

Rapport nr. 66

Samarbeidsprosjekt

Kaldasfalt/kald gjenbruk 1994

Mai 1995

Veglaboratoriet

Samarbeidsprosjekt Kaldasfalt/kald gjenbruk 1994

Sammendrag

Det ble sommeren 1994 opprettet et samarbeidsprosjekt mellom vegkontorene i Østfold, Hedmark, Akershus, Oslo og Buskerud samt Veglaboratoriet og Oslo vegvesen. Målsettingen var å samle erfaring og kunnskap fra både masseproduksjon og utlegging, og det ble etablert forsøksstrekninger i Østfold, Hedmark og Oslo. Alle massene ble produsert av Veicon i samarbeid med det danske firmaet VejTek, mens Statens vegvesen stod for lasting, transport og utlegging. Det ble brukt et to-trinns blandeverk.

I Østfold og Hedmark ble det produsert kaldasfalt, hovedsaklig emulsjonsbetong (Eb) som massen er blitt kalt i rapporten. Dette fordi tilslaget hadde en gradering tilsvarende vanlig asfaltbetong. Det ble også produsert en del grovere massetyper med kornkurver i nærheten av skjelettasfalt. I disse massetyperne ble det brukt to typer bitumenemulsjon; den ene basert på B 180 og den andre basert på MB 2000.

I Oslo ble det produsert gjenbruksmasser basert på knuste asfaltflak. Asfaltflakene ble knust i nyanskaffet hammerknuser fra Statens vegvesen Buskerud. I denne massetyper ble kun den myke emulsjonen basert på MB 2000 brukt. Totalt ble det i prosjektet i 1994 produsert ca. 30 000 tonn kaldasfalt og 6500 tonn kald gjenbruksasfalt.

Denne rapporten gir en oversikt over erfaringer fra de tre produksjonsstedene både når det gjelder sammensetning, produksjon og utlegging.

En videre oppfølging av strekningene vil forhåpentligvis gi mer kunnskap om dekkenes langtidsegenskaper.

Emneord: *Asfalt, emulsjonsgrus, kald gjenbruk, bitumenemulsjon*

Seksjon: *44 - Asfalt*

Saksbehandler: *Nils S. Uthus og Anne Kari Trøan (SINTEF), Torbjørn Jørgensen/KMS*

Dato: *Mai 1995*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Rapporten kan fås ved henvendelse til Veglaboratoriet, Arkivet:
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo. Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44



SINTEF Vegteknikk

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Alfred Getz vei 3
Telefon: 73 59 47 20
Telefax: 73 59 70 20
Telex: 55 620 sintf n

Laboratoriet: Høyskoleringen 7 e
Telefon: 59 47 69 85
Telefax: 59 47 14 78

Foretaksnr.: 948007029

SINTEF RAPPORT

TITTEL

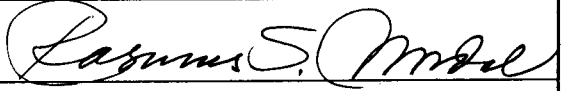
SAMARBEIDSPROSJEKT Kaldasfalt/kald gjenbruk

FORFATTER(E)

Nils S. Uthus og Anne Kari Trøan

OPPDRAKSGIVER(E)

Statens vegvesen Buskerud

RAPPORTNR. STF61 F95004	GRADERING Fortrolig	OPPDRAKSGIVERS REF. Helge Aalefjør	
GRADERING 1. SIDE Fortrolig	ISBN	PROSJEKTNR. 610440	ANTALL SIDER OG BILAG 40 sider
ELEKTRONISK ARKIVKODE	FAGLIG ANSVARLIG Rasmus S. Nordal		
ARKIVKODE Prosj.95/610440/gfb	DATO 1995-04-20	ANSVARLIG SIGNATUR Rasmus S. Nordal 	

SAMMENDRAG

I den senere tid har det blitt stadig mer aktuelt med bruk av kalde dekketyper, også med emulsjoner basert på stive bindemidler. Statens vegvesen har derfor en generell målsetting om å bedre kunnskapene og erfaringene ved bruk av forskjellige kalde dekketyper.

På denne bakgrunn ble det sommeren 1994 opprettet et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen/Vegkontorene i Østfold, Hedmark, Akershus, Oslo og Buskerud samt Veglaboratoriet/Vegdirektoratet og Oslo veivesen. Målsettingen var å samle erfaring og kunnskap fra både masseproduksjon og utlegging, og det ble etablert forsøksstrekninger i Østfold, Hedmark og Oslo.

