust fjell (trachytt), kornene er friske og uforvitret og det er spor av overflatebelegg på deler av enkelte korn.

Kornform	Deklarert verdi	FI ₂₀
Kornstørrelse	Betegnelse	4/8
Korndensitet	Deklarert verdi	2,60 Mg/m ³
Motstand mot knusing	Kategori	LA ₁₅
Motstand mot slitasje	Kategori	A _N 7
Motstand mot polering	Deklarert verdi	PSV ₄₉
Vannabsorpsjon	Deklarert verdi	W _{cm} 0,3
Gradering	Kategori	G _c 85/15 G _{20/15}
- 5,6 mm.	Deklarert verdi (+/- 15 %)	40 %
Finstoffinnhold	Kategori	f ₁
Farlige stoffer		Ingen kjente
KS/HMS Leder	Paul Glamo	Dato: 070905
		Sign:

CE - SAMSVARSERKLÆRING



Hadeland Pukkverk A/S

Pb 394, 1471 Lørenskog

05

NS-EN 13043

Tilslag til bituminøse masser

Pukk 8/11,2

Forekomsten består av knust fjell (trachytt), kornene er friske og uforvitret og det er spor av overflatebelegg på deler av enkelte korn.

Kornform	Deklarert verdi	FI ₁₅
Kornstørrelse	Betegnelse	8/11,2
Korndensitet	Deklarert verdi	2,60 Mg/m ³
Motstand mot knusing	Kategori	LA ₁₅
Motstand mot slitasje	Kategori	A _N 7
Motstand mot polering	Deklarert verdi	PSV ₄₉
Vannabsorpsjon	Deklarert verdi	W _{cm} 0,3
Gradering	Kategori	G _c 85/20
Finstoffinnhold	Kategori	f ₁
Farlige stoffer		Ingen kjente
KS/HMS Leder	Paul Glamo	Dato: 070905
		Sign:

CE - SAMSVARSERKLÆRING



Hadeland Pukkverk A/S

Pb 394, 1471 Lørenskog

05

NS-EN 13043

Tilslag til bituminøse masser

Pukk 11,2/16

Forekomsten består av knust fjell (trachytt), kornene er friske og uforvitret og det er spor av overflatebelegg på deler av enkelte korn.

Kornform	Deklarert verdi	FI ₁₅
Kornstørrelse	Betegnelser	11,2-16
Korndensitet	Deklarert verdi	2,60 Mg/m ³
Motstand mot knusing	Kategori	LA ₁₅
Motstand mot slitasje	Kategori	A _N 7
Motstand mot polering	Deklarert verdi	PSV ₄₉
Vannabsorpsjon	Deklarert verdi	W _{cm} 0,3
Gradering	Kategori	G _c 85/15
Finstoffinnhold	Kategori	f ₁
Farlige stoffer		Ingen kjente
KS/HMS Leder	Paul Glamo	Dato: 070905
		Sign: