

Intern rapport

Intern rapport nr. 2335

Vannfølsomhet med
spaltestrekkmetoden og
Cantabro-test.
En undersøkelse av to
steinmaterialer

25.09.2003



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Teknologiavdelingen

Intern rapport nr. 2335

Vannfølsomhet med spaltestrekkmetoden og Cantabro-test. En undersøkelse av to steinmaterialer

Sammendrag

Del 1: Spaltestrekkprøving

Blandinger av asfaltgrusbetong Agb 11 med forskjellig tilslag (Feiring og Hadeland) ble undersøkt mhp. vannfølsomhet med spaltestrekkmetoden. Ulike parametere ble undersøkt:

- Hulrom: 3 % og 8 %
- Amintilsetning i bitumen: 0 % og 0,4 %
- Korttidsaldring av massen 4 t 140°C
- Vannlagringstid: 3 døgn og 7 døgn ved 40 °C

Undersøkelsen ga bedre vedheftstall enn forventet for begge tilslag ut fra praktiske erfaringer og resultater med rulleflaskemetoden. Det var liten forskjell mellom prøver med lavt og høyt hulrom. Enkelte problemer ved gjennomføringen forklarer ikke avvikene fra forventede verdier. De ”gode” verdiene må tilskrives at blandingene hadde en god mørtel samt at korttidsaldring i varmeskap og langtidslagring i kjølerom har gitt en gunstig effekt.

Del 2: Cantabro-test

En ville undersøke om Cantabro-test ville skille bedre mellom blandinger med antatt god og dårlig vedheft. Cantabro-test ble gjennomført på Agb 11 med Feiring- og Hadeland-tilslag, denne gang uten tilsetning av kalkmel. Prøver ble laget med ca. 8 % hulrom, uten og med 0,4 % amintilsetning, uten korttidsaldring og med vannlagring 7 døgn ved 40 °C.

Prøvingen viste at alle tørrlagrede asfaltklosser hadde lavt massetap. Våtlagrede klosser uten amintilsetning hadde betydelig massetap for Feiring-masse og kollapset helt for Hadeland-masse. Med amintilsetning hadde både Feiring-masse og Hadeland-masse lave vekttap.

Konklusjon: Cantabro-test på vannlagrede prøver ser ut til å skille mellom god og dårlig vedheft på asfaltprøver med relativt høyt hulrom.

Emneord: *PROKAS, asfalt, bestandighet, vedheft, spaltestekkprøving, Cantabro-test*

Kontor: *Veg- og trafikkfaglig senter Trondheim*

Saksbehandler: *Torbjørn Jørgensen*

/ torbj

Dato: *25.09.2003*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Teknologiavdelingen

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

Del 1: Spaltestrekkprøving

1	Innledning	2
2	Forsøksplan	2
3	Forundersøkelser	5
4	Laboratoriearbeid - Resultater	6
5	Diskusjon og forslag til videre arbeid	9
5.1	Resultatene.....	9
5.2	Gjennomføring.....	10
5.3	Forslag til videre arbeid.....	11

Referanser

Vedlegg 1-8

Del 2: Cantabro-test

1	Innledning	1
2	Forsøksopplegg	1
3	Laboratoriearbeid - Resultater	3
5	Konklusjon	5

Referanser

Vedlegg 1

Del 1: Spaltestrekkprøving

1. Innledning

Hensikten med denne undersøkelsen var å teste vannfølsomhet ved spaltestrekk-prøving for to asfaltblandinger med kommende europeiske standard: prEN 12697-12.

I CEN-metoden undersøkes aktuell masse, men med lavere komprimeringsinnsats enn optimalt. Det er ikke gitt krav til minimum hulrom i prøven. I den ”nordiske” spaltestrekkundersøkelsen (metode 14.575 i håndbok 014) blir kornkurven justert slik at massen får et hulrom på ca. 15 %. Ved utviklingen av den ”nordiske” metoden valgte man et høyt hulrom i prøven nettopp for at vannet skulle trenge inn i den (ref. 1). Ved lave hulrom og bindemiddelrike asfaltblandinger vil ikke vannet trenge inn i prøven. Det vil da i stor grad være massens stivhet som måles – både før og etter vannlagringen.

Vi ønsket også å se på hvor enkelt det er å lage prøver med ønsket hulrom etter en ”realistisk” asfaltresept. Ville lavt og høyt hulrom gi ulike resultater, ville effekt av amintilsetning komme fram og ville forlenget vannlagringstid (7 døgn) innvirke på resultatene?

Vi tok utgangspunkt i to av tilslagene som ble benyttet i PROKAS-ringanalyse på *Koketest* og *Rulleflaskemetoden* (ref. 2) nemlig Hadeland og Feiring. Til asfaltmasser med Hadeland-tilslag har det vist seg nødvendig å benytte vedheftningsmiddel. Til asfalt med Feiring-tilslag er det ikke vanlig å tilsette vedheftningsmiddel.

I ringanalysen (bitumen 160/220 uten amin) hadde Hadeland-tilslaget dårlig vedheft både med koketest og rulleflaskemetode mens Feiring-tilslaget hadde noe bedre vedheft med begge metoder.

Siden en ønsket å se på sannsynlige resepter med de aktuelle tilslag, ble ikke 100 % kurve benyttet. I de to Agb 11 reseptene som ble benyttet ble både natursand og kalkfiller tilsatt, mer om dette i kapittel 3.

Undersøkelsen ble utført på Vegteknisk avdeling som ”egeninnsats” i PROKAS-prosjektet.

2. Forsøksplan

Det ble laget ulike Agb 11-blandinger basert på de to ovennevnte tilslagene. Bindemiddel var bitumen 160/220 uten amin og 160/220 tilsatt 0,4 % amin. Det ble valgt to hulromsnivåer: 3 ± 1 % og 8 ± 1 %. Det ble laget til 12 prøveklosser til hver blandingstype (4 tørre, 4 vannlagret i 3 døgn og 4 vannlagret i 7 døgn). Til sammen inngikk 96 prøveklosser. Tabell 1 gir en oversikt over prøvene.

Masse til 4 prøveklosser (dvs. en serie) ble blandet i en laboratorieblender, korttidsaldret i varmeskap 4 t 140°C, deretter neddelt og stampet til ønsket hulrom i en marshallstamper. I en forundersøkelse ble kornkurve og bindemiddeleinnhold korrigert slik at det gikk an å få de ønskede hulrommene ved ulike antall slag med marshallstamper.

Tabell 1. Prøveoversikt

Tilslag i Agb 11	Bindemiddel	Hulrom, %	Tørre	Vannlagret 3 døgn	Vannlagret 7 døgn
Hadeland (Stryken)	160/220	3	S1-S4	S5-S8	S9-S12
	160/220 + 0,4 % amin	3	S13-S16	S17-S20	S21-S24
	160/220	8	S25-S28	S29-S32	S33-S36
	160/220 + 0,4 % amin	8	S37-S40	S41-S44	S45-S48
Feiring	160/220	3	F1-F4	F5-F8	F9-F12
	160/220 + 0,4 % amin	3	F13-F16	F17-F20	F21-F24
	160/220	8	F25-F28	F29-F32	F33-F36
	160/220 + 0,4 % amin	8	F37-F40	F41-F44	F45-F48

Figur 1 viser et flytdiagram over undersøkelsen.

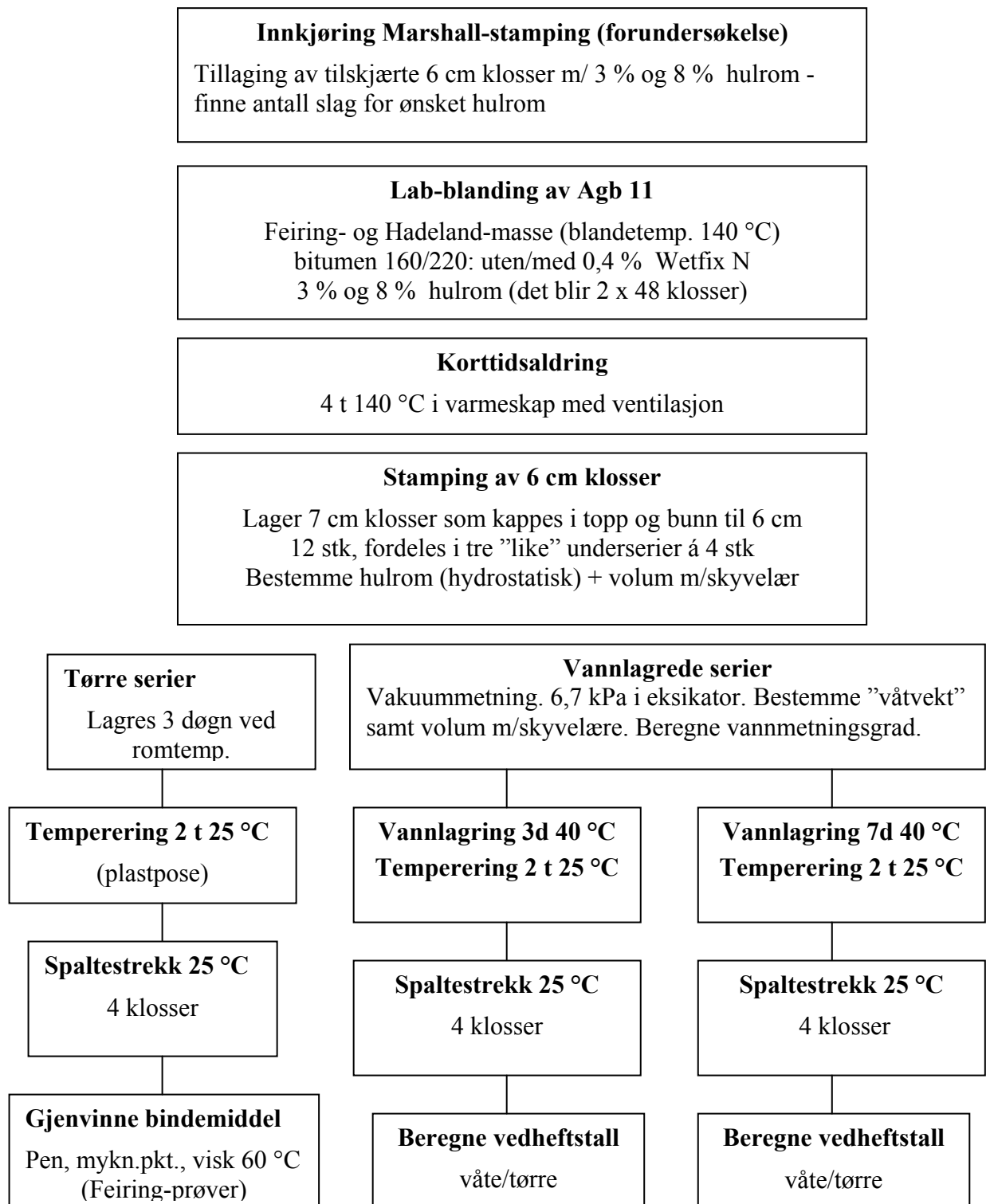
Det var opprinnelig tenkt å bruke gyratorisk kompaktor til å lage prøveklossene. Gyratorgruppen i PROKAS fant at hulrommet fordelte seg i ujevnt i asfaltprøvene, bl.a. var hulrommet lavest i prøvenes ytterkant. Det ville bli en del arbeid med å stille inn apparatet til ønsket hulrom. En valgte derfor å benytte marshallstamper for lettest mulig å oppnå ønsket hulrom. Den aktuelle prøvetypen Agb11 er dessuten en grei masse å komprimere med marshallstamper.