Alle massene ble produsert av Veicon i samarbeid med det danske firmaet VejTek, mens Statens vegvesen stod for lasting, transport og utlegging. Det ble brukt et to-trinns blandeverk.

I Østfold og Hedmark ble det produsert kaldasfalt, hovedsakelig emulsjonsbetong (Eb) som massen er blitt kalt i rapporten. Dette fordi tilslaget hadde en gradering tilsvarende vanlig asfaltbetong. Det ble også produsert en del grovere massetyper med kornkurver i nærheten av skjelettasfalt. I disse massetypene ble det brukt to typer bitumenemulsjon; den ene basert på B180 og den andre basert på MB2000.

I Oslo ble det produsert gjenbruksmasser basert på knuste asfaltflak. Asfaltflakene ble knust i nyanskaffet hammerknuser fra Statens vegvesen Buskerud. I denne massetypen ble kun den myke emulsjonen basert på MB2000 brukt.

Totalt ble det i prosjektet i 1994 produsert ca 30 000 tonn kaldasfalt og 6500 tonn kald gjenbruksasfalt.

Denne rapporten gir en oversikt over erfaringer fra de tre produksjonsstedene både når det gjelder sammensetning, produksjon og utlegging.

En videre oppfølging av strekningene vil forhåpentligvis gi mer kunnskap om dekkenes langtidsegenskaper.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Vegteknikk	Highway engineering
GRUPPE 2	Asfalt	Asphalt
EGENVALGTE	Emulsjon	Emulsion
	Gjenbruk	Recycling

FORORD

Denne rapporten er en beskrivelse av et samarbeidsprosjekt som gikk på produksjon av kaldasfalt og kald gjenbruk sommeren 1994.

Rapporten gir en beskrivelse av gjennomføringen og resultater fra laboratorieundersøkelser på de ulike produksjonsstedene.

Kontaktpersoner hos de samarbeidende parter har vært:

Statens vegvesen Østfold: Terje Arnesen, Olaf Schmedling og Jan Forsberg
Statens vegvesen Hedmark: Harald Libæk, Jan Håvard Sveen og Trond Storsveen
Statens vegvesen Akershus: Eirik Wulvik og Ottar Simonsen
Statens vegvesen Oslo: Olaf Mathisen
Statens vegvesen Buskerud: Helge Aalefjær, Trygve Fauske og Noralf Haugvaldstad
Statens vegvesen Veglaboratoriet: Torbjørn Jørgensen
Oslo veivesen: Jan Kveen, Ivar Ransedokken og Sven Erik Thoresen

Koordinator for prosjektet har vært Helge Aalefjær.

Rapporten er skrevet av Nils S. Uthus og Anne Kari Trøan ved SINTEF Vegteknikk for Veglaboratoriets interne rapportserie.

Forfatterne vil samtidig rette en takk til kontaktpersonene som er nevnt over for godt samarbeid.

Trondheim 20. april 1995

INNHold

	Side
FORORD	2
1 INNLEDNING	4
2 GJENNOMFØRING	5
2.1 Generelt	5
2.2 Beskrivelse av arbeidene	6
2.2.1 Østfold	7
2.2.2 Hedmark	16
2.2.3 Oslo	21
3 RESULTATER	30
3.1 Massesammensetning	30
3.1.1 Østfold	30
3.1.2 Hedmark	32
3.1.3 Oslo	32
3.2 Lastfordeling	33
3.2.1 Østfold	33
3.2.2 Hedmark	35
3.2.3 Oslo	36
3.3 Densitets- og hulromsmålinger	37
3.3.1 Østfold	37
3.3.2 Oslo	39
4 OPPSUMMERING	39
5 VIDERE ARBEID	40

1 INNLEDNING

Sommeren 1994 ble det gjennomført et samarbeidsprosjekt angående bruk av kaldasfalt og kald gjenbruk. Samarbeidspartnere var Statens vegvesen i Østfold, Hedmark, Akershus, Oslo og Buskerud samt Veglaboratoriet/Vegdirektoratet og Oslo veivesen. Veicon i samarbeid med det danske firmaet VejTek stod for masseproduksjonen. SINTEF Vegteknikk var ansvarlig for oppfølging og rapportering av prosjektet.

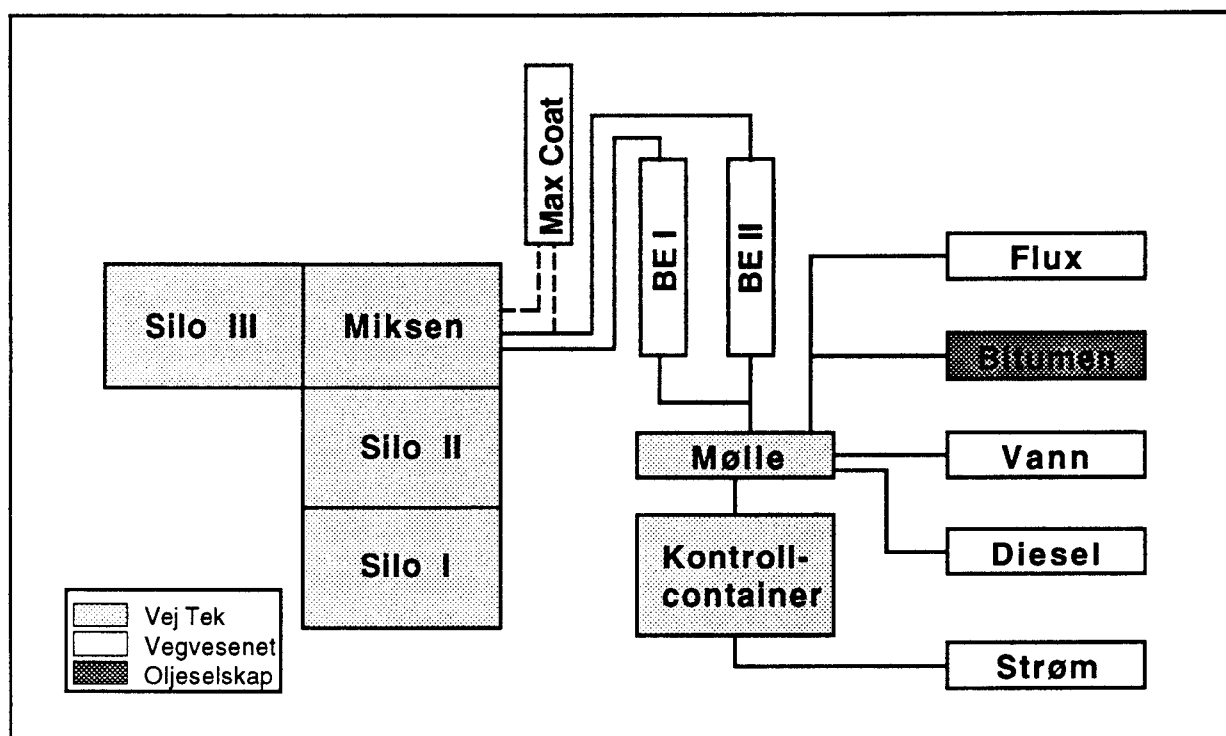
Denne rapporten er en oppsummering av arbeidet som er gjort. I kapittel 2 er gjennomføringen av prosjektet på de ulike produksjonsstedene beskrevet. Kapittel 3 gir oppsummeringer av resultater av prøver som er kommet fram både på laboratorie og i felt. I kapittel 4 er det en oppsummering av prosjektet, og i kapittel 5 er det gitt et forslag til videre arbeid med kaldasfalt og kald gjenbruk.

2 GJENNOMFØRING

2.1 Generelt

Prosjektet ble gjennomført på tre ulike produksjonssteder; Brekka grustak i Østfold, Fjellheimen grustak i Hedmark og Huken pukkverk i Oslo.

Produksjonen av masse og emulsjon ble gjort med samme utstyr på alle stedene. Ansvarsfordelingen for produksjon av masser er illustrert i figur 1.



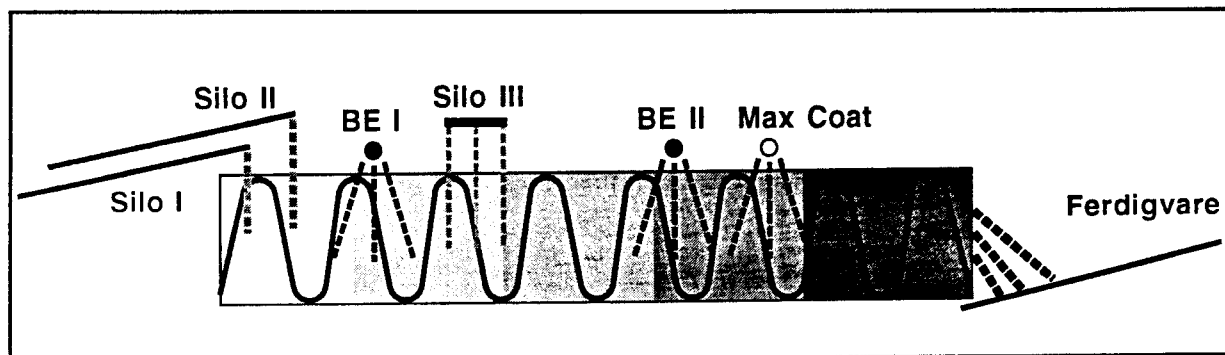
FIGUR 1 Ansvarsfordeling i masseproduksjonen

Veicon i samarbeid med VejTek var ansvarlig for produksjon av asfaltmasser og bitumenemulsjon.

Statens vegvesen stilte med en mann på blandeverk og var ellers ansvarlig for innlasting av tilslag, opplasting og transport av ferdig masse og utlegging.

I Østfold og Hedmark var det de respektive vegkontorene som hadde region, mens Oslo veivesen i samarbeid med Statens vegvesen Buskerud var ansvarlig for arbeidene i Oslo.

Til produksjon av masser ble det på alle tre stedene brukt et to-trinns blandeverk med kapasitet på ca 150 tonn/time. Prinsippet for blandeverket er vist i figur 2.



FIGUR 2 Prinsippskisse for emulsjonsgrusblandeverket

Først ble de groveste steinmaterialene ført inn i blanderen, for så å bli tilsatt stivt bindemiddel (BE60R/B180 eller BE65R/B180). Deretter ble finstoffet ført inn og blandingen tilsatt mykt bindemiddel (BE55M/MB2000). I Østfold ble det til slutt tilsatt Max Coat. Dette er et middel som mykgjør det stiveste bindemiddelet, slik at en får blandet de to bindemidlene og derved massene godt sammen. I Hedmark og Oslo ble Max Coaten tilsatt i det myke bindemiddelet rett før blanding. Ved gjenbruksproduksjonen i Oslo ble kun *ett* bindemiddel tilsatt (BE55M/MB2000).

Det ble brukt samme emulsjonstyper på alle produksjonsstedene, men etter som emulsjonsverket var en del av produksjonsenheten ble emulsjonen tilpasset på hvert enkelt sted.

2.2 Beskrivelse av arbeidene

I Østfold og Hedmark ble det produsert kaldasfalt, mens det i Oslo ble produsert kalde gjenbruksmasser basert på knuste asfaltflak.

Tabell 1 viser en oversikt over utleggerstedene og dekketyperne som ble brukt på de ulike stedene.

I dette kapitlet blir de enkelte produksjonsstedene behandlet hver for seg.

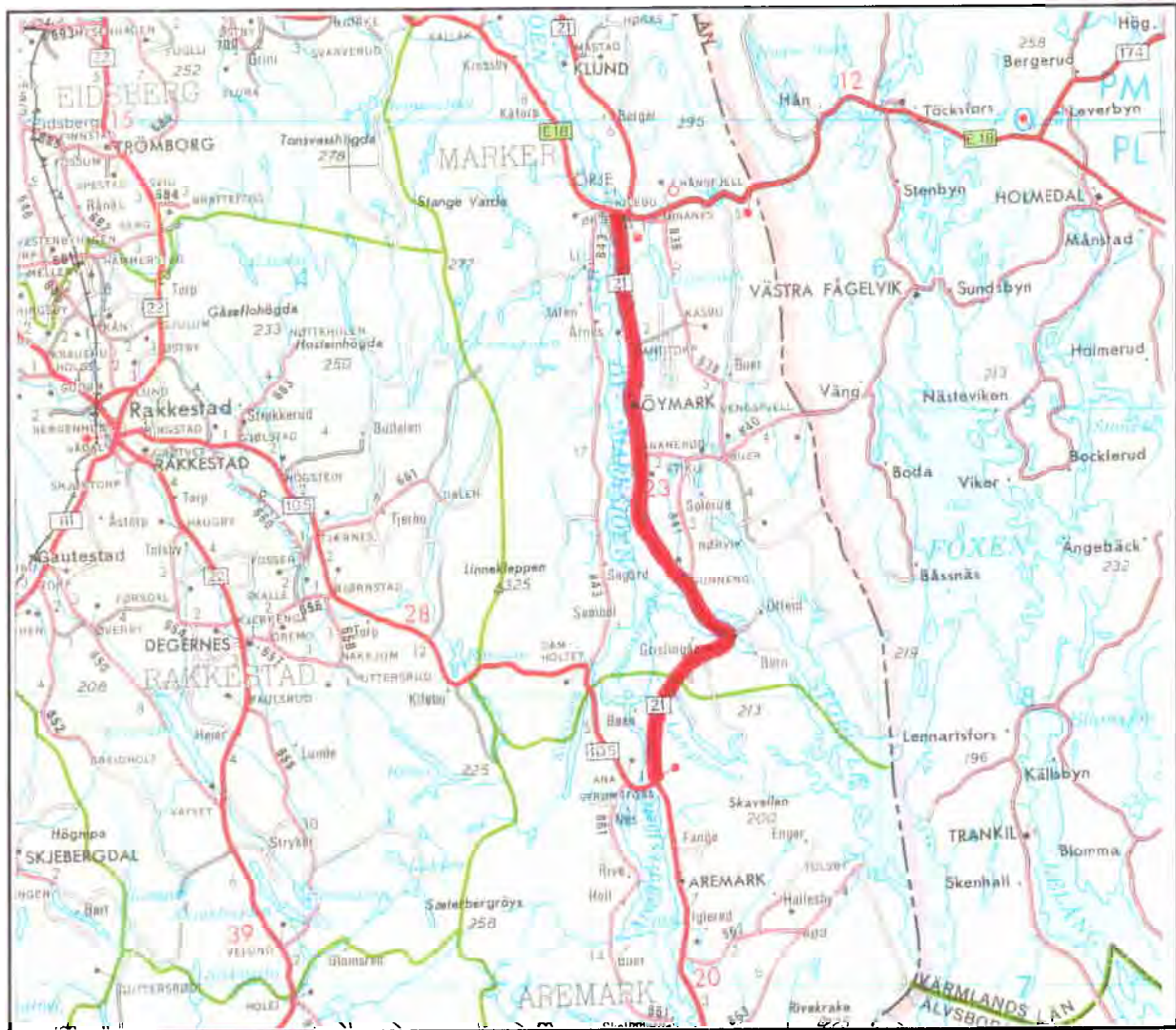
TABELL 1 Utleggersteder og dekketyper

Sted	Fra Hp/km	Til Hp/km	Dekketype
Østfold:*)			
Rv 21 Strømsfoss - Ørje	08/1.823	08/22.000	Eb 16
	08/0.950	08/1.155	Eb 16
	08/0.000	08/0.950	Eska 16
	08/1.155	08/1.823	Eska 11
Hedmark:			
Rv 26 Hylleråsen - Heggeriset	05/25.370	06/0.100	Eb 12
Skarven - Drevsjø	07/5.805	07/6.210	Eb 12
Drevsjø - Drevsjø sag	07/11.885	08/2.000	Eska 12
Sømåsetra - Haugsetervollen	09/2.700	09/10.880	Eb 12/Egt 22/ Eg 16
Rv 218 Drevsjø - Lillebo	01/0.000	01/2.220	Eb 12
Buskerud:			
Fv 16 Heiatoppen - Akershus gr.	01/3.400	01/4.000	Gjenbruksasfalt
Fv 22 Til XE18 Kjellstad	01/0.590	01/1.130	Gjenbruksasfalt
Akershus:			
Fv 478 Årnes - Stensrud	01/0.000	01/5.300	Gjenbruksasfalt
Oslo:			
Zinobervegen	Anslått lengde: 0.6 km		Gjenbruksasfalt
John Colletts allé	Anslått lengde: 0.5 km		Gjenbruksasfalt
Strømsborgveien	Anslått lengde: 0.4 km		Gjenbruksasfalt
Gustav Vigelandsvai + Jonsrudveien	Anslått lengde: 0.8 km		Gjenbruksasfalt
Kongveien	Anslått lengde: 0.5 km		Gjenbruksasfalt
Garver Ytterborgsvei	Anslått lengde: 0.8 km		Gjenbruksasfalt
Hukenveien	Anslått lengde: 0.7 km		Gjenbruksasfalt
Oslo veivesen region Øst	Utlagt 72 tonn		Gjenbruksasfalt

*) Foretatt forsterkning

2.2.1 Østfold

I Østfold ble en 22 km lang strekning på Rv 21 mellom Ørje og Strømsfoss forsterket og pålagt nytt dekke med kaldasfalt. Strekingen er vist på kartskissen i figur 3.



FIGUR 3 Forsøksstrekningens plassering i Østfold

2.2.1.1 Fresing og anriking av gammelt dekke

Forsterkningen bestod av fresing og anriking av gammelt dekke. Statens vegvesen Hedmark var ansvarlig for fresingen. Massene ble anriket med samme type emulsjon som ble benyttet til produksjon av dekke (BE65R/B180). Vanlig fresedybde under forsterkningsarbeidet var ca 5 cm, og anrikningen lå stort sett på ca 1 l/m², noe som tilsvarer ca 2 % emulsjon. Anrikningen ble ellers tilpasset på spesielt tørre steder.

Fresingen gikk uten problemer, og massen ble skikkelig nedknust. Fordelingen av emulsjon i fresemassene ble gjort gjennom dyser som satt i fresehuset - se figur 4.

Kortere strekninger på vegen ble forsterket med knust grus, 0-30 mm. På disse strekningene gikk fresen 10 cm ned, og anrikningen var på 10 l/m², noe som tilsvarer ca 10 % emulsjon. Gangen i forsterkningsarbeidet er vist i figurene 5 og 6.



FIGUR 4 Fresetennene med dyser for bindemiddeltilsetting



FIGUR 5 Fresen som ble brukt i Østfold



FIGUR 6 Gangen i forsterkningsarbeidet

På en kort strekning ble det produsert en prøveproduksjon tilsatt 3 % Max Coat for å prøve og få aktivisert mer av det gamle bindemiddelet. Denne massen kjentes seigere, og den ble mørkere enn den ordinære massen.

2.2.1.2 Produksjon på verk

Som toppdekke ble det stort sett benyttet én dekketype, emulsjonsbetong 16 mm (Eb 16). På slutten av prosjektet ble det imidlertid også produsert to typer emulsjonsbasert skjelettasfalt (Eska 11 og Eska 16). Merk at Eb og Eska foreløpig ikke er offisielle massebetegnelser i Norge.

Benyttede resepter er vist i tabell 2.

Steinmaterialene som ble benyttet som tilslag var på forhånd siktet i tre fraksjoner h.h.v. 0-4 mm, 4-11 mm og 11-16 mm. Det viste seg å være en del over- og understørrelser i fraksjonene, som reseptene måtte korrigeres for.

Totalt ble det produsert 15 000 tonn masse i Østfold.

TABELL 2 Resepter for kaldasfaltproduksjon i Østfold

Masstype	Steinmateriale (%)			Restbindemiddel- innhold (%)	Bindemiddelfordeling (%)	
	0-4 mm	4-11 mm	11-16 mm		BE55M/MB2000	BE65R/B180
Eb 16	50	20	30	4.6	60	40
Eska 11	30	70		5.5	40	60
Eska 16	30	70		6	40	60

Enkelte steiner i massen hadde dårlig bindemiddeldekning, noe som mest sannsynlig skyldtes overstørrelser i finfraksjonen. For å bedre dette ble det prøvd å endre brytningstida for emulsjonen for finfraksjonen, uten at problemet ble helt borte. Det så imidlertid ut som at steinene festet seg etter utlegging.

Under masseproduksjonen ble det dannet en del "baller" på lagerhaugen med varierende størrelse helt opp mot ca 10 cm i diameter. Bindemiddelinnholdet i disse "ballene" så ut til å være høyt. Etter utlegging så det imidlertid ut til at "ballene" festet seg sammen med resten av dekket. Dannelsen av disse klumpene skjedde når den produserte massen ble sluppet ned på lagerhaugen. Videre viste laboratorieprøvene at det var mer spredning på bindemiddelinnholdet på massene tatt på vegen enn massen tatt på verket, noe som kan tyde på en viss separasjon på vegen fra oppsamling i lagerhaug til utlegging.

2.2.1.3 Utlegging

Utleggingen gikk bra, noe som ikke minst skyldes kraftig utleggerutstyr, se figur 7.

Utleggeren var utstyrt med stampekniver i tillegg til mateskruer og vibrasjonsscreed. Massen ble dermed både godt kompaktert og godt fordelt.

For å finne optimalt antall valseoverfarter ble det i starten av utleggingen gjennomført komprimeringsforsøk med densitetsmåling v.h.a. Troxler, se figur 8. Målingene viste at tre overfarter uten vibrasjon ga best komprimering. Mer komprimering enn dette ga antydning til valesprekker. Figur 9 viser et bilde av ferdig komprimert dekke.

Etter komprimering ble dekket avstrødd med 0-4 mm finsand for å unngå at trafikken "tok med seg" deler av dekket, se figur 10.

Forsøket med skjelettasfalt ga ingen spesielle problemer i forhold til emulsjonsbetongen.



FIGUR 7 Utleggeren som ble brukt i Østfold



FIGUR 8 Komprimeringsforsøk med Troxler



FIGUR 9 Ferdig komprimert dekke



FIGUR 10 Avstrøing med 0-4 mm finsand

2.2.1.4 Kontroll

Det ble gjennomført en del undersøkelser på laboratoriet både før og etter produksjon av både forsterkningsmassene og dekkematerialene.

Før forsterkningsarbeidet ble satt igang ble det tatt ut borkjerner av det opprinnelige dekket og gjennomsnittlig bindemiddelinhold og kornkurve ble bestemt. I tabell 3 er resultatene fra disse undersøkelsene vist.

