

Intern rapport

Intern rapport nr. 2367

Prøving av vannfølsomhet til
asfalt med Cantabrottest,
vendskakmetode og
rulleflaskemetode



Statens vegvesen

16.11.2004

Teknologiavdelingen

Intern rapport nr. 2367

Undersøkelse av vannfølsomhet med Cantabrotest, vendskakmetoden og rulleflaskemetoden

Sammendrag

I et laboratoriesamarbeid mellom NCC Roads, Skanska Asphalt og Vegdirektoratet i PROKAS-prosjektet ble det undersøkt hvordan tre tilslag klarte seg i ulike vannfølsomhetstester:

- a) ved prøving av grovtilslaget i rulleflaskemetoden
- b) ved prøving av mørtelen i vendskakmetoden
- c) ved prøving av asfaltblandingen i Cantabrotest

I tillegg ble effekt av ulike tilsetninger på vannfølsomheten undersøkt:

- a) amintilsetning
- b) bruk av kalkfiller
- c) bruk av hydratkalk
- d) kombinasjon av amin og kalkfiller eller amin og hydratkalk

Det var ingen større problemer ved gjennomførelsen. Resultatene var som forventet for rulleflaskemetoden. For vendskakmetoden og Cantabro test var resultatene som forventet for Steinskogen- og Svingen-materialet. For det benyttede Lierskogen-materialet ga ingen materialkombinasjon godt resultat. Erfaringsvis finnes det andre materialkombinasjoner som gir bedre resultat for Lierskogen-materialet.

Det var en viss korrelasjon mellom vendskakmetoden og Cantabrotest, mens det ikke var korrelasjon mellom rulleflaskemetoden og vendskakmetoden / Cantabrotest.

Bindemiddelet til Svingen-blandinger med 1 % kalkfiller hadde fått en betydelig oppherding.

De tre metodene ser ut til å være anvendelige til proporsjonering og driftskontroll. Cantabrotest kan også være egnet til byggherrekontroll, f.eks. av borprøver.

Emneord: *PROKAS, asphalt, bestandighet, vedheftning, vannfølsomhet, Cantabrotest, vendskakmetoden, rulleflaskemetoden*

Kontor: *Veg- og trafikkfaglig senter Trondheim*
Saksbehandler: *Torbjørn Jørgensen*
Dato: *16.11.2004*

/ torbj

PROKAS er et samarbeidsprosjekt der det norske asfalmiljøet arbeider mot nye og bedre metoder for proporsjonering og kontroll av asfaltmasser.

PROKAS is the name of a Norwegian joint venture project, which aim is to lead to developments within the fields of asphalt mix design and field control systems.

Prosjektvarighet –
Project duration: 1998 - 2004

Prosjektdeltakere –
Project participants:

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Avinor
Forsvarsbygg
Trondheim kommune, Trondheim bydrift

Asfaltteknisk Institutt, ATI
KoLo Veidekke
NCC Roads
Lemminkäinen Norge
Skanska Asfalt
Oslo Vei
Nordasfalt
MESTA

Nynäs
Norske Shell
Esso Norge
Statoil Marketing
Elf Oil Nordic

NTNU Institutt for bygg, anlegg og transport
SINTEF Bygg og miljø, Veg og samferdsel

Innhold

1. Innledning	2
2. Forsøksopplegg	3
2.1 Metoder.....	3
2.2 Materialer.....	5
2.3 Plan for prøvingene	5
3. Resultater	6
3.1 Steinmateriale og filler	6
3.2 Bindemiddel.....	8
3.3 Rulleflaskeforsøk.....	9
3.4 Vendskakmetoden	13
3.5 Cantabrotest	17
3.6 Stivhetsmodul med NAT-tester	21
4. Sammenstilling av resultater	22
4.1 Effekt av tilsetninger	22
4.2 Samvariasjon mellom metoder	24
4.3 Bindemiddelegenskaper vs. stabilitet	26
5. Oppsummering og konklusjoner	
5.1 Oppsummering	27
5.2 Videre arbeid – utredningsbehov.....	27

Referanser

Vedlegg

1. Innledning

I PROKAS-rapport nr 8: *"Vannfølsomhet med spaltestrekkmetoden og Cantabrotest. En undersøkelse av to steinmaterialer"* kom man ikke fram til klare konklusjoner mht. labprøving av indirekte strekkstyrke og erfaringer i felt med de samme materialene (1). Cantabrotest på vannlagrede asfaltprøver ga resultater som virket mer fornuftige. Rapporten konkluderte med at Cantabrotest så ut til å skille mellom asfaltprøver med antatt god og dårlig vannfølsomhet/vedheftning. Cantabrotest så ut til å være et godt supplement til indirekte strekkstyrke. Det ble valgt samme prosedyre for vannmetning og vannlagring som i EN 12697-12: *"Bestemmelse av vannfølsomhet av bituminøse prøvelegemer."*

I de siste årene er det i Sverige utviklet en ny prøvingsmetode for å undersøke mørtelen i asfaltblandingen, "Vendskakmetoden", som er en tilpasning av prEN 12274-7: *"Shaking abrasion test on suitability of mineral aggregates to slurry mixes"* til prøving av vannfølsomhet til varmblandet masse.

PROKAS arbeidsgruppen for bestandighet ønsket å undersøke hvordan samme tilslag klarer seg i ulike vannfølsomhetstester:

- a) ved prøving av grovtilslaget i rulleflaskemetoden
- b) ved prøving av mørtelen i vendskakmetoden
- c) ved prøving av asfaltblandingen i Cantabrotest

I tillegg ville vi undersøke effekten av ulike tilsetninger på vannfølsomheten:

- a) amintilsetning
- b) bruk av kalkfiller
- c) bruk av hydratkalk
- d) kombinasjon av amin og kalkfiller eller amin og hydratkalk

Ved å undersøke et lite utvalg av råmaterialer og ulike typer av tilsetningsstoffer, ønsket vi å få fram sterke og svake sider ved metodene samt å undersøke sammenhengen mellom disse.

Undersøkelsen ble gjort i et laboratoriesamarbeid mellom NCC Roads, Skanska Asfalt og Vegdirektoratet. Cantabrotest og vendskakmetoden ble utført hos NCC Asfalt og rulleflaskeforsøk ble utført hos Skanska Asfalt.

Deltakere i undersøkelsen:

NCC Roads: Mona Teigen, Trine M. Beheim

Skanska Asfalt: Kristin Torgersen, Anne Skavåsen, Geir Iversen

Vegdirektoratet: Torbjørn Jørgensen, Bente E. McGonnell, Per Hagelia (petrografi)

Laboratoriearbeidet ble utført i perioden januar-mars 2004.

2. Forsøksopplegg

2.1 Metoder

Rulleflaskemetoden: Håndbok 014, kap. 14.573 og NS-EN 12697-11 (2004). Metoden har vært i bruk i snart 20 år i Norge til vurdering av vedheft til grovt tilslag (5,6/8,0 mm og 8/11 mm). I PROKAS-rapport nr. 5 viste en ringanalyse at repeterbarhet og reproducerbarhet var bedre enn tidligere antatt. Pålitelige resultater kan være avhengig av at ringanalyser gjennomføres jevnlig.

Vendskakmetoden ble utviklet av NCC i Sverige og brukes til å undersøke vannbestandighet til mørteldelen i varmblandet asfalt (ref. 2). NCC Roads i Lier har et vendskakapparat som ble benyttet i undersøkelsen, se fig 1. Det kan kjøres 12 prøvelegemer samtidig i apparatet.



Figur 1. Vendskakapparat

Ved prøving lages 9 prøvelegemer av en firmkornet asfaltblanding (0-2 mm) med diameter 30 mm og høyde ca. 27 mm. Korngraderingen er nøye definert i metoden. Det tilsettes 7,0 % bitumen i massen. Hver prøve presses i en sylindrisk prøveform i en statisk presse (hastighet 20 mm/min og maks belastning 10 kN). Etter avkjøling, avforming og ett døgn lagring, pusses ujevnheter bort, og prøvene benkelagres 5-14 dager før testing, se fig 2.



Figur 2. Vendskakprøver til benkelagring

Det måles høyde, diameter og densitet på prøvene og hulrom beregnes. Prøvelegemene får vanligvis et hulrom på 15-20 %.

Det velges ut 3 klosser med "likt" hulrom til videre testing. I den svenske metodebeskrivelsen kan også indirekte strekkprøving utføres på de øvrige klossene, men dette ble ikke gjort i denne undersøkelsen. De tre klossene vannmettes i eksikator ved 6,7 kPa (= 67 mbar) resttrykk i 160 min. Prøvene vannlagres ved 40 °C i 2 døgn og tempereres deretter i vannbad ved 25 °C i 30 min. Prøvene veies, høyde og diameter måles og svelling beregnes. Vendskacrørene fylles med 750 ml romtemperert vann og en kloss slippes opp i hvert rør. Lokkene settes på og det utføres 3600 omdreininger (20 omdr./min) ved romtemperatur. Etter utført test (tre timer) tømmes rørene forsiktig og prøvelegemene skylles i romtemperert vann. Deretter veies klossene og massetapet beregnes.

Ifølge NCC Roads er metoden best egnet til blandinger med penetrasjonsbitumen.

Cantabrotest er utgitt som europeisk standard NS-EN 12697-17: "Particle loss of porous asphalt specimen". I Sverige er metoden blitt brukt til undersøkelse av bestandighet til asfaltprøver etter kondisjonering i avisningsmidler eller i løsemidler/flydrivstoff (FAS Metod 479-03). En metode for undersøkelse av vannfølsomhet med Cantabrotest er gitt i *Håndbok 014 – Laboratorieundersøkelser, kap. 14.555 (2004)*.

I en tidligere PROKAS-undersøkelse (ref 1) ble det utført Cantabrotest på Agb11-prøver etter vannlagring 3 døgn ved 40 °C. Resultatene var såpass lovende at vi valgte å benytte samme prosedyre også denne gangen (nå med vannlagring 3 døgn ved 30 °C). En ordinær Agb-kurve ble benyttet, og det ble brukt 2 x 25 slag med marshallstamper for å oppnå et relativt høyt hulrom i prøvene (ca. 8 %).

Gjenvinning av bitumen: På noen blandinger (*Svingen*: uten amin, med 1 % kalkfiller og med 1 % hydratkalk) ble bindemiddelet gjenvunnet etter ekstraksjon med diklormetan for bestemmelse av penetrasjon og mykningspunkt.

Petrografi og bestemmelse av glimmerinnhold: Visuell bedømmelse, utført av geolog.

Rigden hulrom og hydrometeranalyse ble utført på alle fillertypene.

Stivhetsmodul 15 °C med NAT-test ble utført på asfaltprøver til Cantabrottest (dvs. før vannlagring).

2.2 Materialer

Bitumen: Det ble benyttet samme bitumen 160/220, levert fra Nynäs Bitumen, som i de tidligere undersøkelsene av vedheftning/vannfølsomhet i PROKAS.

Tilslag:

Det ble benyttet materiale fra tre forekomster som blir brukt i varmasfalt. En oversikt er gitt tabell 1. Det ble laget blandinger uten og med tilsetning av kalkfiller eller hydratkalk til vendskakmetoden og Cantabrottest. Til rulleflaskemetoden ble utsiktet 5,6/8,0 mm benyttet, eventuelt med tilsetning av egenfiller, kalkfiller eller hydratkalk. Petrografi og andre materialelegenskaper er gitt i kapittel 3.1.

Tabell1. Oversikt over tilslagsmaterialer brukt i undersøkelsen

Tilslag	Beskrivelse	Kommentar
Lierskogen 4-11 mm (Lier)	knust fjell	Trenger vedheftningsmiddel
Lierskogen 0-4 mm (Lier)	knust fjell	Trenger vedheftningsmiddel
Steinskogen 4-11 mm (Bærum)	knust fjell	Gode vedheftningsegenskaper
Steinskogen 0-4 mm (Bærum)	knust fjell	Gode vedheftningsegenskaper
Svingen 4-11 mm (Halden)	knust fjell	Glimmerrik, trenger vedheftningsmiddel
Svingen 0-4 mm (Halden)	knust fjell	Glimmerrik, trenger vedheftningsmiddel
Edland 0-4 mm (Vinje)	knust fjell, fra skjæring?	Fra produksjon med ujevn kvalitet, kun til vendskakmetoden
Kalkfiller (Franzitt)	Handelsvare	I blandinger med kalkfiller (databled vedlegg 1)
Hydratkalk (Franzefoss)	Handelsvare	I blandinger med hydratkalk (databled vedlegg 2)

Vedheftningsmiddel:

Flytende amin AdHere LOF-65, 0,4 % tilsetning i bitumen (databled vedlegg 3)

Hydratkalk (dosering 1,0 % av steinmateriale)

Kombinasjoner: 0,25 % amin og 0,5 % kalkfiller eller 0,25 % amin og 0,5 % hydratkalk

2.3 Plan for prøvingene

Tabellene 2-4 viser en oversikt over de ulike metoder og materialkombinasjoner som ble undersøkt med tilhørende koding/merking av prøvene.

Tabell 2. Rulleflaskemetoden på utsiktet 5,6/8,0 mm og bitumen 160/220

Materiale	Uten filler		Kalkfiller		Hydratkalk		Egenfiller	
	u/amin	0,4 % amin	1,0 % kalkfiller	0,5 % kalkfiller 0,25 % amin	1,0 % hydratkalk	0,5 % hydratkalk 0,25 % amin	1,0 % egenfiller	0,5 % egenfiller 0,25 % amin
Lierskogen	Li-1	Li-2	Li-3	Li-4	Li-5	Li-6	Li-7	Li-8
Steinskogen	St-1	St-2	St-3	St-4	St-5	St-6	St-7	St-8
Svingen	Sv-1	Sv-2	Sv-3	Sv-4	Sv-5	Sv-6	Sv-7	Sv-8

Tabell 3. Vendskakmetoden på utsiktet 0/2,0 mm og bitumen 160/220

Materiale	Egenfiller		Kalkfiller		Hydratkalk	
	u/amin	0,4 % amin	1,0 % kalkfiller	0,5 % kalkfiller 0,25 % amin	1,0 % hydratkalk	0,5 % hydratkalk 0,25 % amin
Edland	Ed-1	Ed-2	Ed-3	Ed-4	Ed-5	Ed-6
Lierskogen	Li-1	Li-2	Li-3	Li-4	Li-5	Li-6
Steinskogen	St-1	St-2	St-3	St-4	St-5	St-6
Svingen	Sv-1	Sv-2	Sv-3	Sv-4	Sv-5	Sv-6

Tabell 4. Cantabrotest på laboratoriefremstilte prøver av Agb11 med bitumen 160/220

Materiale	Egenfiller		Kalkfiller		Hydratkalk	
	u/amin	7 % egenfiller 0,4 % amin	1,0 % kalkfiller 6 % egenfiller	0,5 % kalkfiller 6,5 % egenfiller 0,25 % amin	1,0 % hydratkalk 6 % egenfiller	0,5 % hydratkalk 6,5 % egenfiller 0,25 % amin
Lierskogen	Li-1	Li-2	Li-3	Li-4	Li-5	Li-6
Steinskogen	St-1	St-2	St-3	St-4	St-5	St-6
Svingen	Sv-1	Sv-2	Sv-3	Sv-4	Sv-5	Sv-6

I vedlegg 4 vises eksempel på korngradering til Agb11-prøvene.

3. Resultater

3.1 Steinmateriale og filler

Resultater fra petrografisk undersøkelse er vist i tabell 5. Oversikt over mekaniske egenskaper og undersøkelser på fillerfraksjonen er vist i tabell 6.

Tabell 5 Petrografisk undersøkelse og bestemmelse av glimmerinnhold

Materiale	Petrografisk undersøkelse Bergarts sammensetning (2-4 mm og > 4 mm)	Glimmerinnhold (125/250 µm)
Edland	Grå – rosa granittisk-granodiorittisk gneis med litt amfibolitt. Bergarten er fin-middelskrystallin (ca 0.1-1,5 mm) med planorienterte mørke glimmerkorn (biotitt). Hovudminerala er kvarts, kalifeltspat og plagioklasfeltspat. Plagioklas er delvis grønleg omvandla (serisittisert). Det er ikkje observert svovelkis eller andre skadelege mineral.	20 %
Lierskogen	Hornfels: Grå- og grå grønne korn med litt (< 1 %) lyse/kvite korn av kalkstein og granittisk materiale. Hornfelsen er svært finkrystallin og steinkorna er som regel homogene. Det er svært liten grad av omvandling. Det er observert underordna mengder av svovelkis (<< 1 %).	1 %
Steinskogen	Bergarta har vulkansk opphav og basalt er einaste bergartstype i prøva. Tilslagsfraksjonen som er undersøkt er finkrystallinsk (mineral Korn <0,2 mm) og det er ikkje mineralfrikorn i denne fraksjonen. Korna er som regel skarpkanta og delvis flisige og stenglege. Bruddflatene er slette til krumme og er ikkje typisk ru. Det er svært lite støv på overflata noko som tyder på at prøva har vore vaska. Tilslagsfraksjon 8-11 mm har derimot ein god del mineralisk støv. Hovudminerala er plagioklasfeltspat (Na-Ca-Al-silikat) og pyroksen (Fe-Mg silikat). I tillegg er det danna ein del epidot (Ca-Al-Fe-silikat med hydroksylgruppe) sekundært (grøn farge). Det er ikkje sett teikn på forvitring. Det er ikkje observert skadelege mineral som svovelkis og liknande.	0 %
Svingen	Bergarta er metamorf (omdanna) og samansett av granittisk materiale (rosa) og granodiorittisk- tonalittisk gneis i omtrent like mengder. Tilslagsfraksjonen som er undersøkt er fin- til mellomkrystallinsk (mineral Korn ca.0,5-2 mm). Det er ikkje mineralfrikorn i denne fraksjonen. Korna er som regel kantete til kantrunda. Bruddflatene er vanlegvis litt ru. Det er svært lite støv på overflata noko som tyder på at prøva har vore vaska. <i>Granittisk materiale:</i> Hovudminerala er kalifeltspat (K-Al-silikat), plagioklasfeltspat (Na-Ca-Al-silikat), kvarts (SiO ₂) og mørk glimmer (biotitt; K-Fe-Mg-Al-silikat med hydroksylgrupper), ofte litt omvandla til kloritt (Mg-Fe-Al-silikat med hydroksylgrupper). I tillegg er det mindre innslag av lys glimmer (muskovitt; K-Al-silikat med hydroksylgrupper) <i>Granodiorittisk – tonalittisk gneis:</i> Hovudminerala er plagioklas, kvarts og biotitt (ofte klorittisert). Det er generelt ikkje sett tydelege teikn på forvitring. Det er heller ikkje observert skadelege mineral, men glimmerinnhaldet er ganske høgt.	25 %

Tabell 6 Mekaniske egenskaper til grovt tilslag (oppgitte verdier), densitet samt undersøkelser på fillerfraksjon (Rigden hulrom og hydrometeranalyse)

Materiale	Los Angeles (typisk verdi)	Mølleverdi (typisk verdi)	Densitet g/cm ³	Rigden hulrom, %	Hydrometeranalyse % materiale < 20 µm
Lierskogen	9	4-5	2,79	43	55
Steinskogen	10	7-9	2,90	43	63
Svingen	16	10	2,71	44	47
Edland			2,68		50
Kalkfiller			2,7	32	62
Hydratkalk			2,4	62	59

3.2 Bindemiddel

Resultater av bindemiddelanalyse på bitumen (1) og på gjenvunnet bitumen fra ulike blandinger av Agb11 med Svingen-materiale er vist i tabell 7.

Tabell 7. Resultater av bindemiddelanalyse

Metode	160/220 original	160/220 e/RTFOT	Gjenvunnet Svingen uten amin	Gjenvunnet Svingen 1 % kalkfiller	Gjenvunnet Svingen 1 % hydratkalk
Penetrasjon 25 °C, mm/10	177	114	132	75	109
Viskositet 60 °C, Pa·s	65	124			
Mykningspunkt, °C	36,9	41,3	41,0	46,9	43,6
Fraass bruddpunkt, °C	-23	-22			
Syretall, mgKOH/g	3,8				
Bindemiddelinhold, %			5,9	5,9	5,8

Blandingene med kalkfiller og hydratkalk hadde større bindemiddelopperding enn blandingen uten tilsetning. Det var ikke noe spesielt å bemerke til korngraderingen for de tre seriene, dvs. normale Agb11-kurver med 9 % < 75 µm (jf. vedlegg 4).

3.3 Rulleflaskeforsøk

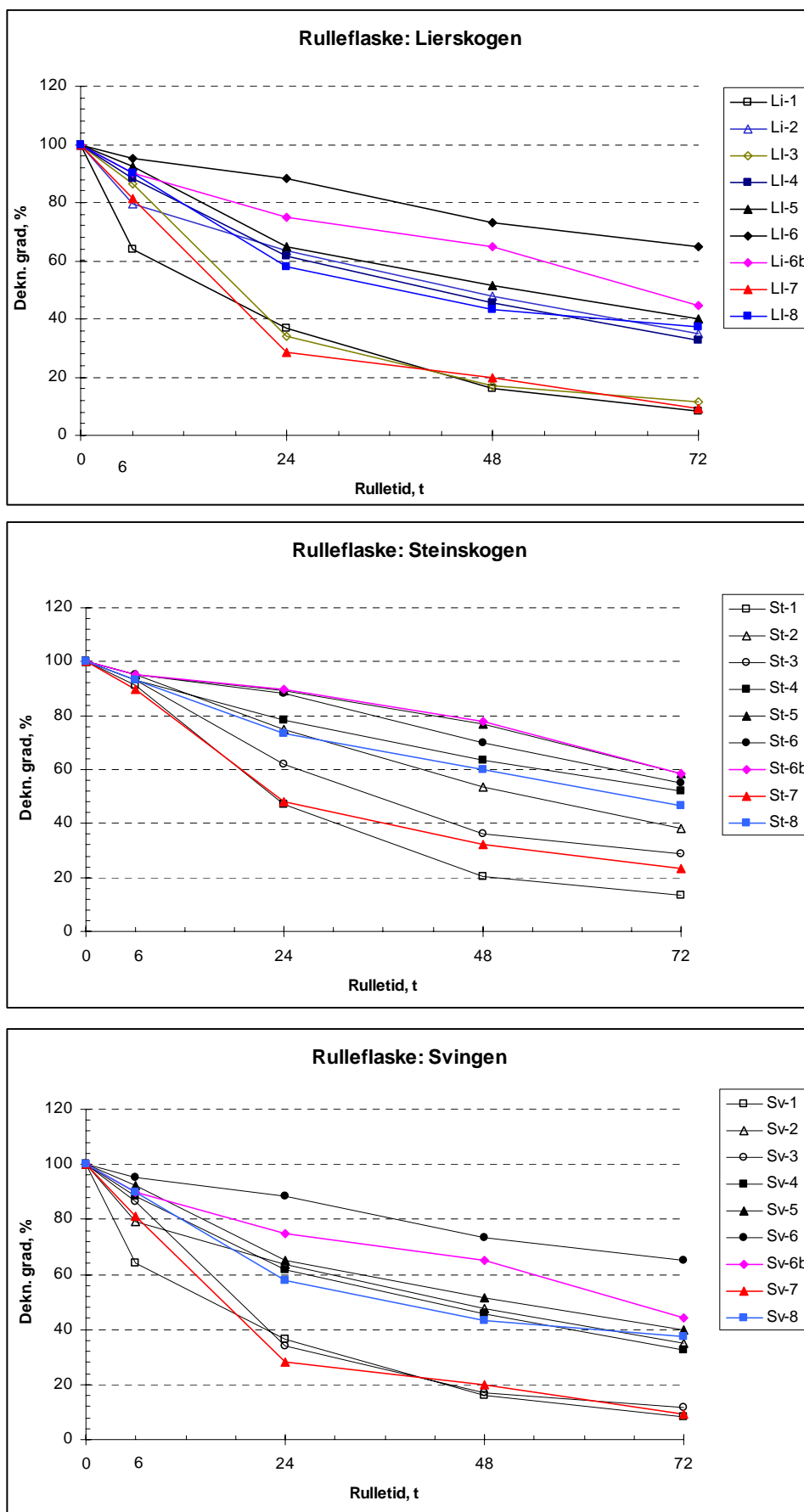
Resultater av rulleflaskeforsøkene er vist i tabell 8 og er grafisk fremstilt på ulike måter i figurene 3-5. I figur 3 er tatt med resultater for blandinger med 0,4 % amin og 1 % hydratkalk, som ikke var med på analyseplanen, disse er kodet Li-/St-/Sv- 6b. Figur 5 viser avlesning etter 72 t rulletid for de ulike materialkombinasjonene. For prøvene med hydratkalktilsetning ble pH i rulleflaskevannet etter ulike rulletider sjekket med indikatorstrips.

Tabell 8. Resultater av rulleflaskeforsøk

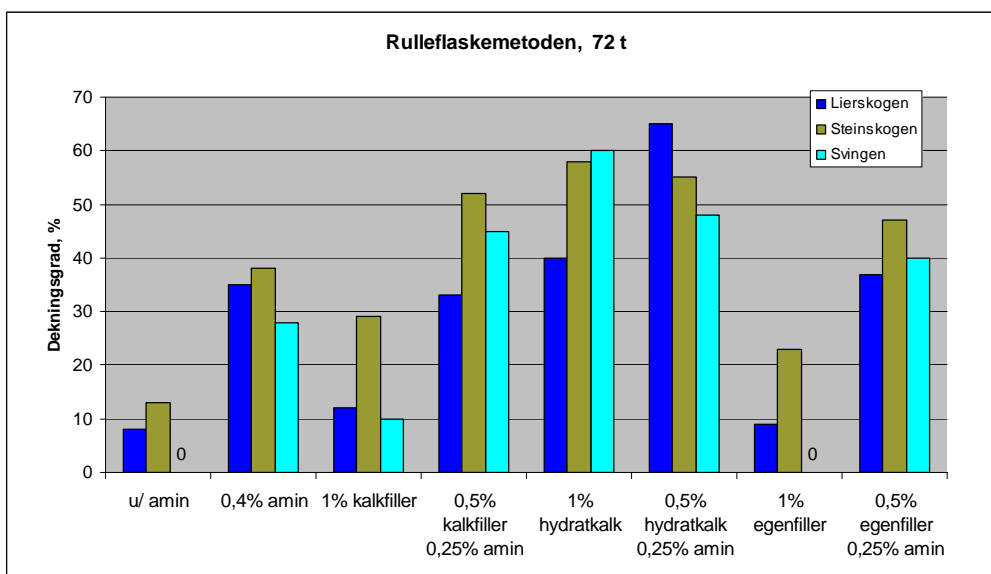
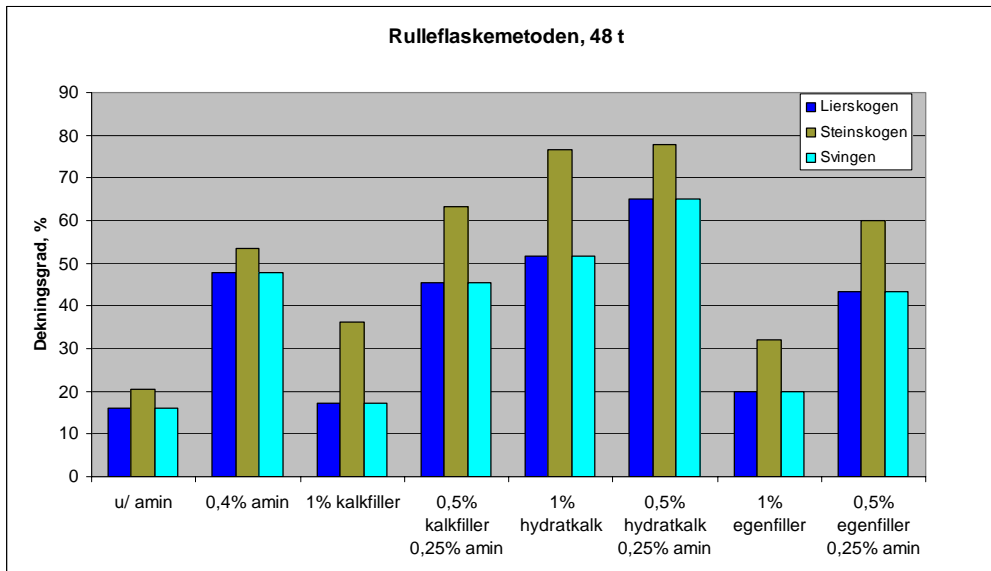
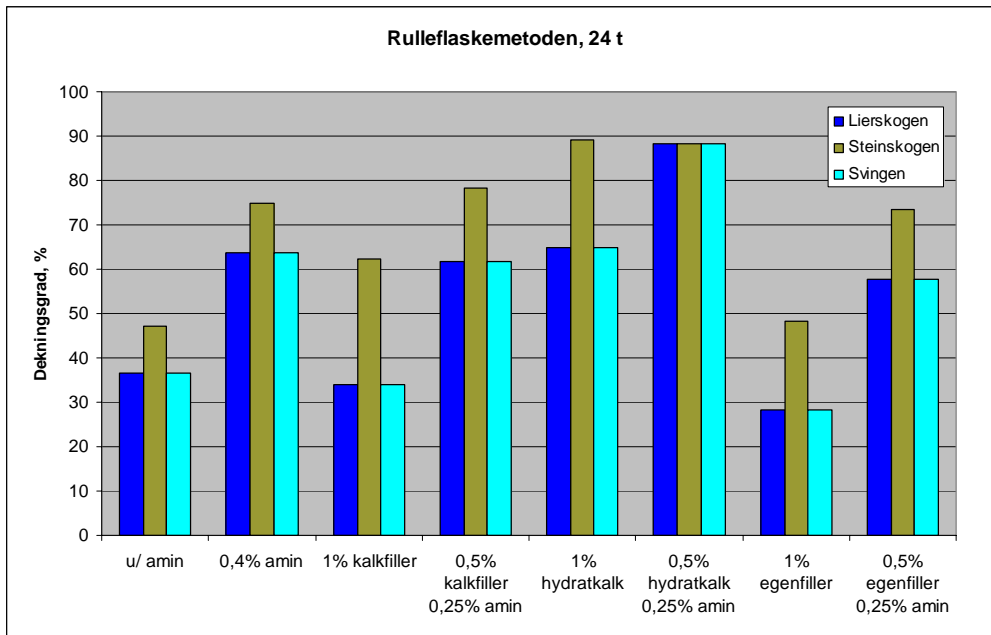
	Lierskogen				Steinskogen				Svingen			
	Diagr.	24 t	48 t	72 t	Diagr.	24 t	48 t	72 t	Diagr.	24 t	48 t	72 t
Uten amin	Li-1	37	16	8	St-1	47	21	13	Sv-1	37	16	0
0,4 % amin	Li-2	64	48	35	St-2	75	53	38	Sv-2	64	48	28
1,0 % kalkfiller	Li-3	34	17	12	St-3	62	36	29	Sv-3	34	17	10
0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	Li-4	62	46	33	St-4	78	63	52	Sv-4	62	46	45
1,0 % hydratkalk	Li-5	65	52	40	St-5	89	77	58	Sv-5	65	52	60
0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	Li-6	88	65	65	St-6	88	78	55	Sv-6	88	65	48
0,4 % amin, 1,0 % hydratkalk	Li-6b	75	65	44	St-6b	88	70	55	Sv-6b	75	65	44
1 % egenfiller	Li-7	28	20	9	St-7	48	32	23	Sv-7	28	20	0
0,25 % amin, 0,5 % egenfiller	Li-8	58	43	37	St-8	73	60	47	Sv-8	58	43	40
Klumpdannelse					St-8							
pH-måling e/ 4,5 t	Li-5: pH 11; Li-6: pH 12				St-5: pH 12 ; St-6: pH 12				Sv-5: pH 12 ; Sv-6: pH 12			
pH-måling e/ 72 t	Li-6: pH 13				St-6: pH 13				Sv-6: pH 13			
Skumdannelse	Li-5; Li-6				St-5; St-6				Sv-5; Sv-6			

Det ble notert klumpdannelse bare på en prøvekombinasjon (Steinskogen med amin og egenfiller). Det ble notert skumdannelse på prøvene med hydratkalktilsetning. Disse prøvene fikk en sterk økning i pH i rulleflaskevannet i løpet av forsøket. For de andre blandningene hadde vannet en pH = 8 etter 4,5 t og ut forsøket. Ifølge metodebeskrivelsen skal samme vann benyttes gjennom hele prøvingen.

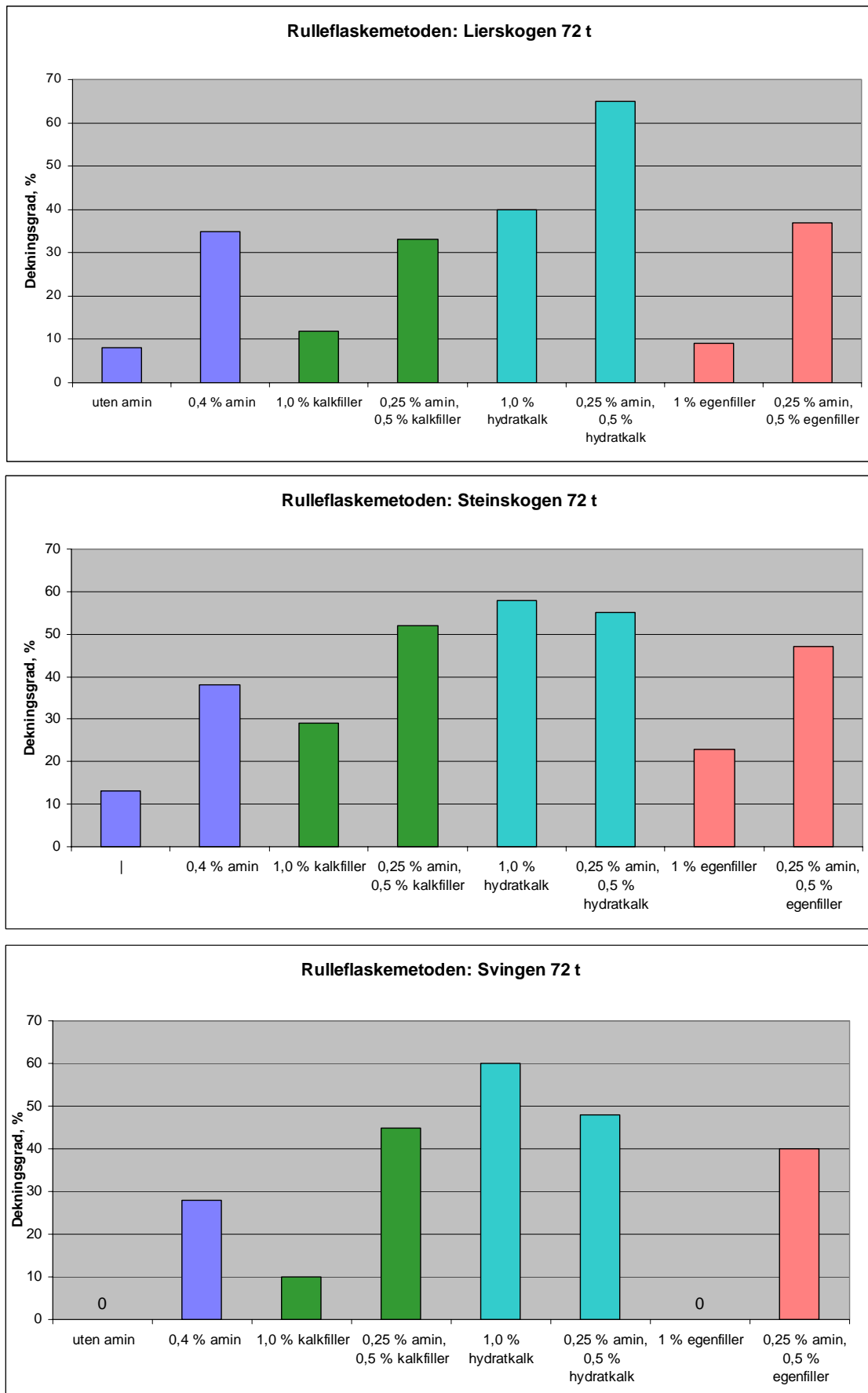
Resultatene viser at 1 % egenfiller eller kalkfiller ikke ga noen vesentlig forbedring i forhold til kun bindemiddel for Lierskogen og Svingen, mens det for Steinskogen hadde en klart positiv effekt (se fig.4). Tilsetning av 1 % hydratkalk og kombinasjon av hydratkalk og amin ga det beste resultatet for alle tre steinmaterialer. Det var ”gode nok” resultater for alle tre steinmaterialer der bindemiddelet var tilsatt amin og kombinasjon av amin og kalkfiller. For Steinskogen ga også tilsetning av 1 % kalkfiller ”godt” resultat.



Figur 3. Oversikt rulleflaskeforsøk (diagramforklaringer, se tabell 8)



Figur 4. Oversikt rulleflaskeforsøk (stolpediagram)



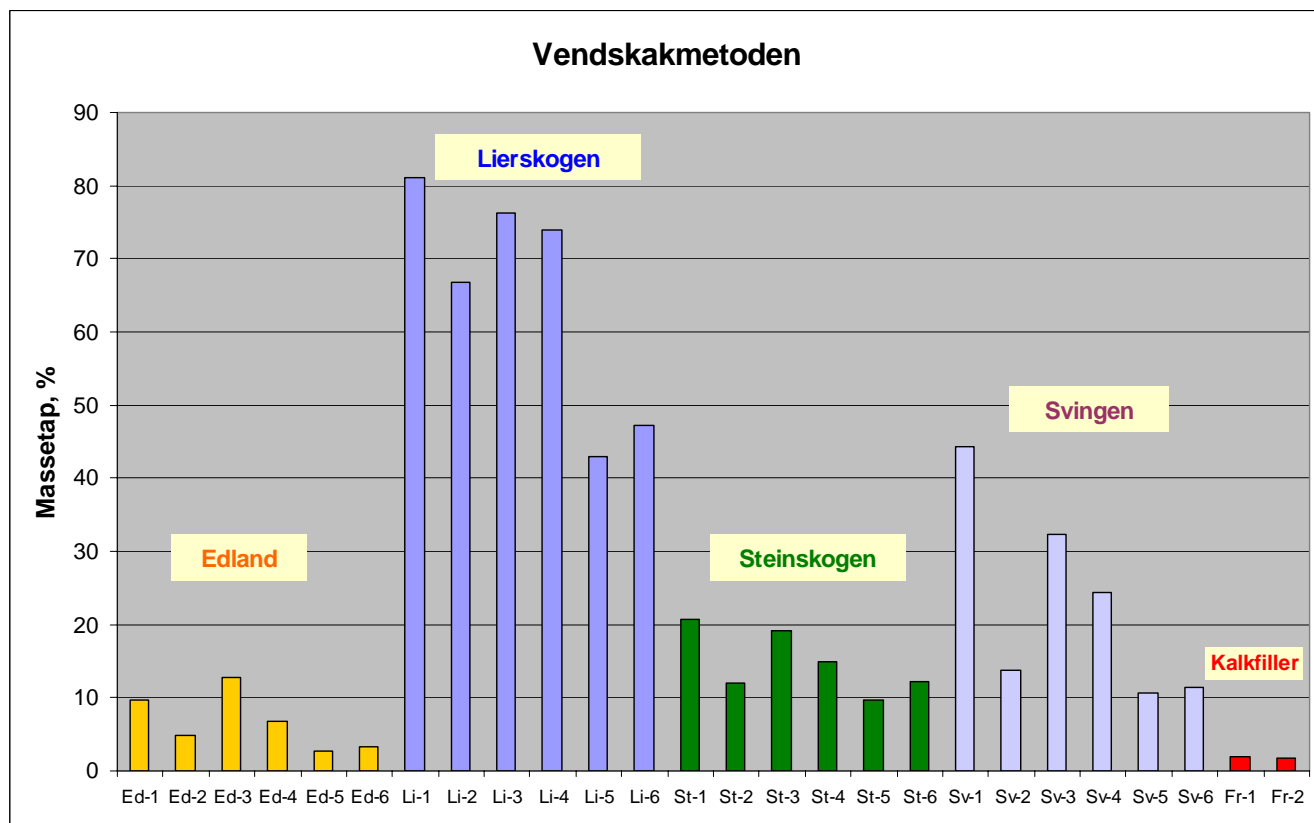
Figur 5. Resultater rulleflaskeforsøk etter 72 t rulletid

3.4 Vendskakmetoden

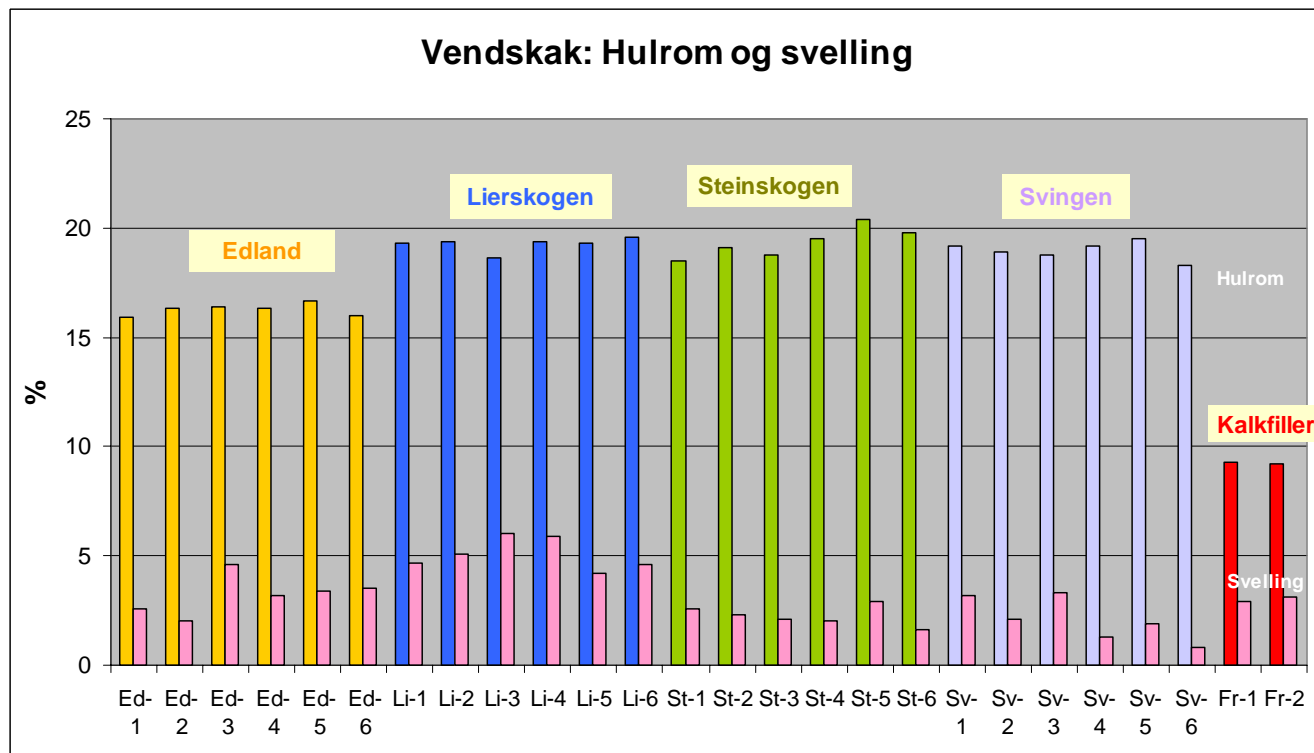
Resultater fra vendskakprøving er vist i tabell 9 og figur 6-8. Middelerverdi for 3 prøver og standardavvik er tatt med.

Tabell 9. Resultatoversikt vendskakprøving

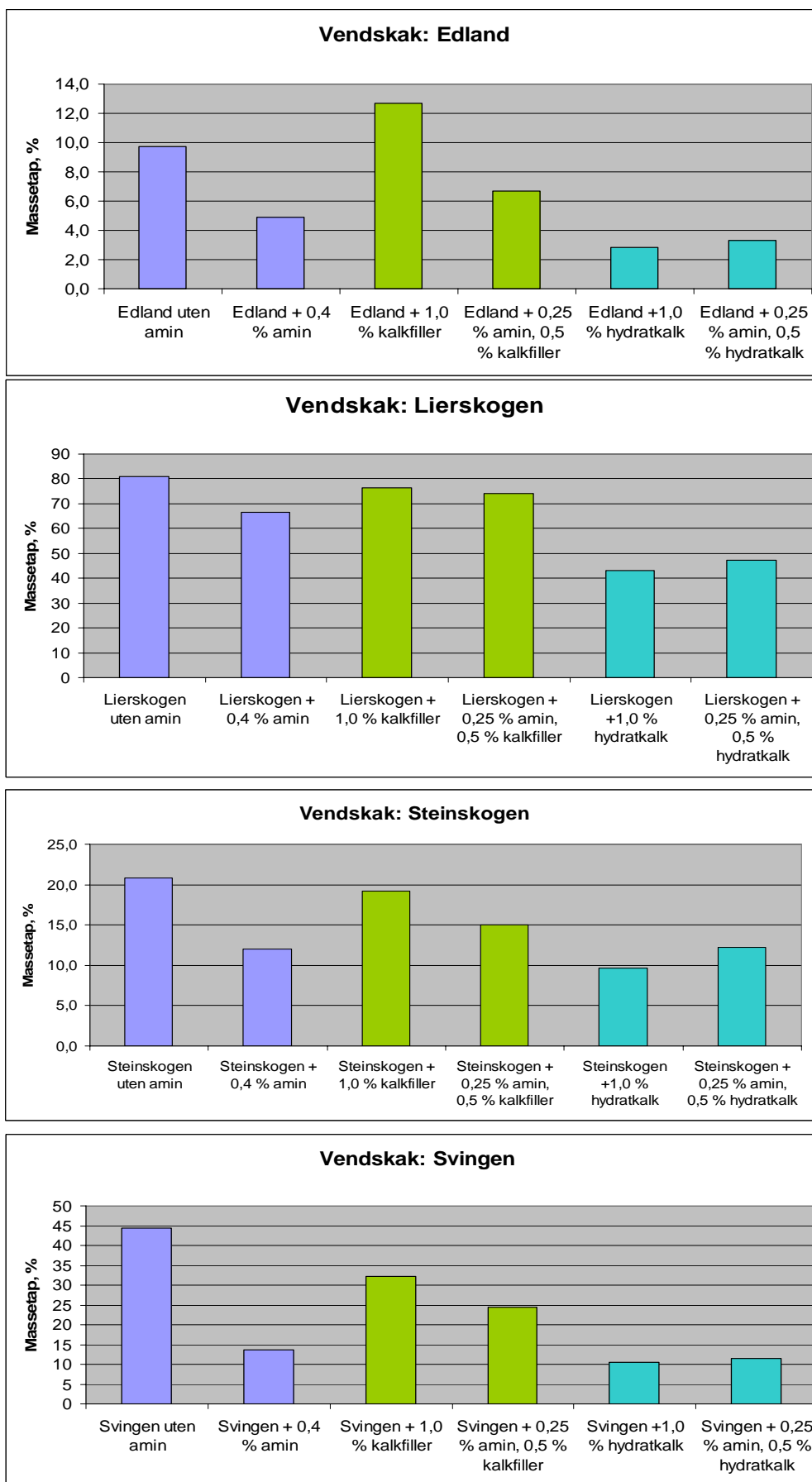
Prøve	Diagram	Densitet g/cm ³	Hulrom, %		Svelling, %		Massetap, %	
			Middel	Std.av.	Middel	Std.av.	Middel	Std.av.
Edland uten amin	Ed-1	2,021	15,9	0,07	2,6	0,50	9,7	0,23
Edland + 0,4 % amin	Ed-2	2,011	16,3	0,20	2,0	1,02	4,9	0,29
Edland + 1,0 % kalkfiller	Ed-3	2,011	16,4	0,12	4,6	0,31	12,7	0,10
Edland + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	Ed-4	2,012	16,3	0,04	3,2	0,40	6,7	0,33
Edland +1,0 % hydratkalk	Ed-5	2,003	16,7	0,22	3,4	0,35	2,8	0,16
Edland + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	Ed-6	2,018	16,0	0,17	3,5	0,03	3,3	0,14
Lierskogen uten amin	Li-1	2,014	19,3	0,15	4,7	0,62	81,1	0,86
Lierskogen + 0,4 % amin	Li-2	2,013	19,4	0,07	5,1	0,17	66,7	0,94
Lierskogen + 1,0 % kalkfiller	Li-3	2,033	18,6	0,13	6,0	0,91	76,3	0,98
Lierskogen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	Li-4	2,013	19,4	0,11	5,9	0,68	74,0	1,70
Lierskogen +1,0 % hydratkalk	Li-5	2,014	19,3	0,24	4,2	0,50	43,0	0,49
Lierskogen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	Li-6	2,006	19,6	0,09	4,6	0,95	47,2	3,95
Steinskogen uten amin	St-1	2,111	18,5	0,13	2,6	0,37	20,8	0,20
Steinskogen + 0,4 % amin	St-2	2,092	19,1	0,09	2,3	0,44	12,0	0,51
Steinskogen + 1,0 % kalkfiller	St-3	2,103	18,8	0,17	2,1	0,59	19,2	0,72
Steinskogen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	St-4	2,084	19,5	0,27	2,0	0,27	15,0	0,50
Steinskogen +1,0 % hydratkalk	St-5	2,062	20,4	0,16	2,9	0,65	9,7	1,37
Steinskogen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	St-6	2,077	19,8	0,18	1,6	0,56	12,2	0,35
Svingen uten amin	Sv-1	1,962	19,2	0,00	3,2	0,54	44,3	0,59
Svingen + 0,4 % amin	Sv-2	1,969	18,9	0,19	2,1	0,38	13,7	0,24
Svingen + 1,0 % kalkfiller	Sv-3	1,973	18,8	0,09	3,3	0,12	32,3	0,48
Svingen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	Sv-4	1,964	19,2	0,17	1,3	0,70	24,3	1,00
Svingen +1,0 % hydratkalk	Sv-5	1,957	19,5	0,03	1,9	0,20	10,6	0,88
Svingen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	Sv-6	1,984	18,3	0,02	0,81	0,51	11,5	0,55
Franzitt uten amin	Fr-1	2,194	9,3	0,32	2,9	0,7	2,0	0,13
Franzitt + 0,4 % amin	Fr-2	2,199	9,2	0,13	3,1	0,31	1,7	0,19



Figur 6. Resultater vendskakmetoden (diagramforklaringer i tabell 8)

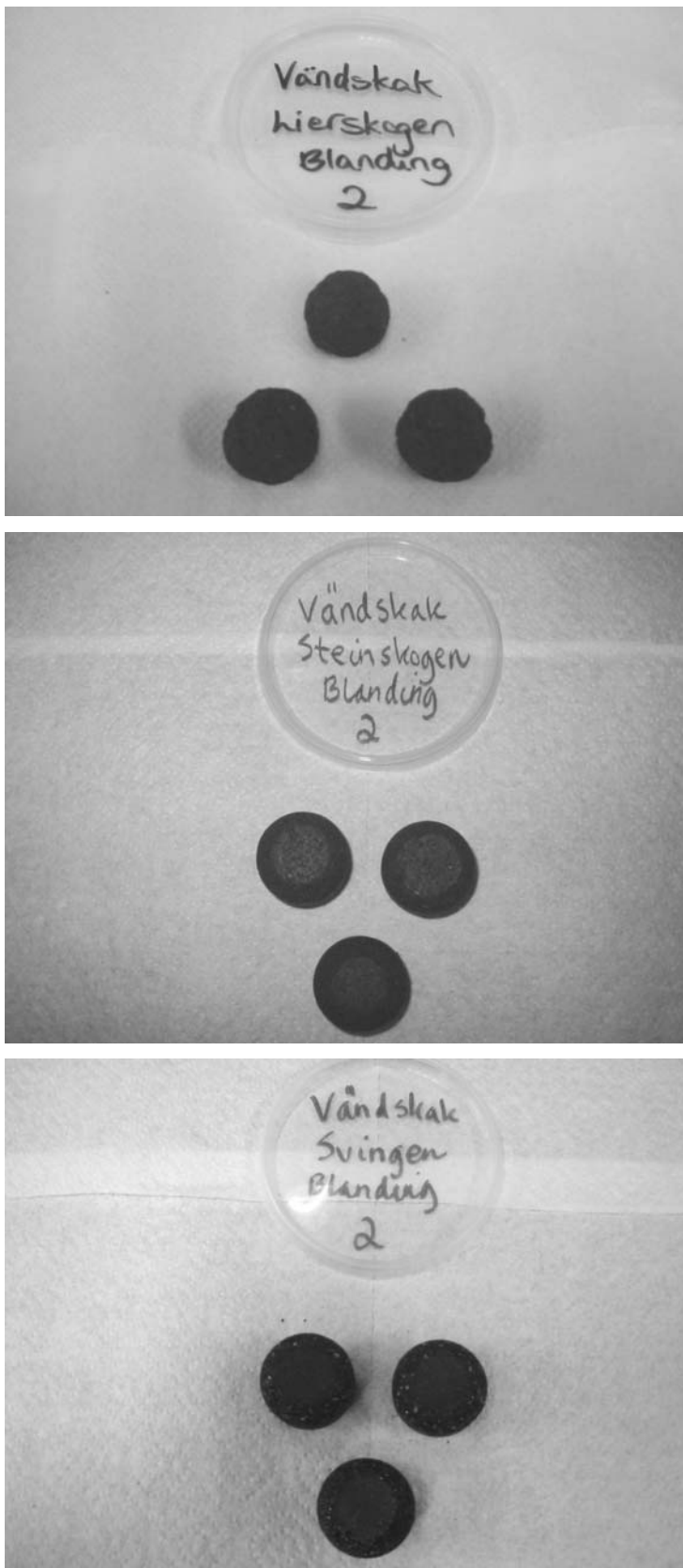


Figur 7. Resultater vendskakmetoden, hulrom og svelling (rosa stolper).



Figur 8. Resultater vendskakmetoden for ulike blandinger

Fotografier av vendskakprøver etter testing (serier med 0,4 % amin) er vist i figur 9.



Figur 9. Prøver med amin etter vendskakprøving (Lierskogen, Steinskogen og Svingen)

Hulrommet i prøvene lå på forventede verdier (15-20 %) med unntak av kalkfiller, som hadde 9 % hulrom. Svelling etter vannmetning lå i området 0,8-6,0 %, som avhengig av forekomst virker som realistiske verdier. Lierskogenmateriale hadde noe mer svelling (ca. 5 %) enn de andre materialene. Lierskogen hadde betydelig større massetap for alle kombinasjoner uten eller med tilsetninger.

3.5 Cantabrotest

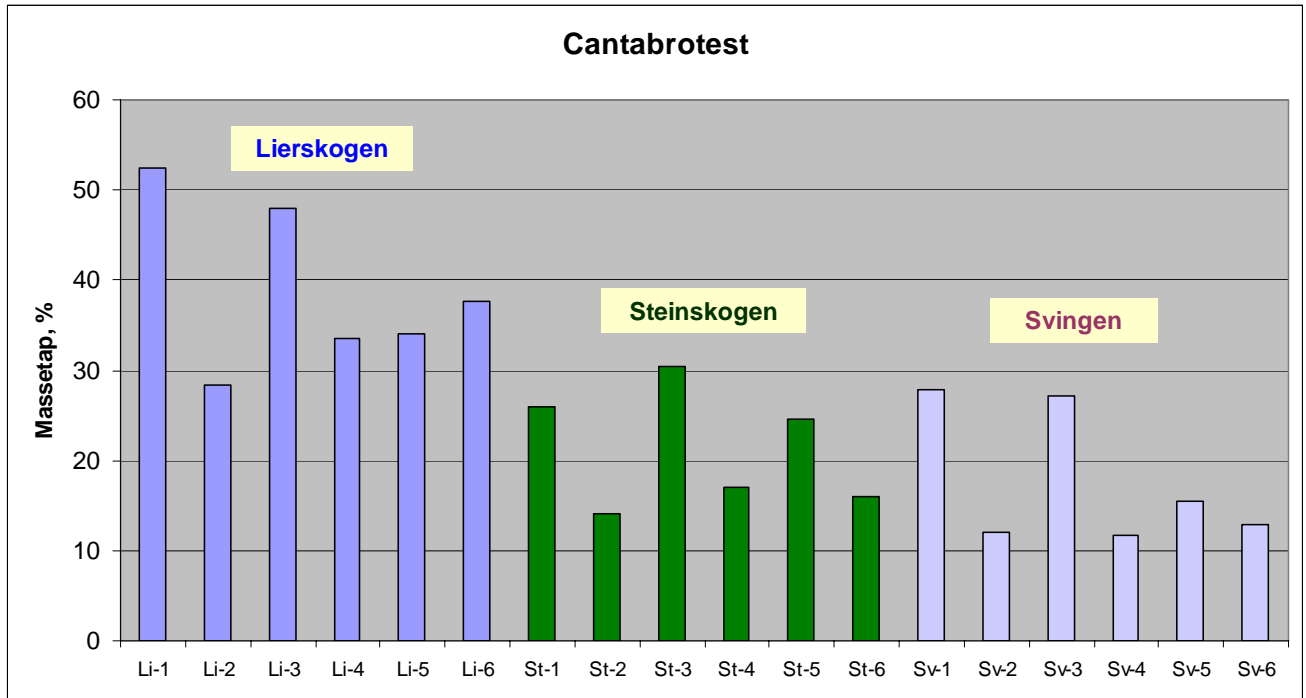
Resultater fra Cantabrotest er vist i tabell 10 og figur 10-12. Middelerdi for 3 prøver er tatt med. Ved testing var temperaturen i trommelen 12-14 °C. Prøvene var temperert ved 22 °C før de ble lagt inn i trommelen for ca. 10 min kjøring. Den lave temperaturen skulle ikke bety noe for resultatet. Forøvrig var det ingen kommentarer til gjennomføringen.