Prøvene ble parallellkappet i topp og bunn for å gjøre det lettere å måle volum mv.

Hulrom ble bestemt ved å måle densitet hydrostatisk overflatetørr (14.5623) samt ved beregning av maksimum densitet (14.5632).

Ved vakuummetting ble det i tillegg til svelling målt vannopptak i prøvene. Metningsgraden i %, som angir hvor mye av luftfylt hulrom som fylles med vann, ble bestemt etter den australske prosedyren AST 02:2000 (ref 3).

Figur 1 viser et flytdiagram over undersøkelsen.

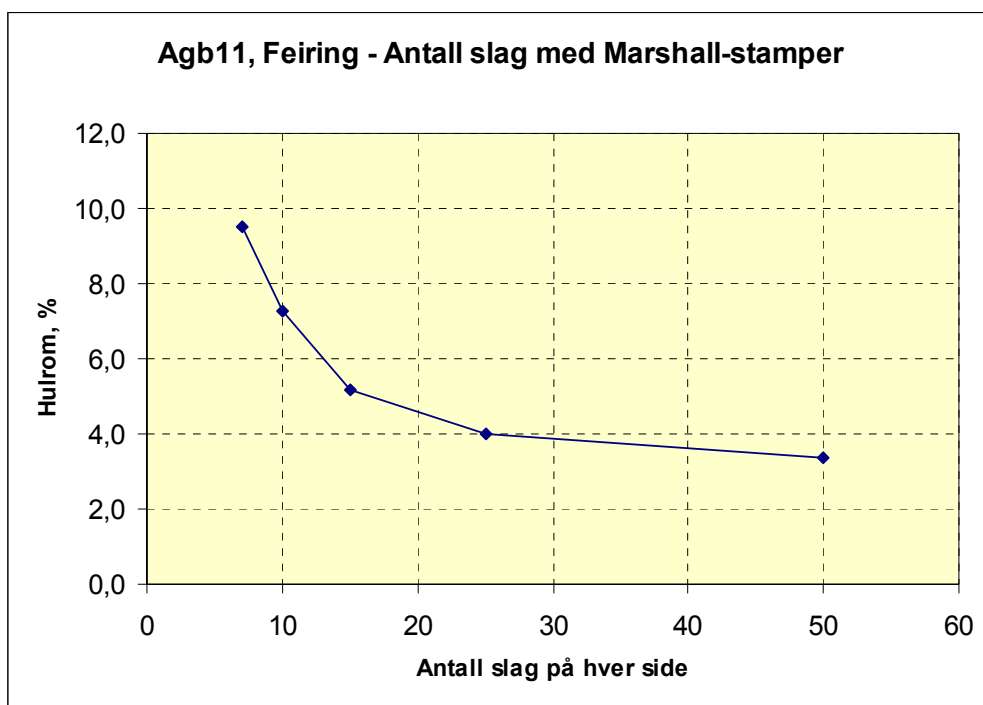


Figur 1. Flytdiagram over undersøkelsen

3. Forundersøkelser

I forundersøkelsen skulle vi komme frem til forsøksbetingelser som gir de ønskede hulrom (3 % og 8 %). Det var nødvendig å modifisere kurven noe for å få til blandinger som hadde de ønskede hulrom. I tillegg måtte en gå ned på antall slag med marshallstamperen. Prøvene skulle representere et ytterpunkt i resepten mhp. kornkurve og to ulike komprimeringsgrader.

Figur 2 viser hvordan hulrommet varierer med antall slag for Feiring-massen.



Figur 2. Antall slag med marshallstamper for å oppnå ønsket hulrom

Tabell 2 gir en oversikt over massenes sammensetning. Resepter for blandningene er gitt i vedlegg 1 og 2.

Tabell 2. Sammensetning av Agb 11 massene

	Feiring		Hadeland	
		Andel, %		Andel, %
Pukk	Feiring 8-11	25	Hadeland 8-11	23
Pukk	Feiring 4-8	15	Hadeland 4-8	18
Pukk	Bjønndalen 0-4	38	Hadeland 0-4	17
Sand	Myrvang 0-8	21	Myrvang 0-8	37
Filler	Miljøkalk 0-0,5	1	Miljøkalk 0-0,5	5
Bitumen	160/220	5,7	160/220	5,9
Amin	Wetfix N	0 eller 0,4	Wetfix N	0 eller 0,4
Antall slag, marshall	Hulrom 3 %	2 · 75	Hulrom 3 %	2 · 75
	8 %	2 · 12	8 %	2 · 15

4. Laboratoriearbeid - Resultater

Gjennomføringen av analyseprogrammet ble en del forsinket pga. sykdom og ferieavvikling. Etter innstamping av prøvene ble de satt på kjølelager i 3-4 måneder før vannmetning, vannlagring og spaltestrekkprøving.

Resultater fra bindemiddelanalyse av den benyttede 160/220 er gitt i vedlegg 3. Resultater av hulromsbestemmelse, vannmetningsgrad, svelling, og vannfølsomhet er gitt i vedlegg 4-7. Bindemiddelet ble gjenvunnet fra den ene "tørre" serien for å se hvor mye det hadde endret seg etter blanding og lagring. Resultater av bindemiddelanalyse er gitt i vedlegg 8.

For Hadeland-serien med 7 døgns vannlagring hadde vi problem med utstyret for vakuummething og vannlagring. Da utstyret var i orden igjen, tålte ikke disse prøvene en ny vakuumbehandling (flere prøver sprakk). Denne serien regnes som suspekt og resultatene (gitt i parentes) er kun tatt med til orientering.

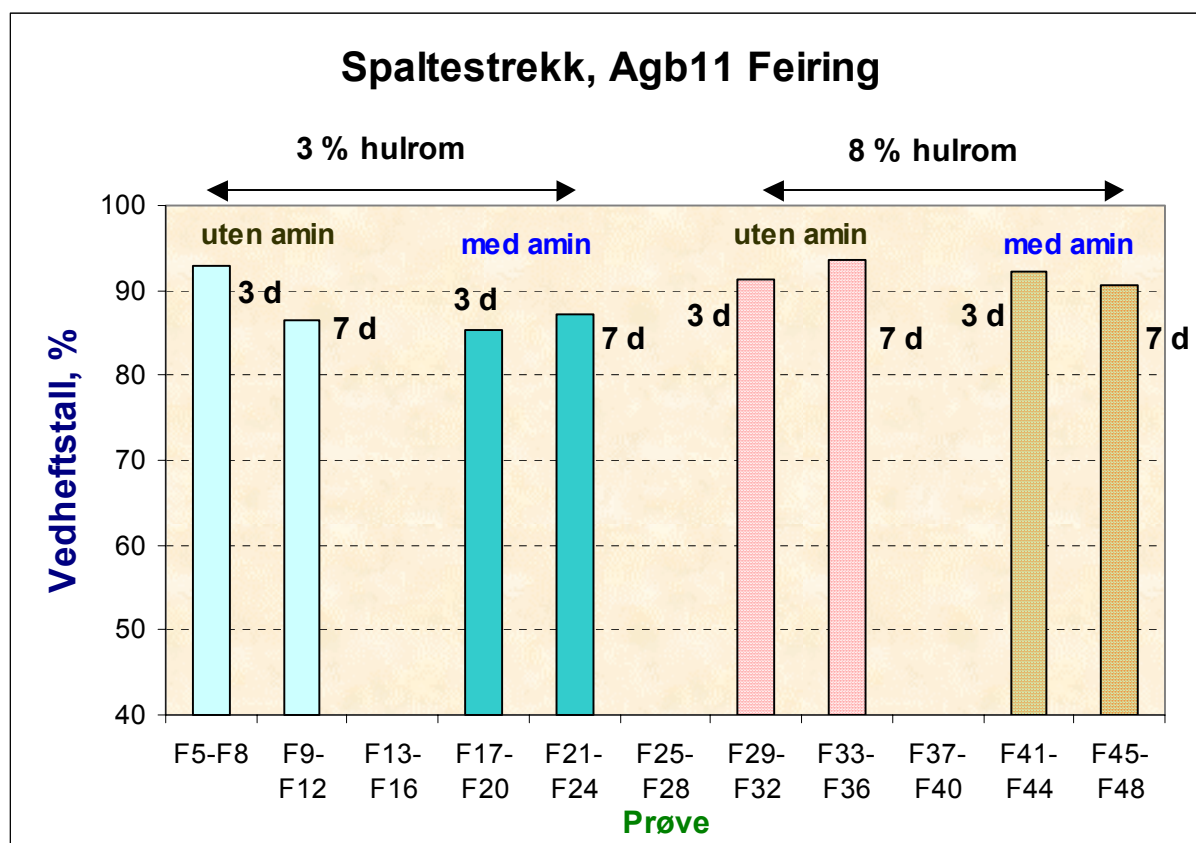
En oppsummering av analyseresultatene er gitt i tabell 3 for Feiring-massen og i tabell 4 for Hadeland-massen. Resultatene er også grafisk fremstilt i figur 3 og 4.

Tabell 3 Resultater for Agb 11 med Feiring -materiale

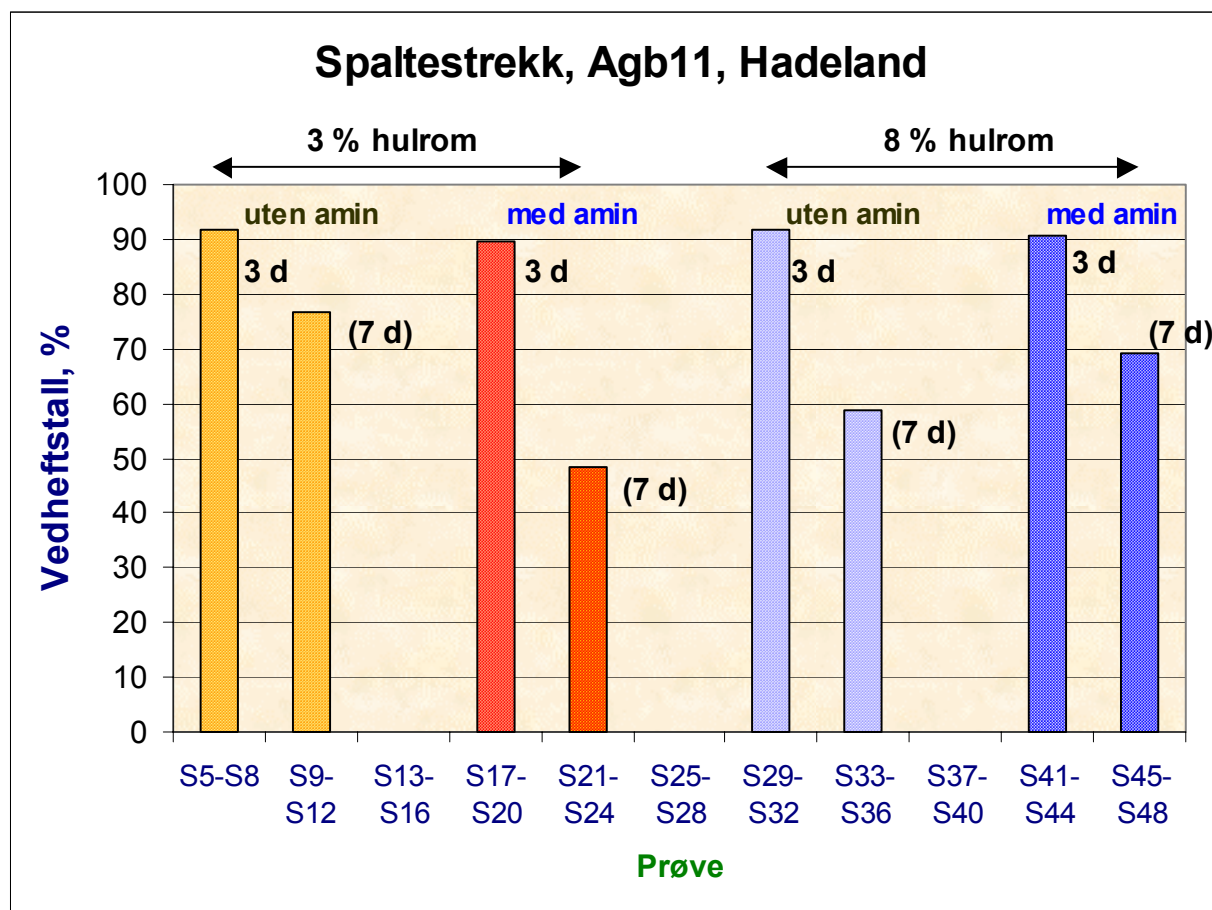
Prøve		Hulrom, %	Kondisjon- ering	Svelling, %	Metnings- grad, %	Spaltestrekk, kPa	Vedheftstall, %
F1-F4	u/amin	4,0	tørr	-	-	782	-
F5-F8		3,8	3d 40°C	0,4	55	725	93
F9-F12		4,7	7d 40°C	0,0	50	677	87
F13-F16	m/amin	3,7	tørr	-	-	829	-
F17-F20		3,4	3d 40°C	0,2	45	708	85
F21-F24		4,1	7d 40°C	0,2	47	722	87
F25-F28	u/amin	9,3	tørr	-	-	494	-
F29-F32		9,2	3d 40°C	0,2	79	452	91
F33-F36		9,4	7d 40°C	0,2	73	463	94
F37-F40	m/amin	9,4	tørr	-	-	441	-
F41-F44		9,5	3d 40°C	0,1	79	406	92
F45-F48		9,3	7d 40°C	0,5	77	400	91

Tabell 4 Resultater for Agb 11 med Hadeland -materiale

Prøve		Hulrom, %	Kondisjonering	Svelling, %	Metningsgrad, %	Spaltestrekk, kPa	Vedheftstall, %
S1-S4	u/amin	2,8	tørr	-	-	684	-
S5-S8		2,6	3d 40°C	0,0	45	627	92
S9-S12		3,0	7d 40°C	2,3	167	(524)	(77)
S13-S16	m/amin	3,0	tørr	-	-	712	-
S17-S20		2,9	3d 40°C	0,0	65	639	90
S21-S24		3,2	7d 40°C	4,5	247	(345)	(48)
S25-S28	u/amin	7,1	tørr	-	-	469	-
S29-S32		7,0	3d 40°C	0,1	87	430	92
S33-S36		7,2	7d 40°C	2,3	128	(276)	(59)
S37-S40	m/amin	6,9	tørr	-	-	434	-
S41-S44		6,5	3d 40°C	0,0	93	393	91
S45-S48		6,5	7d 40°C	2,0	136	(301)	(69)



Figur 3. Vedheftstall for Agb 11 med Feiring-materiale med tilsiktet 3 % og 8 % hulrom etter vannlagring i 3 døgn (3d) og 7 døgn (7 d).



Figur 3. Vedheftstall for Agb 11 med Hadeland-materiale med tilsiktet 3 % og 8 % hulrom etter vannlagring i 3 døgn (3d) og 7 døgn (7d). Prøvene merket 7d utgår pga. problem med vannmetningen.

Tabell 5 viser resultater fra bitumenanalysene. Gjenvunnet bitumen er fra serien med tørrlagrede Feiring-prøver med 3 eller 7 % tilsiktet hulrom uten eller med amintilsetning.

Tabell 5 Resultater fra bindemiddelanalyser

Metode	160/220 original	160/220 e/RTFOT	Gjenvunnet 3 % hulrom u/ amin	Gjenvunnet 3 % hulrom m/ amin	Gjenvunnet 8 % hulrom u/ amin	Gjenvunnet 8 % hulrom m/ amin
Penetrasjon 25°C, mm/10	177	114	74	67	81	75
Viskositet 60°C, Pa·s	64,7	124	264	308	240	266
Mykningspunkt, °C	36,9	41,3	46,6	47,4	46,2	46,6
Fraass bruddpunkt, °C	-23	-22				
Syretall, mgKOH/g	3,8					
Bindemiddelinhold, %			5,6	5,5	5,4	5,5

5. Diskusjon og forslag til videre arbeid

5.1 Resultatene

I denne undersøkelsen fikk vi bedre resultater for vannfølsomhet enn forventet ut fra tidligere resultater med rulleflaskemetoden og erfaringer i felt med Hadeland-materialet. Det var spesielt overraskende at prøver uten og med amintilsetning hadde like gode vedheftstall både for Feiring- og Hadeland- massene.

Det var ingen signifikant forskjell i vedheftstall mellom prøver med tilsiktet 3 % og 8 % hulrom. Vi hadde forventet en klar forskjell. Prøverserien som ikke ble riktig vannmettet pga. feil i vakuump-apparaturen (Hadeland, 7 døgns vannlagring) er ikke med i denne vurderingen. Ulik vannlagring (Feiring) ga heller ingen klar trend for at 7 døgns vannlagring ga større effekt enn 3 døgn.

Mulige årsaker til at resultatene ble mer ”flatterende” enn det som var planlagt er listet opp nedenfor:

1. *Det ble brukt gunstige materialer i blandingene.*

Tilsetning av natursand av god kvalitet og kalkmel i blandingen bidro til en mørtel med gode vedheftningsegenskaper (jf. tabell2). I Feiring-massen var det bare 40 % Feiring-materiale, mens det i Hadeland-massen var 58 % Hadeland-materiale.

Det er sannsynlig at en 100 % kurve av materialene ville gitt resultater som samsvarer bedre med resultatene fra rulleflaskemetoden. Hensikten i denne undersøkelsen var likevel å undersøke ”sannsynlige” blandinger med de aktuelle tilslagene.

2. *Korttidsaldringen kan ha gitt en gunstig effekt*

I Superpave prosedyrene for asfaltblandinger skal det utføres en korttidsaldring av upakket masse 4 t ved 135°C i varmeskap. Korttidsaldringen skal simulere oppherding i blandeverket og ved transport. Av praktiske grunner valgte vi i denne undersøkelsen å varmelagre massen i 4 t ved 140°C. Denne ekstra ”innbakingen” kan ha vært gunstig for vedheften samt bidratt til en betydelig oppherding av bindemiddelet. Langtidslagringen i kjølerom i 3-4 måneder har nok ikke bidratt mye til aldring. Prøvene fikk derimot stå tørt over lengre tid og dette kan ha vært gunstig for vedheften.

3. *Korttidsaldring og oppherding av bindemiddel*

I tørrlagrede Feiring-prøver (etter pressing) hadde penetrasjonen gått ned fra opprinnelig 177 til ca. 75. Verdiene er vist i tabell 5. RTFOT-herdet bitumen hadde penetrasjon 114. Oppherdingen er betydelig større enn forventet, trolig pga. korttidsaldringen. Vegteknisk avdeling har tidligere gjenvunnet bitumen i 3-4 år gamle asfaltprøver (Agb16) og fått en penetrasjon på ca. 60 i enkelte av disse.

4. *Er spalttestrekkmotoden en velegnet vedheftnings metode overhodet?*

Det finnes eksempel på at en tilsvarende undersøkelse av borkjerner ikke ga indikasjon på vedheftssvikt, selv om dekket seinere gikk i oppløsning. Det er mulig at metoden ikke skiller godt nok mellom gode og dårlige mørtelblandinger.

En bør vurdere å utføre vedheftstesten med 100 % kurve av samme materiale (ikke kalkfiller). Korttidsaldring kan utgå da det ser ut til at massen likevel får en

”normal” oppherding under laboratorieprøvingen. Eventuelle svakheter med det aktuelle tilslaget vil da bli mer fremtredende.

5.2 Gjennomføring

Hulrom

Vi oppnådde noenlunde ønsket hulrom i prøveseriene. Middelverdier for hulrom for hver serie av 12 prøver er gitt i tabell 6.

Tabell 6 Hulrom i asfaltprøvene

	Hulrom i asfaltprøver (snitt), %			
	3 % u/amin	3 % m/amin	8 % u/amin	8 % m/amin
Feiring-prøver	4,2	3,7	9,3	9,4
Hadeland-prøver	2,8	3,0	7,1	6,6

En må regne med noe forarbeid for å tilpasse kurve og finne riktig komprimeringsinnsats (antall slag) hvis man sikter seg inn på et bestemt hulrom. Gyratorisk kompaktor bør brukes til dette når prosedyre for prøvetillaging er etablert.

Med hensyn til hulrom og vedheftningstall, så forventet man at 3 % hulrom i massen uansett ville gi ”godt” resultat, da vannet ikke trenger inn i så tett masse. For prøvene med ”høyt hulrom” forventet vi et mye dårligere resultat enn det vi fikk.

Svelling

I CEN-metoden aksepteres ikke prøver som sveller mer enn 2 %. Det var bare de prøvene som ble forkastet pga. problemer med vakuumpåstyret som hadde større svelling enn kravet. De andre prøvene hadde en svelling på 0,0 til 0,5 %.

Vannmetningsgrad

Denne parameteren er ikke med i CEN-standarden, men brukes både i australsk og amerikansk metode. I begge metodene skal vannmetningsgraden være mellom 55 % og 80 %. Middelverdier for hver serie av 8 prøver er gitt i tabell 7.

Tabell 7 Oversikt over vannmetningsgrad i asfaltprøvene

	Vannmetningsgrad i asfaltprøver (snitt), %			
	3 % u/amin	3 % m/amin	8 % u/amin	8 % m/amin
Feiring-prøver	53	46	76	78
Hadeland-prøver	45	65	87	93

De prøvene som hadde svellet og ble forkastet, hadde metningsgrader fra 128 til 247 %.

Trenden med høyere metningsgrad for høyere hulrom virker fornuftig, da det er mer tilgjengelig hulrom i disse prøvene. CEN-metoden vil gi høyere vannmetningsgrad da den benytter lavere resttrykk (6,7 kPa) enn den australske metoden (79,8 kPa). Problemer med vakuumpåstyret for vannmetning ødela for 7 døgns-serien til Hadeland. For 3-døgns serien fikk en uansett uventet ”gode” vedheftningstall.

5.3 Forslag til videre arbeid

Vi fikk ikke frem de ønskede egenskapene i de undersøkte prøvene. Trolig var mørteldelen såpass god at bidraget fra grovtilslaget med ”dårlig vedheft” ikke kom tydelig frem.

Korttidsaldringen kan ha vært for gunstig med hensyn på vedheft, og gitt en betydelig bindemiddelopperherding. Langtidslagringen i kjølerom kan ha bidratt til forbedret vedheft.

Målet i PROKAS Bestandighet er å komme fram til egnede prøvingsmetoder som kan bedømme vedheften til en asfaltmasse på en troverdig måte. For å få fram svakheter ved materialene og blandingen, må prøvingsbetingelsene etterligne ugunstige situasjoner i det ferdige dekke. Eksempler på slike er: lavt bindemiddelinhold, lite mørtel, dårlig mørtelkvalitet, ikke for god tørking av tilslag, ikke varmelagring av ferdig masse, høyt hulrom mv.

Forslag til videre arbeid med spaltstrekkmetoden :

1. *Prøving av Agb 11 med 100 % Feiring og 100 % Hadeland kurve, med noe lavere bindemiddelinhold. Samme bitumen 160/220 uten amin og med 0,4 % amin.*

Det lages til to serier for hvert steinmateriale med:

8 klosser (4 tørre + 4 våte) til spaltstrekk og 6 klosser (3 tørre + 3 våte) til Cantabro-test.

Første serie uten amin, andre serie med amin.

Korttidsaldring utgår.

Prøveseriene skal ha et hulrom på 8-10 %

Vannmetning og vannlagring i 7 døgn

Bestemmelse av hulrom, svelling og vannmetningsgrad

Spaltstrekk og bestemmelse av vedheftningstall.

Gjenvinne bindemiddel på tørre serier (Feiring) uten og med amin (penetrasjon, viskositet og mykningspunkt).

2. *Cantabro-test på tørrlagrede og vannmettede/våtlagrede prøver*

Bestemme vekttap etter 300 omdreininger i Los Angeles trommel (3 tørre og 3 våtlagrede prøver). Bestemme forholdet vekttap mellom våte og tørre prøver.

Når disse resultatene foreligger, må det gjøres en vurdering av hvilke prøvingsmetoder og prosedyrer en vil gå videre med i prosjektet.

Referanser

1. *Laboratoriemetoder för bedömning av bituminösa beläggningsars vattenkänslighet – innflytande av olika försöksparametrar*, Nordisk Vegteknisk Forbund, Utvalg 33, Rapport nr 11, 1983

2. T. Jørgensen, *PROKAS Prosjektrapport nr. 5 Bestandighet: Ringanalyse vedheft*, Vegteknisk avdeling, intern rapport nr 2198, 2001

3. *Stripping Potential of Asphalt – Tensile Strength Ratio*, AUSROADS Asphalt Test, AST 02:2000

Vedlegg 1

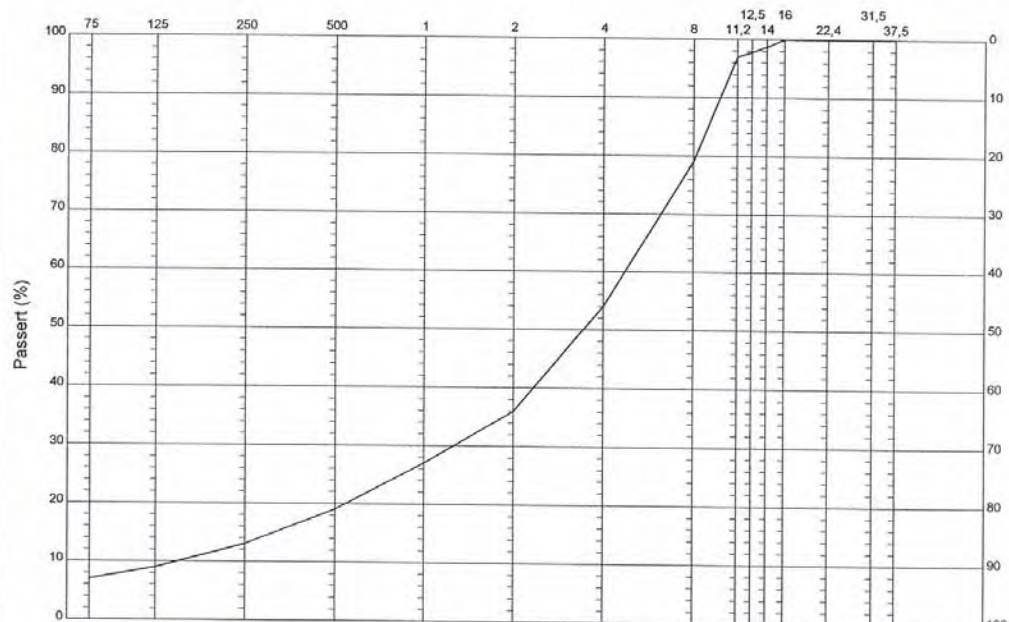
Statens vegvesen
Norge

Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag

Reseptnr **Bestand 02** Blandeverk **Vegteknisk avd L109**
 Dekketype **Agb 11** Resept dato **20020331**
 Entreprenørnr **51-001** Entreprenørnavn **Statens vegvesen**

	Tilsiktet	Toleranse	Kompakteringstype	
Bindemiddel (%)	5,70	0,00		0,00
Hulrom (%)	0,0	0,0	Densitet (g/cm ³)	0,000
Forbruk (kg/m ²)	0	0	Hulrom (%)	0,00
Massetemp prod. (°C)	0	0	Stabilitet (N)	0
Dekkets densitet (g/cm ³)	0,000	0,000	Flyt (mm)	0,0
Maks. vanninnhold (%)	0,0	0,0	Stab:Flyt (N/mm)	0
Bindemiddeltipe	160/220		Ind. strekkst. (kPa)	0

	µm				mm										
	75	125	250	500	1	2	4	8	11,2	12,5	14	16	22,4	31,5	37,5
Tils.	93,0	91,0	87,0	81,0	73,0	64,0	46,0	21,0	3,0	2,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Tol.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Tilslag	Forekomst	Dens.	f	s	kl	LA	Abr	Mølle	Sort	Andel
Pukk	Feiring	2,890	0,00	0,0	1	0	0,00	10,1	8-11	25,0
Pukk	Feiring	2,890	0,00	0,0	0	0	0,00	0,0	4-8	15,0
Pukk	Bjønnåalen	2,720	0,00	0,0	0	0	0,00	0,0	0-4	38,0
Grus	Myrvang	2,560	0,00	0,0	0	0	0,00	0,0	0-8	21,0
Filler	Miljøkalk	2,740	0,00	0,0	0	0	0,00	0,0	0-0,5	1,0

Tilsetningsstoff	Mengde (% av bindem.)
Vedheftningsmiddel	0
Med og uten WelfixN	0,4

Arbeidsresepten godkjennes

Vegkontoret i Norge

Dato _____ Underskrift _____

Entreprenør Statens vegvesen

Sted _____, Den _____


Underskrift _____

LABSYS Versjon 4.5.9 - 20021125, 13:41:17

Vegteknisk avdeling

Side 1

Vedlegg 2



Statens vegvesen
Norge

Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag

Reseptnr **Bestand 01**

Dekketype **Agb 11**

Entreprenørnr **51-001**

Blandeverk **Vegteknisk avd. L109**

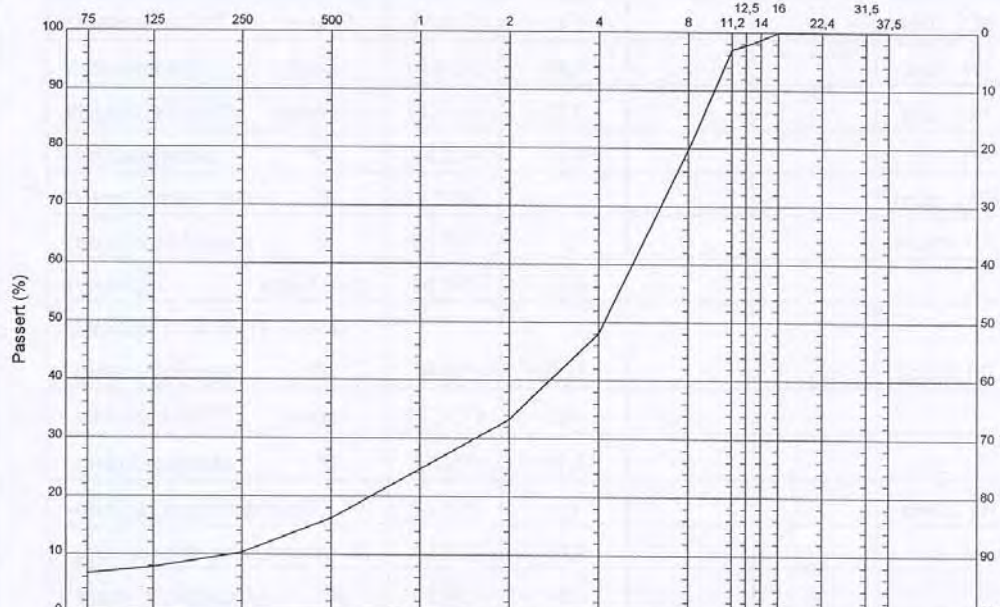
Resept dato **20020331**

Entreprenørnavn **Statens vegvesen**

	Tilsiktet	Toleranse
Bindemiddel (%)	5,90	0,10
Hulrom (%)	0,0	0,0
Forbruk (kg/m ²)	0	0
Massetemp prod. (°C)	0	0
Dekkets densitet (g/cm ³)	0,000	0,000
Maks. vanninnhold (%)	0,0	0,0
Bindemiddeltype	160/220	

Kompakteringstype	
Densitet (g/cm ³)	0,00
Hulrom (%)	0,00
Stabilitet (N)	0
Flyt (mm)	0,0
Stab:Flyt (N/mm)	0
Ind. strekkst. (kPa)	0

	µm				mm											
	75	125	250	500	1	2	4	8	11,2	12,5	14	16	22,4	31,5	37,5	
Tils.	93,3	92,2	89,7	83,8	75,3	66,7	51,9	20,3	3,0	2,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	
Tol.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	



Tilslag	Forekomst	Dens.	f	s	kl	LA	Abr	Mølle	Sort	Andel
Pukk	Stryken	2,620	0,00	0,0	1	0	0,00	3,6	8-11	23,0
Pukk	Stryken	2,620	0,00	0,0	1	0	0,00	0,0	4-8	18,0
Pukk	Stryken	2,680	0,00	0,0	0	0	0,00	0,0	0-4	17,0
Grus	Myrvang	2,660	0,00	0,0	0	0	0,00	0,0	0-8	37,0
Filler	Miljøkalk	0,000	0,00	0,0	0	0	0,00	0,0	0-0,5	5,0

Tilsetningsstoff		Mengde (% av bindem.)	0
Vedheftningsmiddel	med og uten WetfixN	Mengde (% av bindem.)	0,4

Arbeidsresepten godkjennes

Vegkontoret i Norge

Dato _____ Underskrift _____

Entreprenør Statens vegvesen

Sted _____, Den _____

Underskrift _____

LABSYS Versjon 4.5.9 - 20021125, 13:40:56 Side 1

Statens vegvesen - Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling

Bilag nr. 3

ANALYSE AV BITUMEN

Prøve mottatt fra: Nynäs til PROKAS

Prøve merket	Uttatt dato	Lab. pr. nr.
B180		A298.99

Analyseresultater:

Lab. pr. nr.	Metode	A298.99			Krav 160/220
Penetrasjon 25°C, mm/10	14.512	177			160 - 220
Viskositet 60°C, Ns/m ²	14.5132	64,7			min. 30
Viskositet 135°C, mm ² /s	14.5131	221			min. 135
Mykningspunkt, °C	14.514	36,9			35 - 43
Flammepunkt, PMcc, °C	14.5162				(min. 180)
Fraass bruddpunkt, °C	14.517	-23			maks. -15
Syretall, mgKOH/g	14.543	3,76			
Materiale e / RTFOT 163°C					
- masse-endring *, %	14.515	-0,18			maks. 1,0
- viskositet 60°C, Ns/m ²	14.5132	124			
- mykningspunkt, °C	14.514	41,3			min. 37
- økning i mykningspunkt, °C	14.514	4,4			maks. 11
- gjenværende penetrasjon, %	14.512	64,4	114		min. 37
- fraass bruddpunkt, °C	14.517	-22			

* negativ verdi angir vekttap

Merknad :

Vegteknisk avdeling Dato: 27.02.2002 Underskrift: Bente E.M^c Gonnell

Bilag 4

HULROM %

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	Dens. _p	Dens. _p (maks)	Hulrom %
S1	3% H uten amin	TØRR	2,324	2,407	3,4
S2			2,341	2,407	2,7
S3			2,342	2,407	2,7
S4			2,336	2,407	2,9
S13	3% H med amin	TØRR	2,332	2,407	3,1
S14			2,333	2,407	3,1
S15			2,334	2,407	3,0
S16			2,337	2,407	2,9
S25	8% H uten amin	TØRR	2,238	2,407	7,0
S26			2,239	2,407	7,0
S27			2,220	2,407	7,8
S28			2,235	2,407	7,1
S37	8% H med amin	TØRR	2,245	2,407	6,7
S38			2,225	2,407	7,6
S39			2,249	2,407	6,6
S40			2,239	2,407	7,0
PR.NR.	TILLAGING	TESTET	Dens. _p	Dens. _p (maks)	Hulrom %
S5	3% H uten amin	3d.40°C	2,346	2,407	2,5
S6			2,348	2,407	2,5
S7			2,341	2,407	2,7
S8			2,344	2,407	2,6
S9	3% H uten amin	7d.40°C	2,338	2,407	2,9
S10			2,333	2,407	3,1
S11	Vakumproblem		2,331	2,407	3,2
S12			2,339	2,407	2,8
S17	3% H med amin	3d.40°C	2,336	2,407	2,9
S18			2,338	2,407	2,9
S19			2,343	2,407	2,7
S20			2,333	2,407	3,1
S21*	3% H med amin	7d.40°C	2,332	2,407	3,1
S22*			2,324	2,407	3,4
S23*	Vakumproblem		2,332	2,407	3,1
S24*	*Sprekk på topp		2,327	2,407	3,3
PR.NR.	TILLAGING	TESTET	Dens. _p	Dens. _p (maks)	Hulrom %
S29	8% H uten amin	3d.40°C	2,241	2,407	6,9
S30			2,248	2,407	6,6
S31			2,256	2,407	6,3
S32			2,211	2,407	8,1
S33	8% H uten amin	7d.40°C	2,233	2,407	7,2
S34			2,241	2,407	6,9
S35	Vakumproblem		2,225	2,407	7,6
S36			2,240	2,407	6,9
S41	8% H med amin	3d.40°C	2,264	2,407	5,9
S42			2,249	2,407	6,6
S43			2,258	2,407	6,2
S44			2,237	2,407	7,1
S45*	8% H med amin	7d.40°C	2,236	2,407	7,1
S46			2,243	2,407	6,8
S47	Vakumproblem		2,268	2,407	5,8
S48	*Sprekk på topp		2,255	2,407	6,3

Vedlegg 5

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKK

METNINGSGRAD %

F1-F4

F17-16

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	Vekt, tørr	Vekt, overfl. tørr	Vekt, nedsenk i vann	Hulrom %	Volum prøve	Volum av luft i prøve	Vekt mettet prøve	Metningsgrad %	Middel Met.grad%
F5	3% H uten amin	3d.40°C	1211,39	1212,39	717,78	3,4	496,10	16,87	1221,57	60,4	
F6			1214,11	1214,69	720,77	3,1	495,41	15,36	1220,83	43,8	
F7			1193,01	1194,12	702,28	4,4	493,32	21,71	1206,13	60,4	
F8			1183,42	1184,31	698,00	4,1	487,77	20,00	1194,09	53,4	54,5
F9	3% H uten amin	7d.40°C	1199,66	1200,40	709,37	3,7	492,51	18,22	1208,31	47,5	
F10			1187,91	1188,54	700,67	4,0	489,34	19,57	1196,09	41,8	
F11			1157,30	1159,02	670,60	6,6	489,89	32,33	1178,57	65,8	
F12			1187,41	1188,09	698,72	4,3	490,84	21,11	1196,74	44,2	49,8
F17	3% H med amin	3d.40°C	1211,79	1212,43	721,03	2,8	492,88	13,80	1218,02	45,1	
F18			1198,97	1199,54	711,43	3,2	489,58	15,67	1205,80	43,6	
F19			1192,53	1193,13	704,90	3,7	489,70	18,12	1199,94	40,9	
F20			1191,96	1192,65	703,96	3,8	490,16	18,63	1201,64	62,0	45,4
F21	3% H med amin	7d.40°C	1203,86	1204,50	712,83	3,5	493,15	17,26	1210,29	37,3	
F22			1194,24	1194,70	706,53	3,6	489,64	17,63	1200,43	35,1	
F23			1188,03	1188,62	698,89	4,3	491,20	21,12	1199,15	52,6	
F24			1186,69	1187,70	695,12	5,0	494,06	24,70	1201,96	61,8	46,7

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKK

METNINGSGRAD %

F25-F28

F37-140

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	Vekt, tørr	Vekt, overfl. tørr	Vekt, nedsenk i vann	Hulrom %	Volum prøve	Volum av luft i prøve	Vekt mettet prøve	Metningsgrad %	Middel Met.grad%
F29	8% H uten amin	3d.40°C	1112,17	1116,57	631,87	9,5	486,16	46,19	1149,92	61,7	
F30			1100,22	1104,23	624,90	9,5	480,77	45,67	1135,80	77,9	
F31			1136,17	1139,12	647,49	8,9	493,11	43,89	1170,98	79,3	
F32			1117,68	1120,38	636,00	9,0	485,84	43,73	1150,50	75,1	78,5
F33	8% H uten amin	7d.40°C	1112,24	1118,10	633,71	9,5	485,85	46,16	1147,65	76,7	
F34			1114,46	1117,15	634,59	8,9	484,01	43,08	1147,62	77,0	
F35			1110,07	1112,48	631,60	9,0	482,33	43,41	1140,62	70,4	
F36			1092,29	1097,08	618,71	10,0	479,81	47,98	1124,85	67,9	73,0
F41	8% H med amin	3d.40°C	1114,33	1117,98	633,57	9,3	485,87	45,19	1149,35	77,5	
F42			1120,62	1124,29	633,97	9,9	491,80	48,69	1159,24	79,3	
F43			1135,49	1137,94	645,92	9,0	493,50	44,42	1170,23	78,2	
F44			1109,74	1113,53	629,42	9,6	485,57	46,61	1146,83	79,6	78,7
F45	8% H med amin	7d.40°C	1122,63	1125,30	638,65	9,1	488,11	44,42	1156,69	76,7	
F46			1104,11	1107,71	627,02	9,5	482,14	45,80	1140,31	79,0	
F47			1110,42	1113,50	630,73	9,3	484,22	45,03	1145,28	77,4	
F48			1107,15	1110,53	628,76	9,4	483,22	45,42	1141,66	76,0	77,3

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKK

Vedlegg 6-1

SVELLING%

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	TØRRE KLOSSER				VANNMETTET KLOSSER				SVELLING%	M.SVELLING%
			M.HØYDE	M.DIAMETER	RADIUS	VOLUM	M.HØYDE	M.DIAMETER	RADIUS	VOLUM		
F5	3% H uten amin	3d.40°C	61,7	101,7	50,84	500,49	61,9	101,7	50,84	502,60	0,4	
F6			61,4	101,7	50,84	498,47	61,5	101,7	50,86	499,69	0,2	
F7			61,5	101,5	50,74	496,93	61,6	101,7	50,85	500,22	0,7	
F8			60,7	101,5	50,75	490,90	60,7	101,6	50,79	491,82	0,2	0,4
F9	3% H uten amin	7d.40°C	61,1	101,6	50,82	494,99	61,1	101,6	50,82	495,25	0,1	
F10			60,8	101,5	50,76	492,13	60,8	101,6	50,82	492,64	0,1	
F11			61,3	101,6	50,82	496,86	61,2	101,6	50,81	496,44	-0,1	
F12			60,9	101,7	50,83	494,23	61,0	101,7	50,83	494,62	0,1	0,0
F17	3% H med amin	3d.40°C	61,1	101,6	50,81	494,96	61,3	101,6	50,80	496,22	0,3	
F18			60,7	101,6	50,80	491,54	60,7	101,7	50,85	492,98	0,3	
F19			60,6	101,7	50,85	492,09	60,6	101,8	50,91	493,25	0,2	
F20			60,8	101,6	50,81	493,11	60,8	101,7	50,87	493,95	0,2	0,2
F21	3% H med amin	7d.40°C	61,2	101,6	50,79	495,72	61,4	101,7	50,86	498,53	0,6	
F22			60,7	101,7	50,83	492,28	60,7	101,7	50,83	492,51	0,0	
F23			60,8	101,7	50,84	493,21	60,9	101,7	50,84	494,08	0,2	
F24			61,4	101,7	50,83	497,80	61,6	101,6	50,78	498,52	0,1	0,2