TABELL 3 Gjennomsnittlig bindemiddelinhold og kornkurve (% på sikt) for opprinnelig dekkemateriale

	Bindemiddel	75 µm	1 mm	4 mm	8 mm	11.2 mm	16 mm
Middelverdi	3.3 %	92.2	67.8	44.7	25	11.3	1.3

For kontroll ved produksjonen ble det ved verket i Østfold plassert et feltlaboratorium med sikteutstyr og feltpresse for indirekte strekkforsøk, se figurene 11 og 12.

Utført kontroll besto av:

- Korngradering tilslagsmaterialer
- Korngradering fresemasse
- Bindemiddelinhold fresemasse
- Korngradering dekkemasse
- Bindemiddelinhold dekkemasse
- Indirekte strekk fresemasse/dekkemasse

I tillegg til materialkontroll ble det i starten foretatt densitets-/hulromsmålinger på både forsterket lag og dekke. Noen av målingene ble gjort i forbindelse med valseforsøk. Resultater fra disse undersøkelsene er behandlet i kapittel 3.



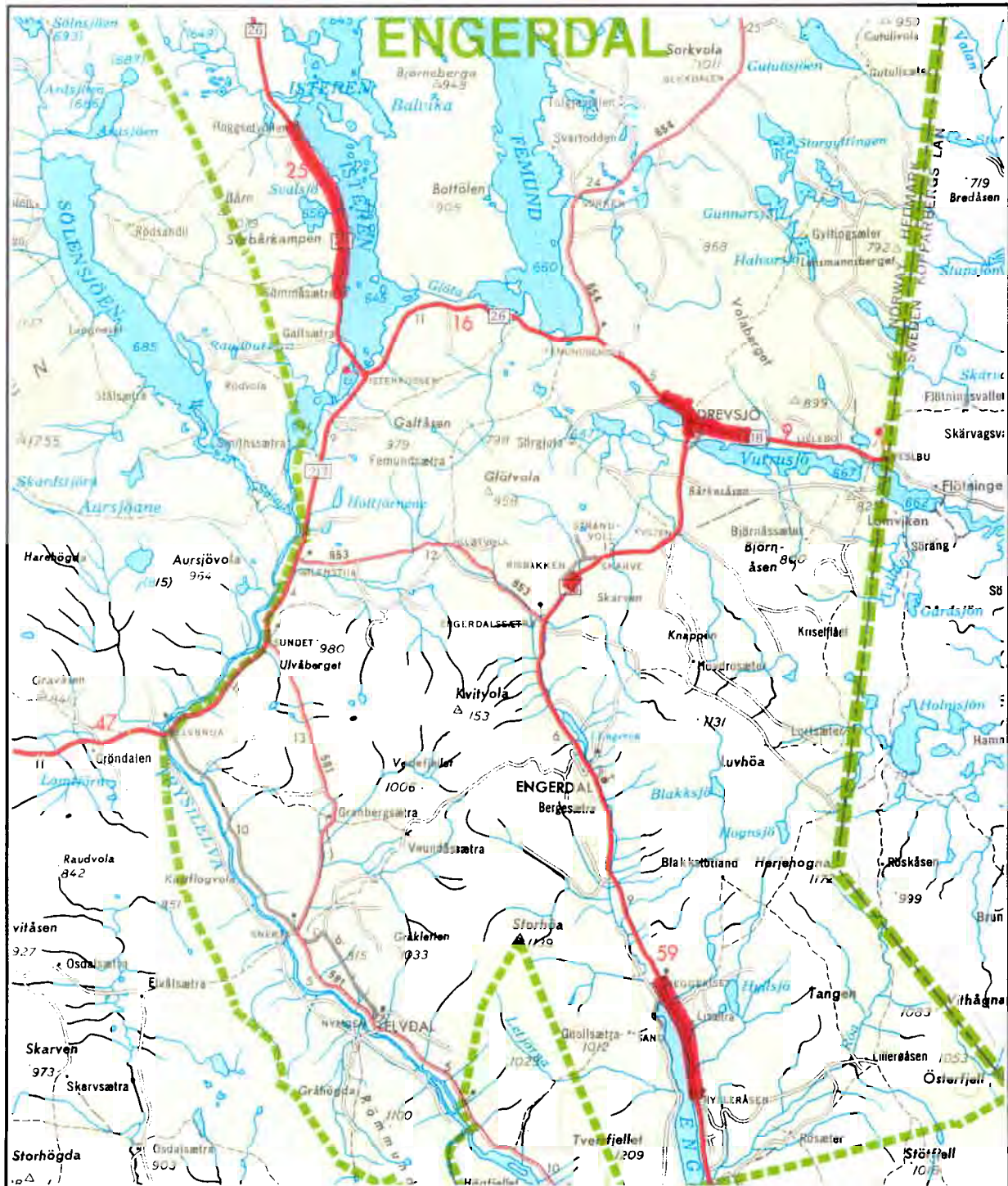
FIGUR 11 Feltpresse lånt fra Statens vegvesen Hedmark