På vekttap hadde bare 4 av 27 prøveserier standardavvik større enn 5 %. Svellingen var mindre enn 2,0 % for alle prøvene. Hulrommet varierte fra 7,4 % til 11,3 %. For de ulike kombinasjonene var spredning i hulrom 1,3 % for Lierskogen, 0,5 % for Steinskogen og 0,9 % for Svingen.

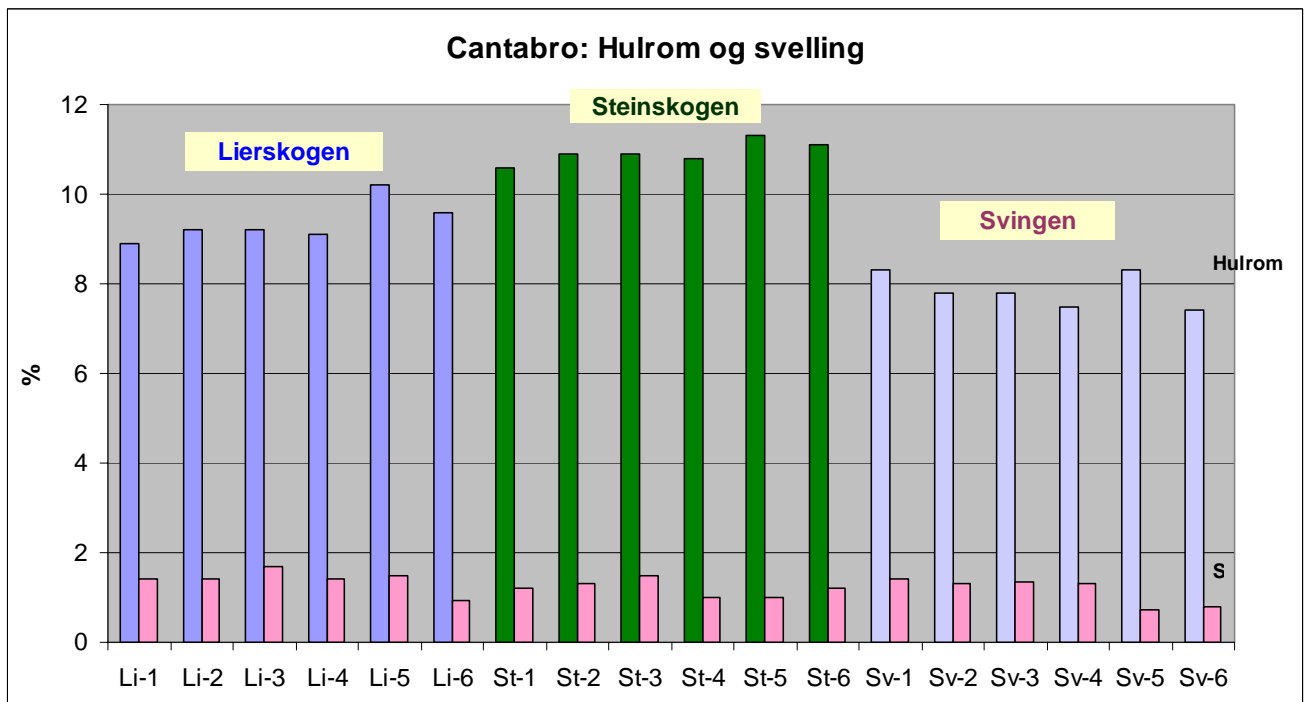
Tabell 10. Resultatoversikt Cantabrotest

Prøve	Diagram	Densitet g/cm ³	Hulrom, %		Svelling, % Middel	Massetap, %	
			Middel	Std.av.		Middel	Std.av.
Lierskogen uten amin	Li-1	2,312	8,9	0,4	1,4	53	9,2
Lierskogen + 0,4 % amin	Li-2	2,306	9,2	0,6	1,4	28	1,9
Lierskogen + 1,0 % kalkfiller	Li-3	2,306	9,2	0,6	1,7	48	7,7
Lierskogen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	Li-4	2,308	9,1	0,5	1,4	34	4,8
Lierskogen + 1,0 % hydratkalk	Li-5	2,281	10,2	0,2	1,5	34	2,7
Lierskogen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	Li-6	2,294	9,6	0,2	0,92	38	5,7
Steinskogen uten amin	St-1	2,355	10,6	0,1	1,2	26	5,0
Steinskogen + 0,4 % amin	St-2	2,348	10,9	0,5	1,3	14	2,9
Steinskogen + 1,0 % kalkfiller	St-3	2,348	10,9	0,2	1,5	31	3,1
Steinskogen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	St-4	2,349	10,8	0,3	1,0	17	1,1
Steinskogen + 1,0 % hydratkalk	St-5	2,335	11,3	0,3	1,0	25	1,9
Steinskogen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	St-6	2,243	11,1	0,4	1,2	16	4,2
Svingen uten amin	Sv-1	2,266	8,3	0,5	1,4	28	3,1
Svingen + 0,4 % amin	Sv-2	2,277	7,8	0,2	1,3	12	2,0
Svingen + 1,0 % kalkfiller	Sv-3	2,278	7,8	0,4	1,3	27	4,4
Svingen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	Sv-4	2,285	7,5	0,3	1,3	12	2,1
Svingen + 1,0 % hydratkalk	Sv-5	2,265	8,3	0,2	0,71	15	3,0
Svingen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	Sv-6	2,288	7,4	0,3	0,78	13	0,4

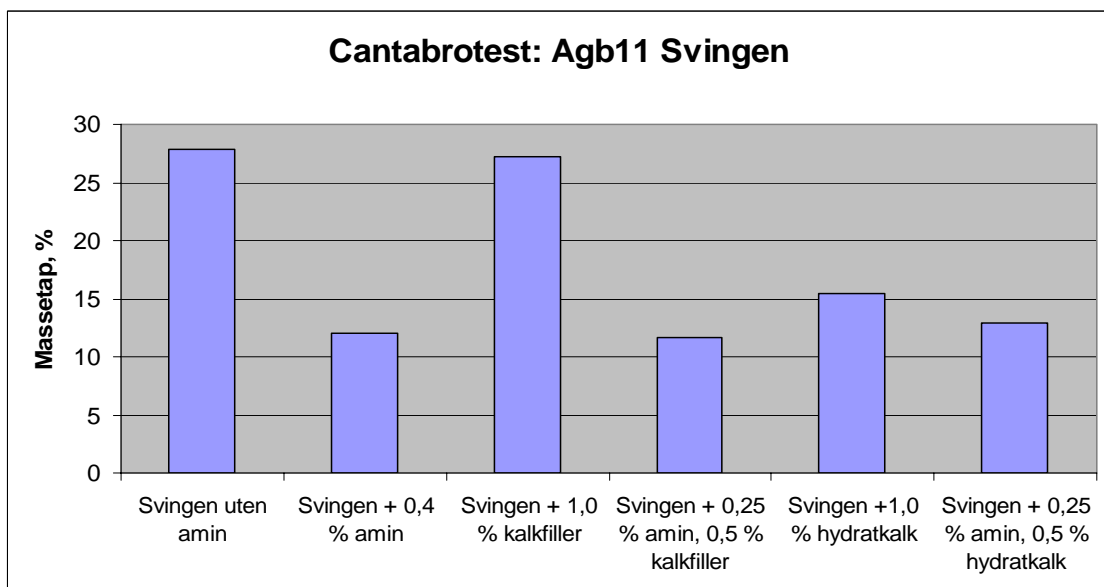
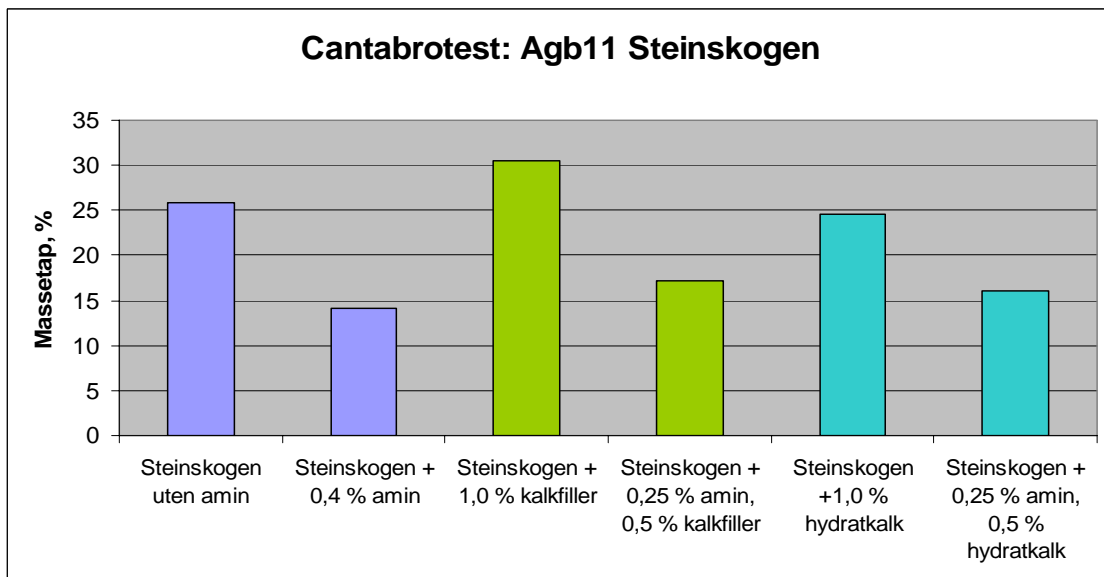
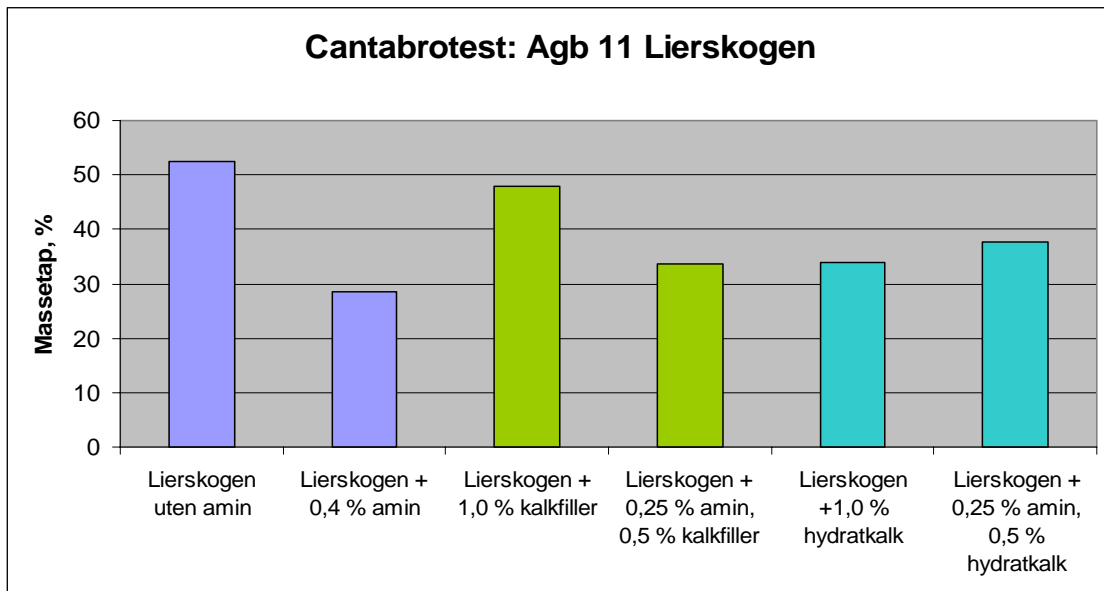
Steinskogen hadde noe høyere hulrom (ca. 11 %) enn Lierskogen (ca. 9,5 %) og Svingen (ca. 7,9 %). Alle prøvene hadde mindre enn 2 % svelling. Lierskogen hadde 0,9-1,7 %, Steinskogen 1,0-1,5 % og Svingen hadde 0,7-1,4 % svelling.



Figur 10. Resultater Cantabrottest etter vannlagring – massetap i %. Diagramforklaringer i tabell 10.

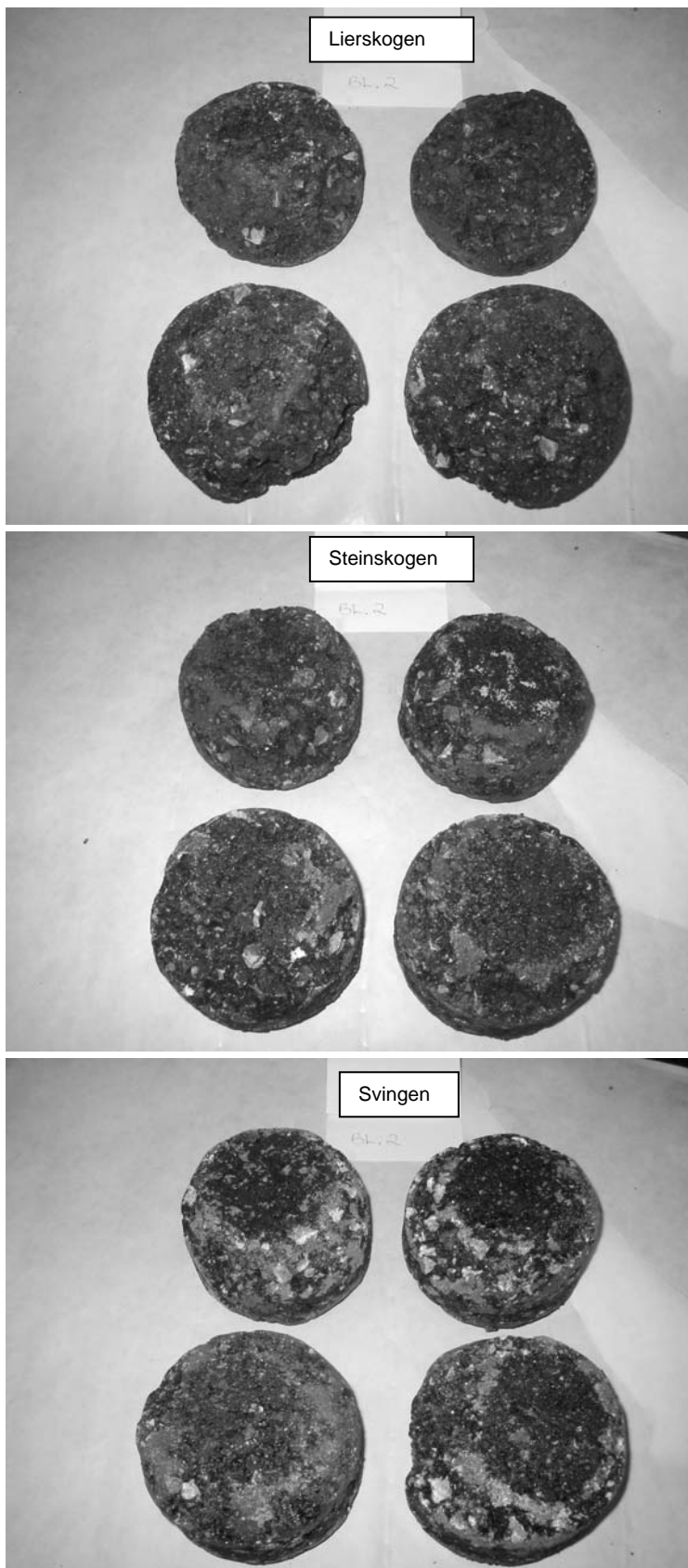


Figur 11. Resultater Cantabrottest etter vannlagring – hulrom og svelling (rosa stolper).



Figur 12. Resultater Cantabrotest etter vannlagring for ulike blandinger

Fotografier av Cantabroprøver etter testing (serier med 0,4 % amin) er vist i figur 13.



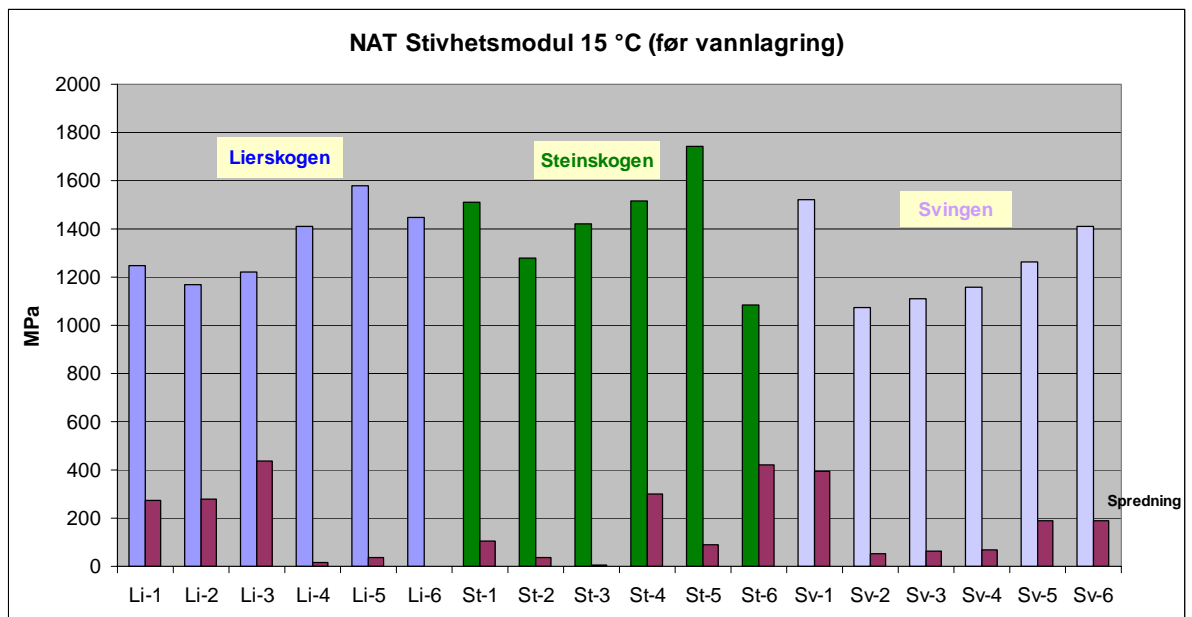
Figur 13. Prøver etter Cantabrotest: Lierskogen, Steinskogen og Svingen med 0,4 % amin

3.6 Stivhetsmodul med NAT

Det ble utført testing av stivhet (ITSM – Indirect Tensile Stiffness Modulus) på NCC's NAT-utstyr på Agb11-prøvene til Cantabrotest, før vannmetning/vannlagring. Resultatene (middel og spredning mellom to prøver) er gitt i tabell 11 og figur 14.

Tabell 11. Resultatoversikt – NAT stivhetsmodul 15 °C

Prøve	Diagram	Stivhetsmodul 15 °C, MPa	
		Middel	Spredning
Lierskogen uten amin	Li-1	1250	276
Lierskogen + 0,4 % amin	Li-2	1166	280
Lierskogen + 1,0 % kalkfiller	Li-3	1220	435
Lierskogen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	Li-4	1412	17
Lierskogen +1,0 % hydratkalk	Li-5	1577	35
Lierskogen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	Li-6	1450	1
Steinskogen uten amin	St-1	1509	105
Steinskogen + 0,4 % amin	St-2	1277	37
Steinskogen + 1,0 % kalkfiller	St-3	1423	7
Steinskogen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	St-4	1516	299
Steinskogen +1,0 % hydratkalk	St-5	1745	91
Steinskogen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	St-6	1086	419
Svingen uten amin	Sv-1	1521	397
Svingen + 0,4 % amin	Sv-2	1076	51
Svingen + 1,0 % kalkfiller	Sv-3	1111	65
Svingen + 0,25 % amin, 0,5 % kalkfiller	Sv-4	1160	68
Svingen +1,0 % hydratkalk	Sv-5	1265	187
Svingen + 0,25 % amin, 0,5 % hydratkalk	Sv-6	1411	187

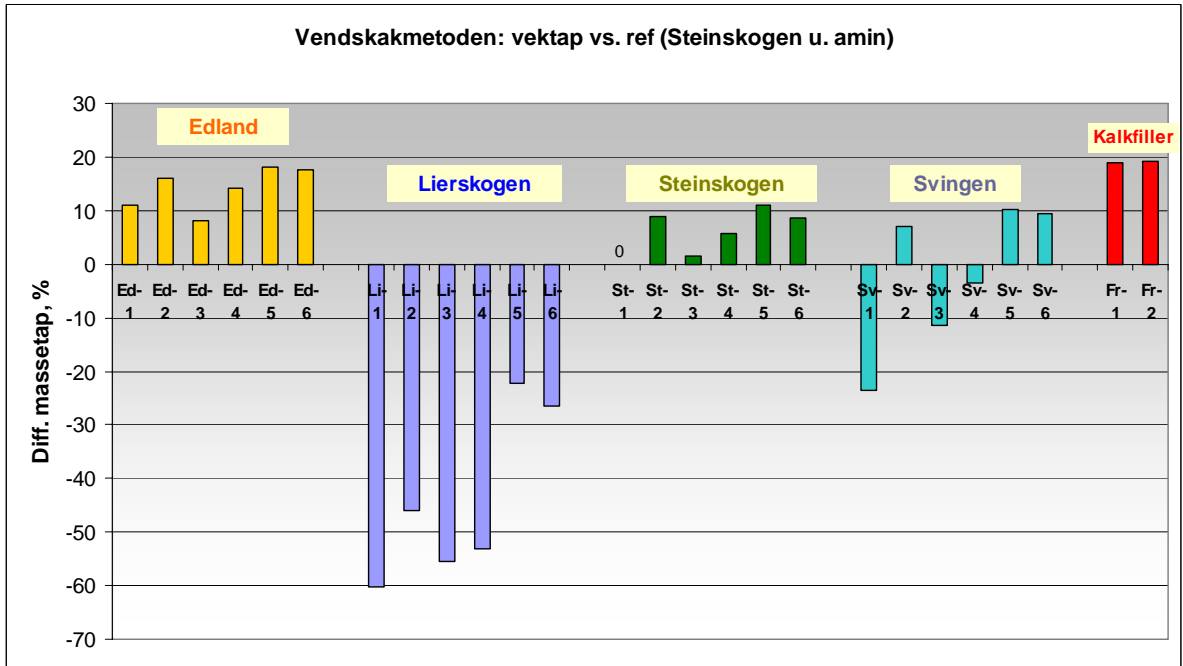


Figur 14. Resultater NAT stivhetsmodul på Agb11-prøver før vannmetning/vannlagring (mørke stolper angir spredning)

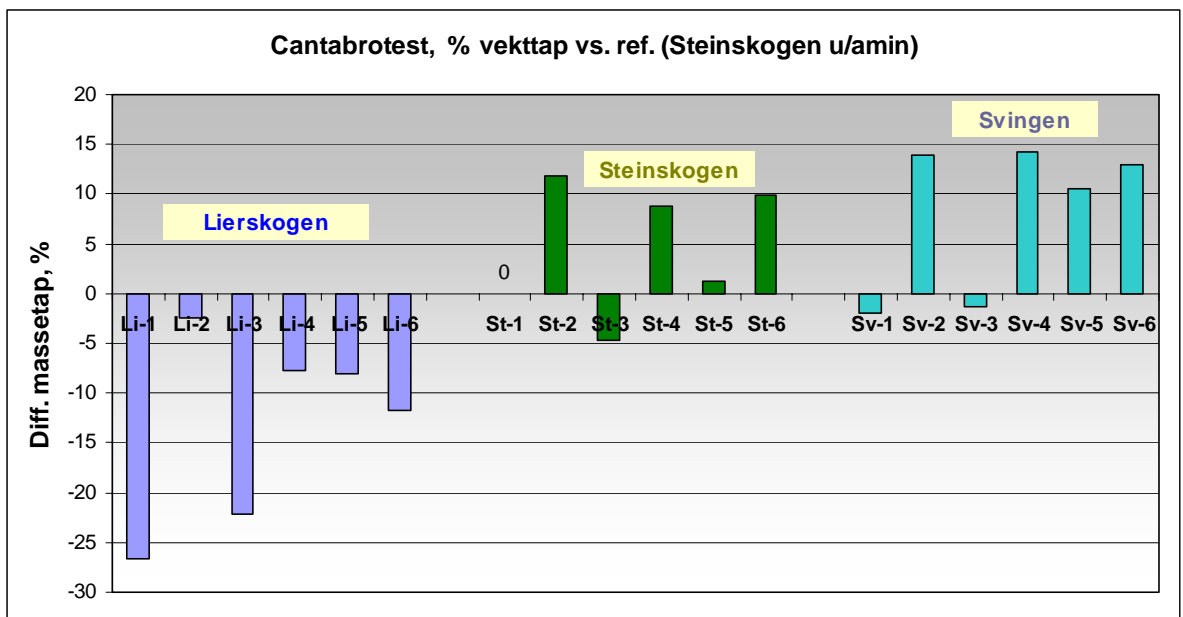
4. Sammenstilling av resultater

4.1 Effekt av tilsetninger

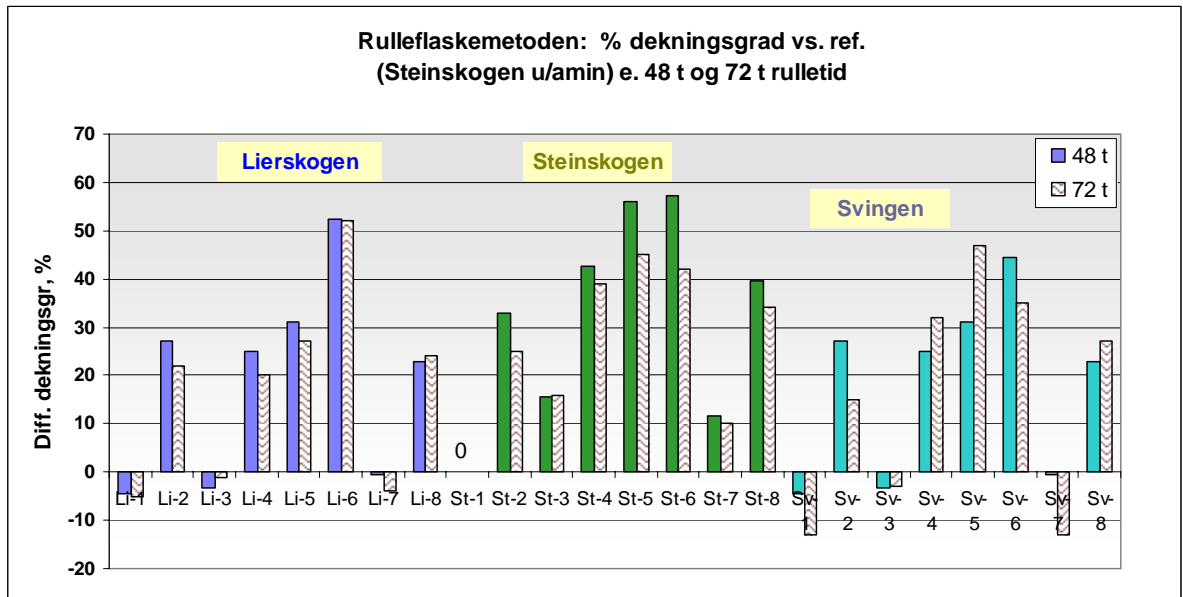
I figurene 15-17, er differansen i massetap/dekningsgrad vist i forhold til en referanse (Steinskogen uten amin). Dette skal illustrere hvilke materialkombinasjoner som kom best/dårligst ut av prøvingen.



Figur 15. Resultater Vendskakmetoden – vurdert mot referansen (Steinskogen u/amin). Positiv verdi er bedre enn referansen.



Figur 16. Resultater Cantabrottest – vurdert mot referansen (Steinskogen u/amin). Positiv verdi er bedre enn referansen.



Figur 17. Resultater Rulleflaskemetoden - vurdert mot referansen (Steinskogen u/amin). Positiv verdi er bedre enn referansen.

I vurdering av resultatene fra vendskakmetoden må en ta med i betraktningen at lavere hulrom som regel gir bedre resultat. I en reell produksjon ville asfaltresepten blitt justert for å oppnå høyere bitumeninnhold og lavere hulrom.

Tabell 12 viser rangering av resultatene etter hvilken kombinasjon som ga best resultat. Prøver med utilfredsstillende vedheftning/vannfølsomhet er merket med oransje eller turkis bakgrunn (rulleflaskeprøver uten filler har turkis bakgrunn). Det er benyttet følgende kriterier for akseptabel "vedheftning/vannfølsomhet" for de ulike metodene:

Rulleflaske, dekningsgrad: min. 25 % (48 t) og min. 15 % (72 t)

Vendskakmetoden, massetap: maks. 15 %

Cantabrotest (vannfølsomhet), partikkeltap: maks 25 %

Tabell 12. Rangering av prøvingsresultatene (øverst best, nederst dårligst). Farget bakgrunn angir utilfredsstillende vedheftning/vannfølsomhet (rulleflaske u/filler har turkis bakgrunn)

Rulleflaske 48 t			Rulleflaske 72 t			Vendskak			Cantabro		
Lier-skogen	Stein-skogen	Sving-en	Lier-skogen	Stein-skogen	Sving-en	Lier-skogen	Stein-skogen	Sving-en	Lier-skogen	Stein-skogen	Sving-en
Li-6	St-6	Sv-6	Li-6	St-5	Sv-5	Li-5	St-5	Sv-5	Li-2	St-2	Sv-4
Li-5	St-5	Sv-5	Li-5	St-6	Sv-6	Li-6	St-2	Sv-6	Li-4	St-6	Sv-2
Li-2	St-4	Sv-2	Li-8	St-4	Sv-4	Li-2	St-6	Sv-2	Li-5	St-4	Sv-6
Li-4	St-8	Sv-4	Li-2	St-8	Sv-8	Li-4	St-4	Sv-4	Li-6	St-5	Sv-5
Li-8	St-2	Sv-8	Li-4	St-2	Sv-2	Li-3	St-3	Sv-3	Li-3	St-1	Sv-3
Li-7	St-3	Sv-3	Li-3	St-3	Sv-3	Li-1	St-1	Sv-1	Li-1	St-3	Sv-1
Li-3	St-7	Sv-7	Li-7	St-7	Sv-7						
Li-1	St-1	Sv-1	Li-1	St-1	Sv-1						

Resultatene i figur 17 (samt figur 5) viser at rulleflaskeprøving med 1 % kalkfiller gir en svak positiv effekt for alle tre materialer, mens 1 % egenfiller gir en svak positiv effekt bare for Steinskogen.

For rulleflaskemetoden er ikke bindemiddel- og mørtelblandinger direkte sammenlignbare (angitte krav gjelder blanding uten filler). Om ”krav” for god/dårlig vedheftning for reine bitumenblandinger også kan brukes for bitumen-/fillerblandinger, bør undersøkes.

4.2 Samvariasjon mellom metoder

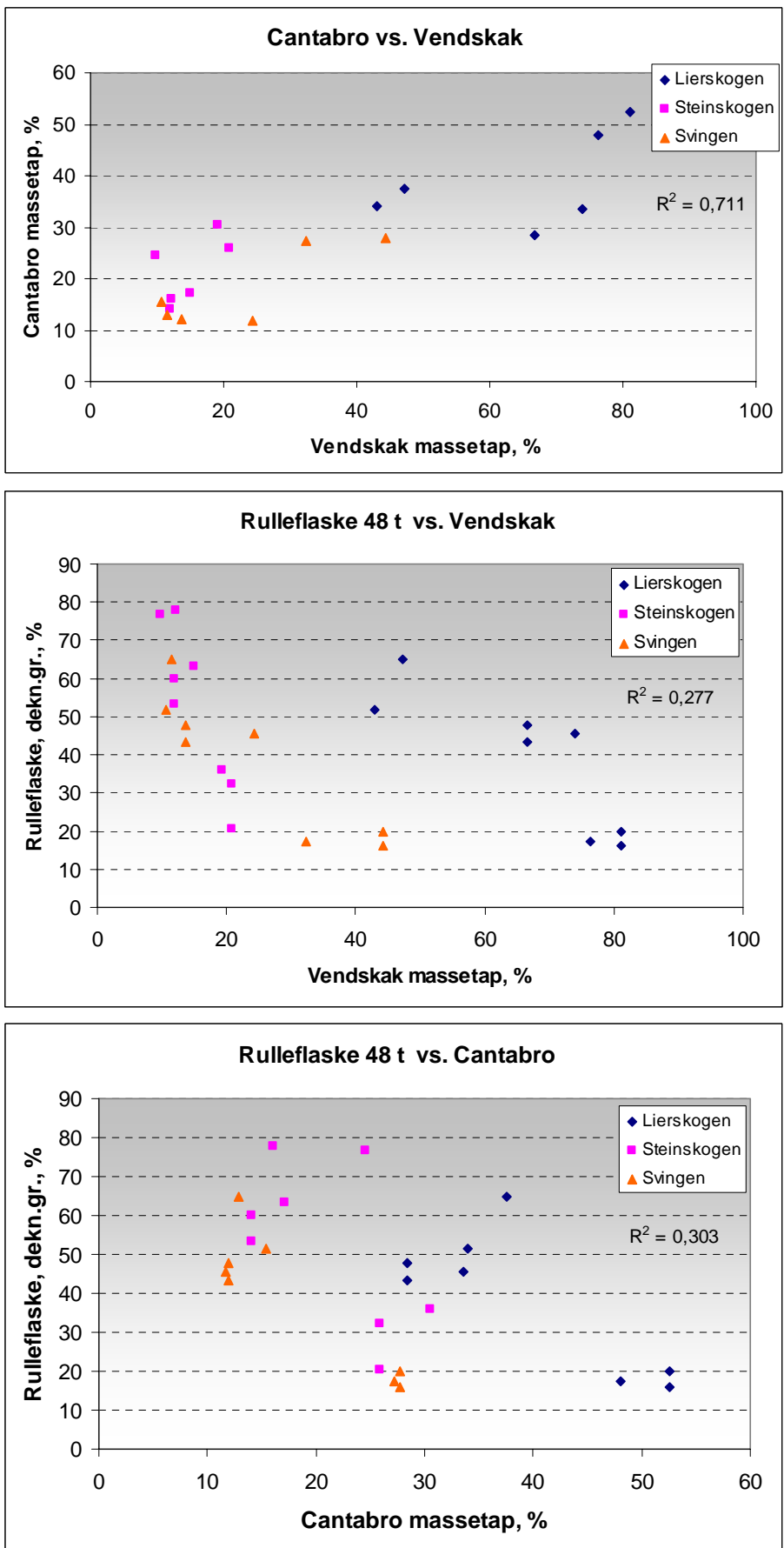
En oversikt over korrelasjoner (R^2) mellom rulleflaskemetoden (48 t og 72 t), vendskakmetoden og Cantabrotest er vist i tabell 13 og i figur 18. I hovedkolonne 2 vises korrelasjoner for alle materialenes resultater, mens hovedkolonne 3-5 viser resultater for hvert av tilslagsmaterialene. I figur 18 vises et plott for alle resultatene, der korrelasjoner fra hovedkolonne 2 er tatt med.

Tabell 13. Korrelasjoner (R^2) mellom de benyttede prøvingsmetodene

Metode	Liersk.+ Steinsk. + Svingen		Lierskogen		Steinskogen		Svingen	
	Vendskak	Cantabro	Vendskak	Cantabro	Vendskak	Cantabro	Vendskak	Cantabro
Cantabro	0,711		0,273		0,346		0,708	
Rullefl 48 t	0,277	0,303	0,704	0,632	0,827	0,342	0,818	0,817
Rullefl 72 t	0,239	0,254	0,715	0,503	0,787	0,314	0,807	0,743

Det fremgår at det er en viss korrelasjon mellom Cantabrotest og vendskakmetoden ($R^2 = 0,711$). Dette er vel ikke uventet da de begge representerer en asfaltmasse med lignende mørtel. I Cantabro-prøvene er det 9 % finstoff < 63 μm , mens det i vendskakmetoden er 14 % finstoff < 63 μm .

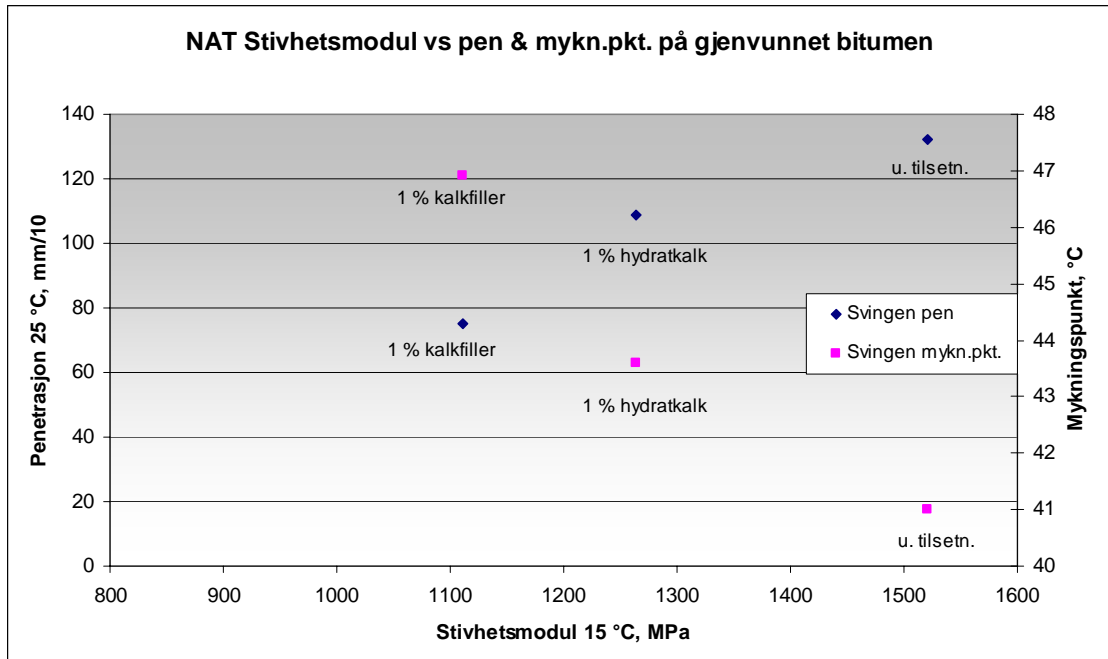
Rulleflaskemetoden (48 t og 72 t) hadde dårlig korrelasjon med vendskakmetoden ($R^2 = 0,277$ og $0,239$) og Cantabrotest ($R^2 = 0,303$ og $0,254$). Dette kan bety at metodene måler ulike egenskaper eller at en eller begge metodene ikke er egnet. Trolig måler metodene ulike egenskaper, og kan i så fall komplettere hverandre.



Figur 18. Korrelasjoner mellom de tre metodene.

4.3 Bindemiddelegenskaper vs. stabilitet

Det var omvendt korrelasjon mellom NAT stivhetsmodul og penetrasjon ($R^2 = 0,94$) eller mykningspunkt ($R^2 = 0,96$) til gjenvunnet bitumen (Svingen-prøver). Det er lite troverdig at stivere bindemiddel skulle gi mykere masse. Det konkluderes derfor med at ingen sammenheng ble funnet. Figur 19 viser et plott av resultatene.



Figur 19. Sammenheng penetrasjon og mykningspunkt på gjenvunnet bitumen og NAT-stivhetsmodul.

I PROKAS-rapport nr. 8 ble det målt en betydelig oppherding av bindemiddelet (160/220) ved avslutning av forsøkene (penetrasjon: 67-81 mm/10 og mykningspunkt: 46-47 °C). Det ble benyttet samme bindemiddel og det var 1 % kalkfiller i massen. Blandingene hadde fått en korttidsaldring som ga en ekstra oppherding.

Verdiene fra denne undersøkelsen (med 1 % kalkfiller) ligger på samme nivå (penetrasjon 75 mm/10 og mykningspunkt 47 °C). Det kan se ut til at tilsetning av 1 % kalkfiller i massen fører til en betydelig bindemiddeloppberding, men uten å bidra til en stivere masse. Noen forklaring til denne observasjonen har vi ikke.

I Dr.ing. avhandlingen til Bjørn Ove Lurfald ble filler-/bindemiddelblandinger undersøkt mht. aldring (aldringsindeks etter PAV-aldring). Undersøkelsen viste at kalkfiller ga mest aldring, og at enkelte egenfiller også gir betydelig aldring, litt avhengig av prøvingsstemperatur og metode (3).

5. Oppsummering og videre arbeid

5.1 Oppsummering

De tre prøvingsmetodene er empiriske. Ved prøving i laboratoriet ønsker man å skille mellom gode og dårlige materialer mht. vedheftning/vannfølsomhet som skal representere utlagte asfaltdekker med de respektive materialer. I denne undersøkelsen er det gjort en studie i effekten av ulike tilsetninger på tre steinmaterialer som er mye brukt. Blandingene er ikke nødvendigvis like de asfaltmassene som produseres, så det er ikke direkte kobling til feltefaringer.