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKK

SVELLING%

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	TØRRE KLOSSER				VANNMETTET KLOSSER				SVELLING%	M.SVELLING%
			M.HØYDE	M.DIAMETER	RADIUS	VOLUM	M.HØYDE	M.DIAMETER	RADIUS	VOLUM		
F29	8% H uten amin	3d.40°C	60,9	101,5	50,73	491,71	61,1	101,6	50,79	494,41	0,5	
F30			60,5	101,7	50,83	490,89	60,5	101,5	50,75	488,86	-0,4	
F31			61,8	101,6	50,78	500,47	62,0	101,7	50,85	502,98	0,5	
F32			60,9	101,6	50,78	493,42	61,1	101,6	50,81	494,96	0,3	0,2
F33	8% H uten amin	7d.40°C	61,3	101,6	50,79	496,29	61,3	101,6	50,81	497,15	0,2	
F34			60,9	101,5	50,77	492,50	60,9	101,5	50,77	493,23	0,1	
F35			60,4	101,5	50,73	488,23	60,7	101,5	50,77	491,03	-0,6	
F36			60,7	101,7	50,83	492,19	60,8	101,5	50,77	491,77	-0,1	0,2
F41	8% H med amin	3d.40°C	61,1	101,6	50,82	494,99	61,1	101,7	50,83	495,51	0,1	
F42			61,7	101,6	50,81	500,41	61,8	101,7	50,83	501,51	0,2	
F43			61,8	101,6	50,79	500,08	61,9	101,7	50,83	502,42	0,5	
F44			61,4	101,6	50,80	497,20	61,0	101,7	50,83	494,38	-0,6	0,1
F45	8% H med amin	7d.40°C	60,9	101,5	50,76	492,55	61,4	101,6	50,79	497,10	0,9	
F46			60,5	101,6	50,78	490,09	60,9	101,6	50,79	493,36	0,7	
F47			60,8	101,6	50,80	492,90	60,8	101,5	50,76	492,05	-0,2	
F48			60,6	101,5	50,74	489,49	60,8	101,5	50,76	491,50	0,4	0,5

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKK

Vedlegg b-2

SVELLING%

PR.NR	TILLAGING	TESTET	TØRRE KLOSSER				VANNMETTET KLOSSER				SVELLING%	M SVELLING%
			M.HØYDE	M.DIAMETER	RADIUS	VOLUM	M.HØYDE	M.DIAMETER	RADIUS	VOLUM		
S5	3% H uten amin	3d.40°C	60,8	101,7	50,87	493,53	60,9	101,7	50,83	493,66	0,0	
S6			60,5	101,6	50,81	490,11	60,5	101,7	50,86	491,63	0,3	
S7			61,0	101,5	50,74	493,29	61,0	101,6	50,79	494,10	0,2	
S8			60,6	101,7	50,85	492,25	60,5	101,6	50,79	490,38	-0,4	0,0
S9	3% H uten amin	7d.40°C	61,2	101,6	50,80	495,66	61,5	102,4	51,21	506,67	2,2	
S10			60,4	101,6	50,79	489,57	60,8	102,3	51,14	499,46	2,0	
S11	Vakumproblem		61,2	101,6	50,80	495,51	61,1	102,8	51,39	506,24	2,2	
S12			61,2	101,6	50,81	495,79	61,4	102,8	51,42	509,74	2,8	2,3
S17	3% H med amin	3d.40°C	60,9	101,7	50,84	493,86	60,8	101,7	50,85	493,87	0,0	
S18			61,1	101,6	50,82	495,17	61,2	101,7	50,84	496,62	0,3	
S19			61,4	101,7	50,84	497,90	61,3	101,7	50,84	497,27	-0,1	
S20			61,1	101,8	50,88	496,57	61,1	101,8	50,88	496,41	0,0	0,0
S21*	3% H med amin	7d.40°C	61,0	101,7	50,84	495,06	61,4	103,4	51,71	515,69	4,2	
S22*			61,7	101,6	50,82	500,34	62,0	103,5	51,75	521,28	4,2	
S23*	Vakumproblem		61,6	101,7	50,83	499,91	62,2	104,0	52,01	528,49	5,7	
S24*	*Sprekk på topp		60,9	101,7	50,87	494,83	61,4	103,4	51,69	515,28	4,1	4,5

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKK

SVELLING%

PR.NR	TILLAGING	TESTET	TØRRE KLOSSER				VANNMETTET KLOSSER				SVELLING%	M SVELLING%
			M.HØYDE	M.DIAMETER	RADIUS	VOLUM	M.HØYDE	M.DIAMETER	RADIUS	VOLUM		
S29	8% H uten amin	3d.40°C	61,2	101,5	50,75	494,94	61,4	101,6	50,78	497,23	0,5	
S30			61,0	101,6	50,82	494,93	61,3	101,7	50,86	497,82	0,6	
S31			60,9	101,6	50,78	492,60	60,6	101,7	50,87	491,91	-0,1	
S32			60,7	101,5	50,76	490,85	60,4	101,6	50,79	489,23	-0,3	0,1
S33	8% H uten amin	7d.40°C	61,6	101,6	50,81	498,93	61,7	102,5	51,25	509,03	2,0	
S34			60,9	101,7	50,84	494,41	60,9	103,1	51,53	507,77	2,7	
S35	Vakumproblem		61,5	101,6	50,78	497,70	61,2	102,8	51,39	507,40	2,0	
S36			60,9	101,7	50,83	494,15	60,9	102,9	51,46	506,04	2,4	2,3
S41	8% H med amin	3d.40°C	61,4	101,5	50,77	496,63	61,2	101,7	50,84	497,02	0,1	
S42			61,5	101,7	50,84	499,12	61,1	101,7	50,83	495,77	-0,7	
S43			60,8	101,6	50,79	492,56	60,8	101,7	50,85	493,30	0,2	
S44			61,4	101,5	50,73	496,01	61,4	101,7	50,87	499,15	0,6	0,0
S45*	8% H med amin	7d.40°C	61,4	101,7	50,85	498,66	61,4	102,6	51,31	507,73	1,8	
S46			61,1	101,7	50,86	496,50	61,1	102,4	51,20	502,52	1,2	
S47	Vakumproblem		60,7	101,7	50,84	492,71	60,9	103,1	51,54	507,72	-3,0	
S48	*Sprekk på topp		61,4	101,7	50,85	498,44	61,7	102,5	51,24	508,24	2,0	2,0

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKKPRØVING

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	M HØYDE (mm)	M ØDIAMETER (mm)	P ₀ (N)	S ₀ (MPa)	a	M S	M a	Q %	Dækn grad
F25	8% H uten amin	Tørr	61,0	101,7	4648	478	3,0				2
F26			60,2	101,5	5096	531	3,1				2
F27			60,5	101,6	4704	487	3,0				2
F28			60,9	101,7	4676	481	3,0	494,2	3,0		2
F29	8% H uten amin	3d.40°C	61,3	101,9	4396	448	2,9				2
F30			60,7	101,7	4256	439	2,9				2
F31			62,1	102,0	4396	442	2,9				2
F32			61,2	101,8	4676	478	3,0	457,7	2,9	91,4	2
F33	8% H uten amin	7d.40°C	61,4	101,7	4704	480	3,0				2
F34			61,0	101,7	4620	474	3,0				2
F35			60,6	101,7	4424	457	2,9				2
F36			60,7	101,8	4284	441	2,9	463,0	2,9	93,7	2
F37	8% H med amin	Tørr	60,5	101,5	4396	456	2,9				2
F38			61,0	101,6	4284	440	2,9				2
F39			60,7	101,5	4228	437	2,9				2
F40			61,3	101,6	4228	432	2,9	441,2	2,9		2
F41	8% H med amin	3d.40°C	61,1	101,8	3976	407	2,8				2
F42			62,2	102,0	3920	394	2,8				2
F43			62,1	101,8	4256	429	2,9				2
F44			61,1	101,9	3864	395	2,8	406,2	2,8	92,1	2
F45	8% H med amin	7d.40°C	61,2	101,9	3808	389	2,8				2
F46			60,6	101,9	3808	383	2,8				2
F47			60,9	101,7	3808	391	2,8				2
F48			60,6	101,7	4144	428	2,9	400,3	2,8	90,7	2

Vedlegg 7-1

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKKPRØVING

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	M HØYDE (mm)	M ØDIAMETER (mm)	P ₀ (N)	S ₀ (MPa)	a	M S	M a	Q %	Dækn grad
F1	3% H uten amin	Tørr	60,6	101,7	7028	725	3,4				2
F2			60,3	101,5	8232	855	3,6				2
F3			60,7	101,6	7784	804	3,5				2
F4			60,7	101,6	7168	740	3,4	781,5	3,5		2
F5	3% H uten amin	3d.40°C	61,9	101,7	6944	702	3,4				2
F6			61,5	101,7	6944	707	3,4				2
F7			61,8	101,7	7280	738	3,4				2
F8			60,9	101,8	7336	754	3,5	725,3	3,4	92,8	2
F9	3% H uten amin	7d.40°C	61,2	101,7	7532	771	3,5				2
F10			60,8	101,7	6776	697	3,4				2
F11			61,4	101,8	5236	533	3,1				2
F12			60,9	101,7	6880	705	3,4	676,6	3,3	86,6	2
F13	3% H med amin	Tørr	61,0	101,6	8372	859	3,6				2
F14			60,3	101,6	8064	837	3,6				2
F15			60,6	101,7	7728	799	3,5				2
F16			60,7	101,7	7952	821	3,6	826,9	3,6		2
F17	3% H med amin	3d.40°C	61,5	101,7	7560	769	3,5				2
F18			60,9	101,7	6888	708	3,4				2
F19			60,8	101,8	6524	671	3,3				2
F20			61,1	101,7	6664	683	3,3	707,8	3,4	85,4	2
F21	3% H med amin	7d.40°C	61,4	101,7	7000	714	3,4				2
F22			60,8	101,7	6860	707	3,4				2
F23			60,9	101,8	7308	751	3,5				2
F24			61,6	101,6	7028	715	3,4	721,7	3,4	87,1	2

Vedlegg 7-2

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKKPRØVING

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	M.HØYDE (mm)	MDIAMETER (mm)	P ₀ [N]	S ₀ [kPa]	a	M _S	M _a	Q %	Dekn grad
S25	8% H uten amin	Tørr	60,8	101,8	4564	470	3,0				2
S26			61,1	101,8	4676	479	3,0				2
S27			60,7	101,8	4480	462	2,9				2
S28	8% H uten amin	3d.40°C	60,4	101,8	4508	467	2,9	469,2	3,0		2
S29	8% H uten amin	3d.40°C	60,9	101,7	4508	463	2,9				2
S30			61,1	101,6	4116	422	2,9				2
S31			60,7	101,8	4664	470	3,0				2
S32			60,6	101,8	3528	364	2,7	429,8	2,9	91,6	2
S33	8% H uten amin	7d.40°C	61,4	102,6	2828	286	2,5				1,25
S34			60,7	103,2	2352	239	2,4				1,25
S35	Vakumproblem		61,2	102,7	2856	289	2,5				1,25
S36	8% H med amin	Tørr	60,9	102,6	2828	288	2,5	275,5	2,5	58,7	1,25
S37	8% H med amin	Tørr	61,8	101,6	3920	397	2,8				2
S38			61,5	101,7	4228	431	2,9				2
S39			60,8	101,7	4508	464	2,9				2
S40			61,6	101,7	4368	444	2,9	434,1	2,9		2
S41	8% H med amin	3d.40°C	61,0	101,6	4032	414	2,8				2
S42			61,4	102,1	3528	355	2,7				2
S43			60,9	101,5	4116	424	2,9				2
S44	8% H med amin		61,4	102,0	3696	376	2,7	393,2	2,8	50,6	2
S45*	8% H med amin	7d.40°C	61,5	103,3	2632	264	2,4				2
S46			61,0	102,5	3024	308	2,6				2
S47	Vakumproblem		60,9	102,8	3052	310	2,6				2
S48	*Sprekke topp		61,6	102,7	3192	321	2,6	300,7	2,5	69,3	2

VANNFØLSOMHET MED SPALTESTREKKPRØVING

PR.NR.	TILLAGING	TESTET	M.HØYDE (mm)	MDIAMETER (mm)	P ₀ [N]	S ₀ [kPa]	a	M _S	M _a	Q %	Dekn grad
S1	3% H uten amin	Tørr	61,2	101,7	6146	629	3,3				2
S2			61,0	101,8	6216	637	3,3				2
S3			60,7	101,7	6552	676	3,3				2
S4			61,1	101,7	7728	792	3,5	683,6	3,3		2
S5	3% H uten amin	3d.40°C	60,7	101,6	5468	567	3,1				2
S6			60,3	101,7	5468	570	3,1				2
S7			61,2	101,6	6664	682	3,3				2
S8			60,5	101,7	6664	690	3,4	627,1	3,2	91,7	2
S9	3% H uten amin	7d.40°C	61,2	102,3	5712	581	3,2				1,5
S10			60,7	102,4	5180	531	3,1				1,5
S11	Vakumproblem		61,1	102,6	4536	460	2,9				1,5
S12			61,2	102,6	5152	522	3,1	523,7	3,1	76,6	1,5
S13	3% H med amin	Tørr	61,6	101,8	6832	694	3,4				2
S14			61,0	101,7	6328	650	3,3				2
S15			60,9	101,7	6748	694	3,4				2
S16			62,0	101,7	8008	809	3,5	711,6	3,4		2
S17	3% H med amin	3d.40°C	60,8	101,7	6468	666	3,3				2
S18			61,1	101,6	6020	617	3,2				2
S19			61,4	101,7	6328	646	3,3				2
S20			61,1	101,8	6104	625	3,2	638,5	3,3	89,7	2
S21*	3% H med amin	7d.40°C	61,4	103,3	3556	357	2,7				2
S22*			61,9	103,2	3388	338	2,6				2
S23*	Vakumproblem		61,9	103,9	3192	316	2,6				2
S24*	*Sprekke topp		61,2	103,1	3640	366	2,7	344,6	2,7	48,4	2

Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling

Bilag nr. 8

ANALYSE AV GJENVUNNET BITUMEN

Prøve mottatt fra: PROKAS, Bestandighet

Prøve merket	Uttatt dato	Lab. pr. nr.
Agb11, 3% hulrom, uten amin		F3 + F4
Agb11, 3% hulrom, med amin		F13 + F14
Agb11, 8% hulrom, uten amin		F26 + F27
Agb11, 8% hulrom, med amin		F38 + F39

Analyseresultater:

Lab. pr. nr.	Metode	F3+F4	F13+F14	F26+F27	F38+F39
Penetrasjon 25°C, mm/10	14.512	74	67	81	75
Viskositet 60°C, mm ² /s	14.5131				
Viskositet 60°C, Ns/s ²	14.5132	264	308	240	266
Mykningspunkt, °C	14.514	46,6	47,4	46,2	46,6
Syretall, mgKOH/g	14.543				
Bindemiddelinhold, %	14.5511	5,60	5,54	5,44	5,50

Merknader: Bitumen som er brukt i Agb11-masser er A298.99 (B180)

Vegteknisk avdeling

Dato: 08.10.02

Underskrift:

Bente F. M^cGonnell

Del 2: Cantabro-test

1. Innledning

Etter spaltestrekkundersøkelsen (Del 1, kap. 5.3) ble det foreslått å undersøke tilsvarende masseprøver med Cantabrotest i det videre arbeid. Pga. begrensede ressurser ble det denne gang bare utført prøving på på asfaltgrusbetong med ”høyt” hulrom (ca. 8 %).

Cantabro-test blir i Spania brukt til bestandighetsvurdering av drengasfalt, emulsjonsgrus og gjenbruksasfalt (ref. 1). En asfaltprøve legges i Los Angeles trommelen og etter 300 omdreininger måles vekttapet (partikkeltapet). Prøvingen kan enten utføres på tørrlagrede eller våtlagrede/ kondisjonerte asfaltprøver. Ved prøving av tørrlagrede prøver er det asfaltklossens kohesjon/slagstyrke som testes. Bindemiddelinnhold og komprimeringsgrad er viktige parametere for prøvingsresultatet. Metode for prøving av tørrlagrede asfaltklosser foreligger som utkast til europeisk standard prEN 12697-17 *Particle loss of porous asphalt specimen*.

I hvilken grad vannlagring/kondisjonering påvirker styrken kan også undersøkes. I Spania er det benyttet krav til maksimalt vekttap både for tørre (maks. 15 %) og våtlagrede prøver (maks. 25 %).

Vegteknisk avdeling har noen ganger brukt Cantabro-test til å vurdere borprøver av emulsjonsgrus og asfaltgrusbetong ved utredning av dekkeskader. Trenden i disse undersøkelsene er at fuktige eller våtlagrede prøver fra dårlige parseller har stort massetap mens fuktige eller våtlagrede prøver fra gode parseller har lite massetap.

Denne undersøkelsen ble utført på Vegteknisk avdeling som egeninnsats i PROKAS-prosjektet våren 2003.

2. Forsøksopplegg

Det ble laget Agb 11-blandinger med Feiring- og Hadeland-tilslag. Bindemiddel var bitumen 160/220 uten amin og 160/220 tilsatt 0,4 % amin. I stedet for kalkmel ble det benyttet steinmel eller grus. Feiring-massen inneholdt 40 % Feiring-materiale og Hadeland-massen inneholdt 87 % Hadeland-materiale.

Det ble laget til 6 prøvekluser med ca. 8 % hulrom i hver serie (3 til tørrlagring og 3 til vannlagring). Til sammen ble det laget 24 prøvekluser. Tabell 1 gir en oversikt over prøvene.

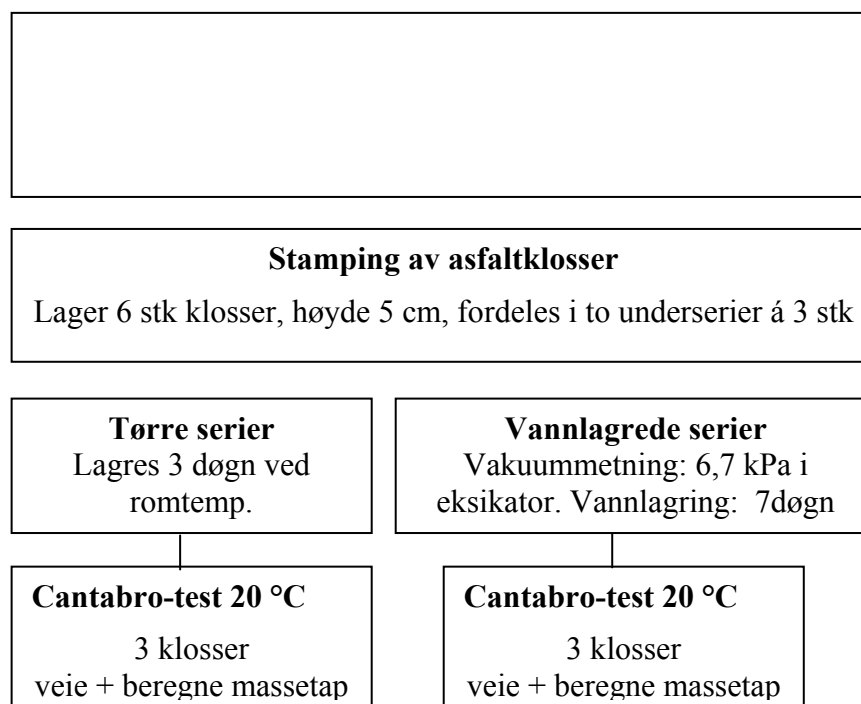
Masse til 6 prøvekluser (dvs. en serie) ble blandet i en SRC laboratorieblender, neddelt og stampet til ønsket hulrom i en marshallstamper. I en forstudie ble kornkurve, bindemiddelinnhold samt antall slag med marshallstamper tilpasset for å oppnå ønsket hulrom.

Tabell 1. Sammensetning av Agb 11 blandingene

	Feiring-masse		Hadelandmasse	
		masse %		masse %
Pukk	Feiring 8-11	25,5	Hadeland 8-11	24
Pukk	Feiring 4-8	15	Hadeland 4-8	19
Pukk	Bjønndalen 0-4	38,5	Hadeland 0-4	44
Grus	Grefsrud 0-8	21	Grefsrud 0-8	13
Bitumen	160/220	5,2	160/220	5,9
Amin	Wetfix N	0 eller 0,4 (av bitumen)	Wetfix N	0 eller 0,4 (av bitumen)
Antall slag, marshall	Hulrom ca. 8 %	2 · 30 slag	Hulrom ca. 8 %	2 · 40 slag

I hver serie ble 3 prøver lagret på benk i 3 døgn før prøving og 3 prøver vakuummettet og vannlagret ved 40 °C i 7 døgn før prøving.

Ved Cantabro-testing blir asfaltklossene kjørt enkeltvis i Los Angeles trommel (uten stålkuler). Prøven veies før og etter 300 omdreininger i trommelen, og % vekttaap beregnes. De våtlagrede prøvene stilles til avrenning 60 ± 10 min på tørkepapir før veiing og prøving i Los Angeles trommel. Figur 1 viser et flytdiagram for undersøkelsen



Figur 1. Flytdiagram over undersøkelsen

3. Laboratoriearbeid – Resultater

Det ble benyttet samme bindemiddel, tilslag og amin som i spaltestrekundersøkelsen (se Del 1).

Det viste seg at vannlagrede Hadeland-prøver uten amin var så svake at de måtte tas ut av vannbadet etter 3 døgn. Hadeland-prøver med amin ble da også tatt ut av vannbadet etter 3 døgn.

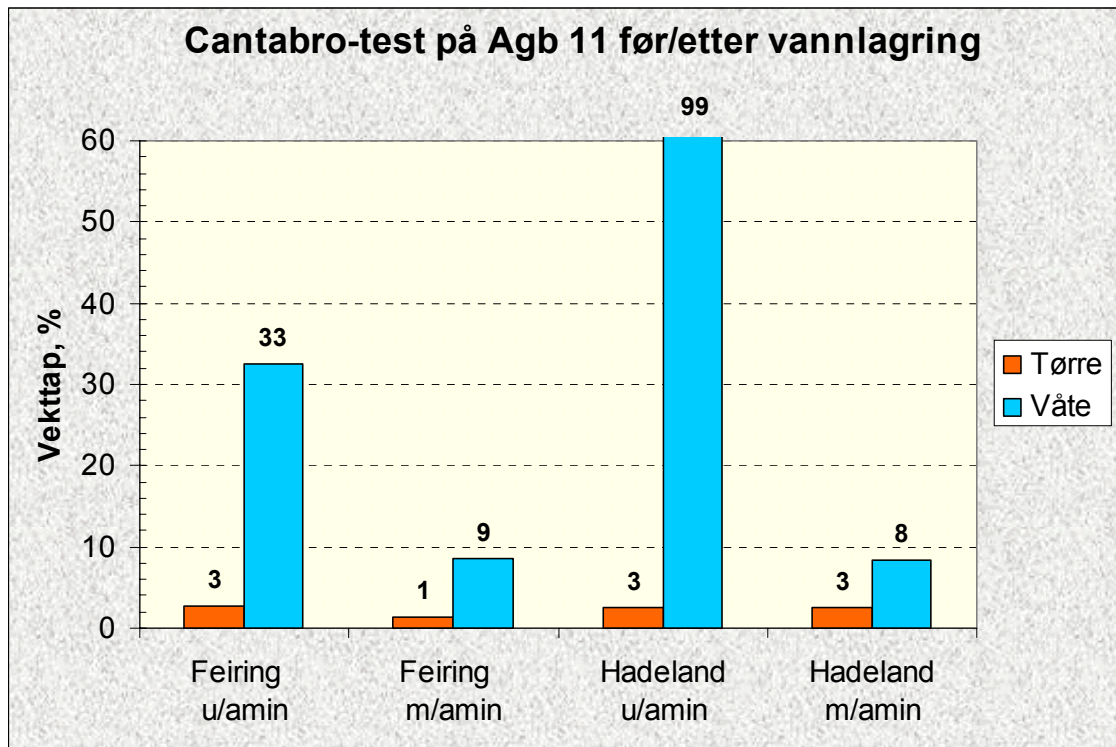
Gjennomføringen av forsøket gikk for øvrig uten problemer.

Resultater fra Cantabro-prøvingen er gitt i vedlegg 1. En oppsummering er gitt i tabell 2 og en grafisk framstilling er vist i figur 2.

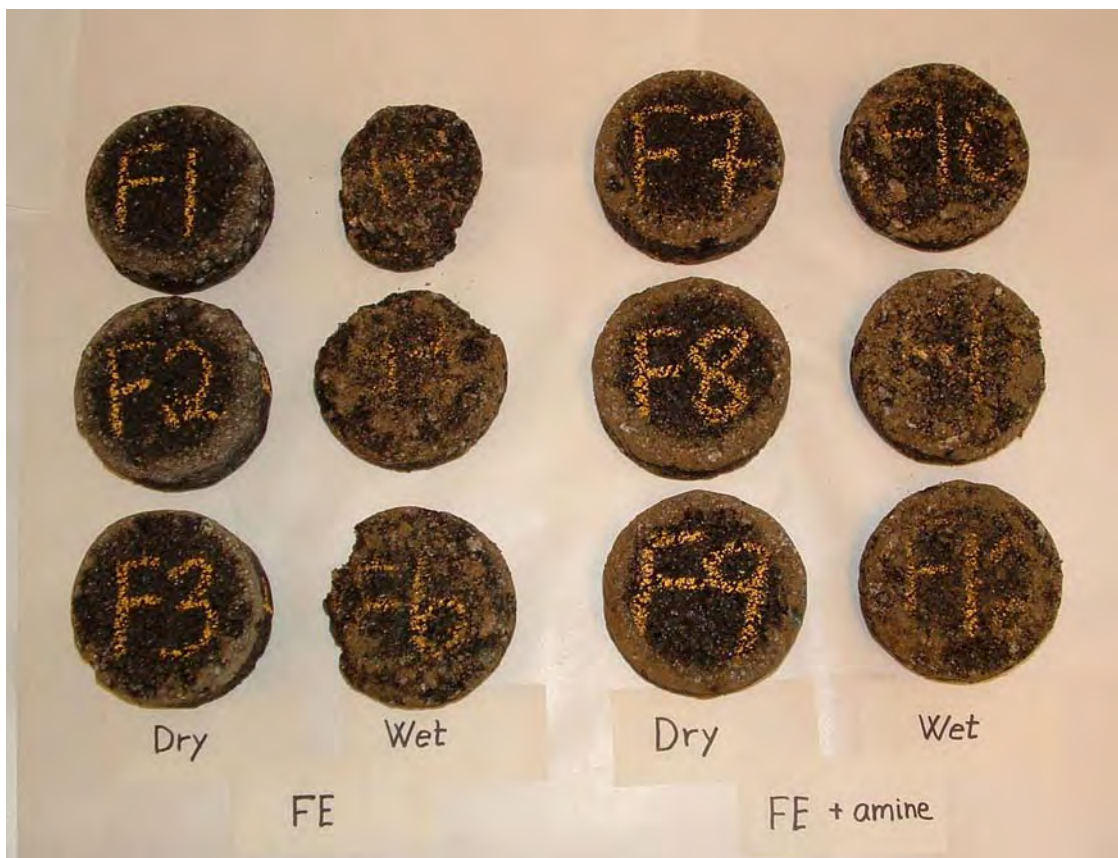
Tabell 2. Resultater fra Cantabro-test

Prøve	Kondisjonering	Vekt start (middel), g	Vekt e/ 300 omdr. (middel), g	Partikkeltap (middel) %	Standard avvik %
Agb 11, Feiring u/amin	tørre	801,6	780,0	2,7	0,3
	våte 7d 40°C	821,3	554,5	32,5	14,4
Agb 11, Feiring m. 0,4 % Wetfix N	tørre	800,4	789,3	1,4	0,6
	våte 7d 40°C	824,8	754,2	8,6	0,6
Agb 11, Hadeland u/amin	tørre	782,0	762,5	2,5	0,2
	våte 3d 40°C	568,0	4,4	99,2	0,3
Agb 11, Hadeland m. 0,4 % Wetfix N	tørre	780,4	759,8	2,6	0,9
	våte 3d 40°C	777,4	712,7	8,4	4,2

Fotografier av asfaltprøvene etter prøving er vist i figur 3 og 4.



Figur 2. Grafisk fremstilling av resultatene



Figur 3. Feiring-prøvene etter Cantabro-test på tørre og våtlagrede klosser. Prøver uten amintilsetning i de to kolonnene til venstre.



Figur 4. Hadeland-prøvene etter Cantabro-test (tørre og våtlagrede). Prøver uten amintilsetning i de to kolonnene til venstre.

4. Konklusjon

I Cantabro-prøvingen fikk vi resultater for vannfølsomhet som forventet ut fra tidligere resultater med rulleflaskemetoden og fra erfaringer i felt. Dette gjelder spesielt for Hadeland-materialet. En oppsummering av vedheftsprøvinger i PROKAS er gitt i tabell 3, se også ref 3.

Tabell 3 Oversikt over resultater fra vedheftstesting av Feiring og Hadeland-materialer i PROKAS

Materiale	Cantabro-test Partikkeltap, %	Rulleflaske Dekningsgrad, %	Koketest Dekningsgrad, %	Spaltestrekk, Vedheftstall, %
Feiring	33	9	14	91
Feiring m/amin	9	43	60	92
Hadeland	99	0	3	92
Hadeland m/amin	8	34	45	91
	Agb11, 8 % hulrom, e/vannlagring	5,6-8,0 mm e/48 t rulletid, (ringanalyse)	4,0-8,0 mm, (ringanalyse)	Agb11, 8 % hulrom, e/vannlagring

Undersøkelsen indikerer at Cantabro-test klarer å skille mellom asfaltprøver med antatt god og dårlig vannfølsomhet/vedheft. Selv om metoden er forholdsvis primitiv har den klart å skille mellom dårlige og gode asfaltdekker i andre undersøkelser.

Metoden kan være et supplement til spaltestrekk (evt. dynamisk E-modul og dynamisk kryp) på kondisjonerte asfaltprøver. Det kan være en fordel å ha en prøvingsmetode som i større grad tester prøvens slagseighet, jf. påkjenninger fra piggdekk, kjettingbruk og tungtrafikken forøvrig.

Trolig er metoden best egnet til vurdering av asfalt til lavtrafikkerte veger, dvs. massetyper med noe lavt bindemiddel-innhold og noe høyt hulromsinhold. Metoden vil også være aktuell til vurdering av drensasfalt.

Referanser

1. J. Gordillo, A. Bardesi & A. Ruiz, *Hot bituminous mixtures i fine courses. Spanish experience*. Euroasphalt & Eurobitume Congress, Strasbourg 1996
2. prEN 12697-17, *Test methods for Hot mix asphalt- Part 17: Particle loss of porous asphalt specimen*. CEN/TC227/WG1 January 2003
3. T. Jørgensen, *PROKAS Prosjektrapport nr. 5 Bestandighet: Ringanalyse vedheft*, Vegteknisk avdeling, intern rapport nr 2198, 2001

Partikkeltap på asfaltprøver (Cantabro test)

PROKAS, pr.nr. 6000571

prEN 12697-17

Resultatskjema

Dato utført: 2.5.2003

Temp: 21 °C

Sign.: TJ

		Start	300 omdr.		Middel	St.avvik
Lab.pr.nr.	Prøve merket	Vekt prøve W ₁ , g	Vekt prøve W ₂ , g	Partikkeltap, %	%	%
	Agb11, Feiring, 160/220 u/amin					
Tørre	F1	813,78	789,29	3,0		
	F2	793,64	772,80	2,6	2,7	0,3
	F3	797,27	777,89	2,4		
	Agb11, Feiring, 160/220 u/amin					
Våte	F4	823,80	421,88	48,8		
7 døgn	F5	822,31	600,08	27,0	32,5	14,4
	F6	817,86	641,39	21,6		
	Agb11, Feiring, 160/220 m/amin					
Tørre	F7	799,50	785,54	1,7		
	F8	800,23	794,45	0,7	1,4	0,6
	F9	801,35	788,02	1,7		
	Agb11, Feiring, 160/220 m/amin					
Våte	F10	826,82	741,59	10,3		
7 døgn	F11	822,87	756,37	8,1	8,6	1,6
	F12	824,69	764,53	7,3		

Resultatskjema

Dato utført: 13.05.2003

Temp: 21 °C

Sign.: TJ

		Start	300 omdr.		Middel	St.avvik
Lab.pr.nr.	Prøve merket	Vekt prøve W ₁ , g	Vekt prøve W ₂ , g	Partikkeltap %	%	%
	Agb11, Hadeland, 160/220 u/amin					
Tørre	S1	779,47	758,37	2,7		
	S2	780,72	763,04	2,3	2,5	0,2
	S3	785,77	766,04	2,5		
	Agb11, Hadeland, 160/220 u/amin					
Våte	S4	576,68	2,96	99,5		
3 døgn	S5	513,35	5,64	98,9	99,2	0,3
	S6	614,01	4,53	99,3		
	Agb11, Hadeland, 160/220 u/amin					
Tørre	S7	782,19	766,81	2,0		
	S8	780,79	752,38	3,6	2,6	0,9
	S9	778,33	760,29	2,3		
	Agb11, Hadeland, 160/220 u/amin					
Våte	S10	804,20	775,86	3,5		
3 døgn	S11	723,66	644,21	11,0	8,4	4,2
	S12	804,30	718,07	10,7		