Det kan også være betydelige forskjeller på ulike stein/bindemiddel/amin kombinasjoner. Ingen av de undersøkte materialkombinasjonene fra Lierskogen til vendskak- og Cantabrotesting hadde tilfredsstillende vannfølsomhet, mens rulleflaskeforsøket viste at flere av Lierskogen-blandingene hadde akseptabel vedheftning. For Lierskogen-materialet opplyser NCC Roads at vendskaktesting av andre deler av forekomsten eller av andre bindemiddel-/amin kombinasjoner gir mye lavere (og akseptabelt) massetap. En hypotese er at jo hardere stein (lavere mølleverdi) jo dårligere resultat i vendskakprøving.

Rulleflaskemetoden er en nyttig metode for å identifisere tilslag/bindemidler med dårlig vedheftning samt til å vurdere effekt av vedheftningsmidler. Metoden er nå utgitt som europeisk standard med 500 ml flasker (i dag brukes 250 ml flasker). Om bruk av større flasker vil få betydning på resultatene er ikke avklart.

Vendskakmetoden ser ut til å være en god metode for å vurdere mørtelkvalitet. Foreløpig benyttes metoden bare av ett laboratorium i Norge. En vil avvente svenske erfaringer i tilfelle metoden skulle bli endret.

Cantabrotest på vannlagrede prøver ser ut til å være en nyttig kontrollmetode til proporsjonering, driftskontroll samt byggherrekontroll (f.eks. av borprøver). Metoden ser ut til å være egnet til vurdering av asfalt til lavtrafikkerte veger, til drengasfalt og til bituminøse bærelag. Det er usikkert om metoden er velegnet til undersøkelse av høytrafikkdekker, da de skal ha lavere hulrom og større slagseighet (kohesjon). Cantabrotest foreligger som europeisk standard, men må tilpasses testing av vannlagrede asfaltprøver. Utstyret (Los Angeles maskin) finnes allerede på større asfaltlaboratorier.

De tre metodene ser ut til å gi samme svar på de undersøkte materialegenskapene selv om ulike fraksjoner i asfaltmassen blir undersøkt. Praktiske erfaringer med de undersøkte materialene tilsier at metodene gir fornuftige verdier og kan komplettere hverandre.

5.2 Videre arbeid – utredningsbehov

I PROKAS-prosjektet er det ikke rom for flere undersøkelser. Det videre arbeid må utføres i nye prosjekter. Av utredningsbehov kan følgende aktiviteter være aktuelle:

- Validering av metodene, dokumentere sammenhenger med felt. Hvilke massetyper er de egnet eller uegnet til. Vurdering mot trafikkmengder og klimatyper.
- Undersøke presisjon til vendskakmetode og Cantabrotest ved ringanalyser. Metodene bør da være noenlunde etablerte.

- Hypotesen om at jo hardere stein (lavere mølleverdi mv.) jo dårligere resultat i vendskakmetoden bør undersøkes nærmere.
- Effekt av ulike fillertyper og tilsetninger på bindemiddelaldring. Bidrar vannlagring til aldring? Er enkelte bindemidler mer tilbøyelige til å herde opp? I to av undersøkelsene i PROKAS ble det funnet en sterk oppherding av bitumen 160/220.
- Undersøkelse av overgang fra 250 ml til 500 ml flasker i rulleflaskemetoden; påvirkes resultatene?
- Bruk av hydratkalk i asfalten. Vil høy pH i vannet, f.eks. ved piggdekkslitasje av asfaltdekket, få betydning for miljø, friksjon, korrosjon mv.?

Referanser

1. T. Jørgensen, *PROKAS Prosjektrapport nr. 8: Vannfølsomhet med spaltestrekkmetoden og Cantabro-test. En undersøkelse av to steinmaterialer*. Teknologivdelingen, intern rapport nr 2335, 2003
2. N. Ulmgren, *The influence of the mastic on the durability of asphalt pavements as studied by the shaking abrasion test*. 3rd Euroasphalt and Eurobitume Congress, Vienna 2004
3. Bjørn Ove Lerfald, *A study of Ageing and Degradation of Asphalt Pavements on Low Volume Roads*. Avhandling til Dr.ing. NTNU, 2000:49

Franzitt

Vedlegg 1

KALKSTEINSFILLER

FRANZEFOSS

FRANZITT er nedmalt kalkstein (CaCO_3) med bruksområder innenfor fyllstoffer til betong-, mørtler og andre industriapplikasjoner. FRANZITT brukes som rent fyllstoff eller for å tilføre spesifikke egenskaper til ferdigproduktet. FRANZITT er inert og finnes med noe ulike partikkelfordelinger og kjemi. God produksjonskontroll sikrer et jevnt og stabilt produkt med høy kvalitet.

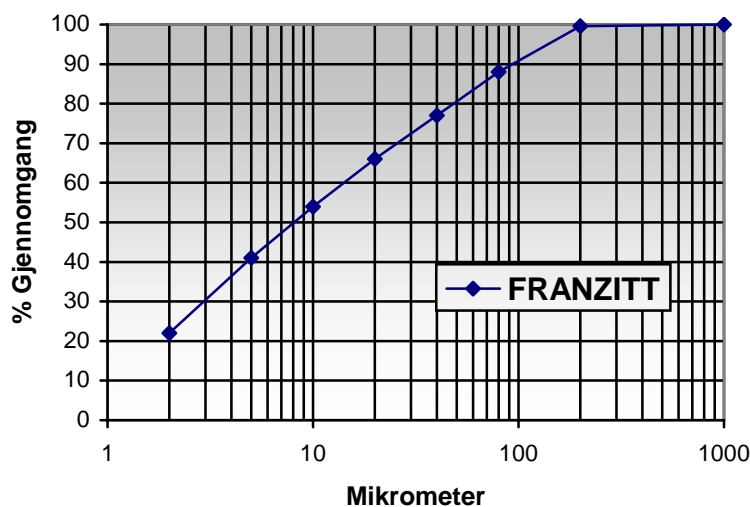
Hovedelemente	Gjennomsnitt
MgO	0,9 %
CaO	50 %
SiO ₂	5,5 %
Al ₂ O ₃	2 %
Fe ₂ O ₃	0,6 %
K ₂ O	0,2 %
Glødetap	39 %

Sporstoffer**	Maks verdier
Cd	< 0,05 mg/kg
Cr	< 8 mg/kg
Hg	< 0,01 mg/kg*
Pb	< 3 mg/kg
Zn	< 15 mg/kg

Kjemi er basert på råvare. * målt med XRF, ** målt med AAS. De prosentvise verdiene må betraktes som veiledende og skal ikke brukes som spesifisering. Råmaterialet er et naturprodukt med variasjoner i forekomsten innenfor visse grenser. * angir målbar deteksjonsgrense.

Volumvekt	Leveringsalt	Hardhet (Mohs)	Siktere st 75 μm	Rigden hulrom	d ₅₀	Densitet	pH - verdi
1100 kg/m ³	Bulk	3	< 12%	34,5%	8 μm	2,7 g/cm ³	9,5

FRANZITT



Partikkelstørrelse	FRANZITT
< 2 μm	22 %
< 5 μm	41 %
< 10 μm	54 %
< 20 μm	66 %
< 40 μm	77 %
< 80 μm	88 %
< 200 μm	99,6 %
< 1000 μm	100 %

VK Hydrat

Vedlegg 2

HYDRATKALK

HYLLA

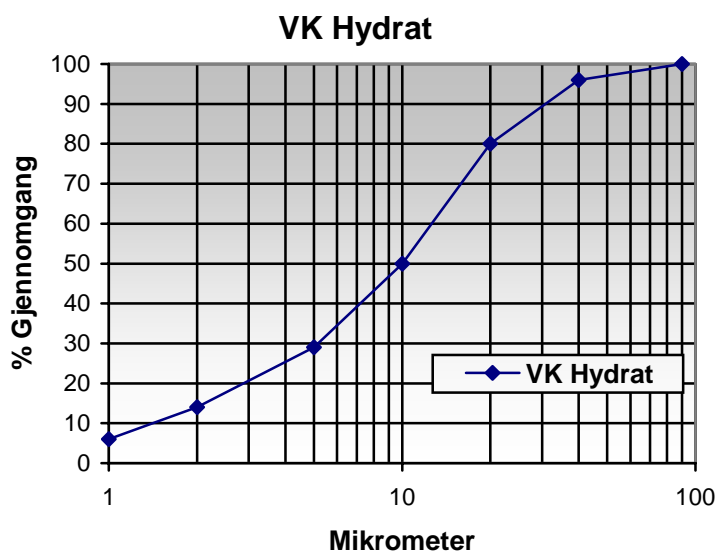
VK Hydrat er hydratkalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) med høy kjemisk renhet og høy hvithet. VK Hydrat har høy aktiv andel av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ og reagerer raskt - og utnyttelsen blir dermed høy. VK Hydrat har et svært lavt innhold av sporelementer

Hovedelemente	Gjennomsnitt
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ aktiv	96,0 %
CaO	73,5 %
MgO	0,6 %
SiO_2	0,2 %
Al_2O_3	0,08 %
Fe_2O_3	0,07 %
P_2O_5	0,01 %
TiO_2	0,01 %
K_2O	0,01 %
Fuktighet	< 1,0 %
Glødetap	24,7 %

Sporstoffer**	Maks verdier
Mn	27 mg/kg
Cu	1,9 mg/kg
Hg	< 0,01 mg/kg*
Pb	1,6 mg/kg
Cd	0,1 mg/kg
As	1,9 mg/kg
Ni	< 2 mg/kg*
Cr	1,3 mg/kg
Zn	36 mg/kg

Kjemi er basert på råvare. * målt med XRF, ** målt med AAS. De prosentvise verdiene må betraktes som veiledende og skal ikke brukes som spesifisering. Råmaterialet er et naturprodukt med variasjoner i forekomsten innenfor visse grenser. * angir målbar deteksjonsgrense.

Volumvekt	Leveringsalt.	Sikterest (våtsikt)	Densitet	Spesifikk overflate	pH-verdi	Hvithet (R457 DIN 5033)
500 kg/m ³	20 kg, 500 kg sekk og bulk	2 % > 150 μm 15 % > 38 μm	2,4 g/cm ³	15 m ² /g	12,5	94,0%



% GJ.GANG	VK HYDRAT
1 μm	6 %
2 μm	14 %
5 μm	29 %
10 μm	50 %
20 μm	80 %
40 μm	96 %
90 μm	100 %

Målt med Coulter.

Technical Data Sheet

AD-here® LOF 65-00

Description:

AD-here® LOF 65-00 is a liquid anti-stripping agent derived from amidoamines. It increases the adhesion of asphalt cement to aggregate and reduces the potential for moisture damage. It also improves the retention of aggregates in chip seals. AD-here® LOF 65-00 unique property is its low odor characteristics.

Typical Properties:

Appearance: Brown Viscous Liquid
 Typical Viscosity, 77°F: 900 cps
 Typical Viscosity, 100°F: 300 cps
 Density, Pounds/Gallon, 77°F: 8.05
 Flash Point (P.M.C.C.): > 300°F

Features:

Very effective in reducing stripping and in increasing the tensile strength values in the AASHTO T-283, ASTM D4867, or similar test methods. Low odor and low smoke generation at elevated temperatures when compared to most liquid anti-strips, therefore, lower fume exposure for paving crews. AD-here® LOF 65-00 can also be used as an adhesion promoter in anionic emulsions to enhance aggregate coating. Very effective in improving aggregate retention on chip seals. Increases the wetting ability of asphalt cements and cutback asphalts. DOT Shipping Non Regulated. Non Corrosive

Applications:

AD-here® LOF 65-00 is added to the asphalt cement, typically in the amount of 0.25 - 1.0% by weight of the asphalt cement. The specific dosage should be based on a laboratory design method, such as AASHTO T-283.

Packaging:

AD-here® LOF 65-00 is available in bulk quantities (1000 - 5500 gal.) and in 55 gallon non-returnable drums (420# net). It is available from our four manufacturing locations: Winter Haven, Florida; Convent, Louisiana; Soda Springs, Idaho; and Vanceboro, North Carolina.

Storage and Handling:

Refer to MSDS prior to handling this material. Avoid water contamination during handling and storing. For ease of pumping it is recommended to keep the product at 100° - 120°F.

N/A

TSCA Compliance:

ArrMaz Custom Chemicals, Inc.
 621 Snively Avenue
 Winter Haven, FL 33880
 Telephone (863)293-7884**Fax (863)293-5976

"All suggestions and data are based on information and tests we believe to be reliable. Insofar as applications by prospective users may differ from those recommended, it is suggested the user conduct tests and determine the suitability of the product to his process. No warranty for the application of this product is expressed or implied."

Eksempel på ekstraksjonsanalyse av Agb11 med Svingen-materiale, som viser korngradering og bindemiddelinhold i prøver til Cantabrotest

NCC					Analyse av bituminøse vegdekker og bærelag					Bilag nr. Oppdrag	
Hovedparsell :			Parsell		Gjenvinning av bit.			Km. profil			
Kontr.nr.	PKT	Oppdragsgiver		Vegnr		Reseptens dato		Arb. resept nr.			
	0	Prokas Bestandighet									
Entreprenør			Entr.nr		Dekketype		Blandeverk ved				
K2 NCC Roads AS			7								

Lab. prøve nr.	94200278		MP = Masseprøve BP = Boksprøve BK = Borkjerne IT = Isotop EN = Entreprenør DL = Distriktslab VL = Veglab BV = Blandeverk UT = Utleggersted
Dato for prøveuttak :	19/04/2004		
Profil nr. / vegside			
Prøveart :	BP		
Prøve tatt ved :	LB		
Analyse utført av :	EN		
Massetemperatur :	°C		
Bindemiddelinhold :	%	6,0	
Vanninnhold % / stempelinntrykk mm			
Massens densitet ps	g/cm ³		
Densitet pd	g/cm ³		
Hulrominnhold	%		
Prøvemetode:	Ekst		

	90,5	86,3	81,1	72,9	63,3	52,5	37,8	19,4	2,1			
--	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	--	--	--

75 125 250 500 1,00 2,00 4,00 8,00 11,2 16,0 22,4 26,5

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

Rest, masseprosent

Merknad : Svingen blanding 1. Kloss nr 1 og 2. MP: 41 Pen: 132 Målt viskositet

Sted	Dato:.....	Underskrift:
------------	------------	--------------------