FIGUR 12 Prøveklosser for indirekte strekk-forsøk

2.2.2 Hedmark

Forsøksstrekningene i Hedmark ligger i Engerdal kommune, se kartskisse i figur 13. De lengste strekningene ligger på Rv 26, mens det ble lagt en kortere strekning på Rv 218. Totalt ble det lagt i overkant av 17 km dekke.



FIGUR 13 Forsøksstrekningenes plassering i Hedmark

I Hedmark skulle det i utgangspunktet gjøres tilsvarende tiltak som i Østfold, med både stabilisering/forsterkning og dekkelegging. Stabiliseringen ble etter kort tid avbrutt etter som materialet under dekket viste seg å være veldig grovt og vanskelig å frese og komprimere. Overflatene på de strekningene som ble forsøkt stabilisert ble svært grove, med steinstørrelser opp mot 10 cm i diameter. Dette medførte at det ble dannet store hull i overflata før dekket ble lagt, se figur 14.



FIGUR 14 Forsøk på dypstabilisering i Hedmark

2.2.2.1 Produksjon

Som i Østfold ble det også i Hedmark produsert emulsjonsbetong som "hoveddekketype" (Eb 12). I tillegg ble det produsert emulsjonsskjelettasfalt. På slutten av prosjektet ble det produsert noen andre massetyper fordi en gikk tom for de ordinære tilslagsmaterialene. Dette er vist mer detaljert i tabell 4.

Tilslagsmaterialet var på forhånd siktet i to fraksjoner, 0-6 og 6-12 mm. I tillegg fantes noen andre fraksjoner som ble brukt på slutten av prosjektet. Totalt ble det produsert 14300 tonn masse fordelt på 9950 tonn Eb 12, 1600 tonn Eska 12 og 2750 tonn Egt.

TABELL 4 Resepter for kaldasfaltproduksjon i Hedmark

Masstype	Steinmateriale (%)			Bindemiddelinnhold (%)	Bindemiddelfordeling (%)	
	0-6 mm	6-12 mm	Annet		BE55M/MB2000	BE60R/B180
Eb 12	50	50		5.0	50	50
Eska 12	30	70		6.0	40	60
Eg 22 Sams			50% 0-8 mm 50% 8-22 mm	5.2	50	50
Eg 16 Sams			0-16	4.5	100	

Som i Østfold var det også i Hedmark en del "blekansikter" og "baller" i massen, uten at det så ut til å få stor betydning for det ferdige dekket, se figur 15.



FIGUR 15 «Blekansikter» i massen produsert i Hedmark

2.2.2.2 Utlegging

I Hedmark ble det benyttet en mindre utlegger enn i Østfold, noe som ga dårligere bearbeiding av massen. I tillegg ble det tendenser til ujevnheter der hvor utleggeren hadde stått stille.

Dette tilsier at det er en fordel med kraftig utleggerutstyr når det gjelder kalde masser.

Komprimeringen bestod i tre overfarter uten vibrering. Til slutt ble dekket avstrødd med 0-6 mm finsand.

Utleggingen av Eska-massen gikk også her relativt greit. I figur 16 ser en massen utlagt i kryss uten at dette har medført vridningsskader.

Det var en del avrenning av ubrukt emulsjon fra både lagerhaug og lass, se figur 17. Brytningstida til emulsjonen ble forsøkt justert noe uten at det ble nevneverdig bedre.

Når det gjelder de to siste massetyperne, Egt 16 og Egt 22, var det i Egt 22-massen endel grove steiner som hadde dårlig omhylling, men massen var ellers grei å legge ut. Egt 16-massen inneholdt bare mykt bindemiddel, slik at massen ble smidig og lett å legge.



FIGUR 16 Krysset mellom Rv 26 og Rv 218 utlagt med Eska 12



FIGUR 17 Eksempel på avrenning fra lass

Figurene 18 og 19 viser bilder av dekkene med Eb 12 og Eska 12.



FIGUR 18 Bilde av utlagt dekke av Eb 12



FIGUR 19 Bilde av utlagt dekke av Eska 12

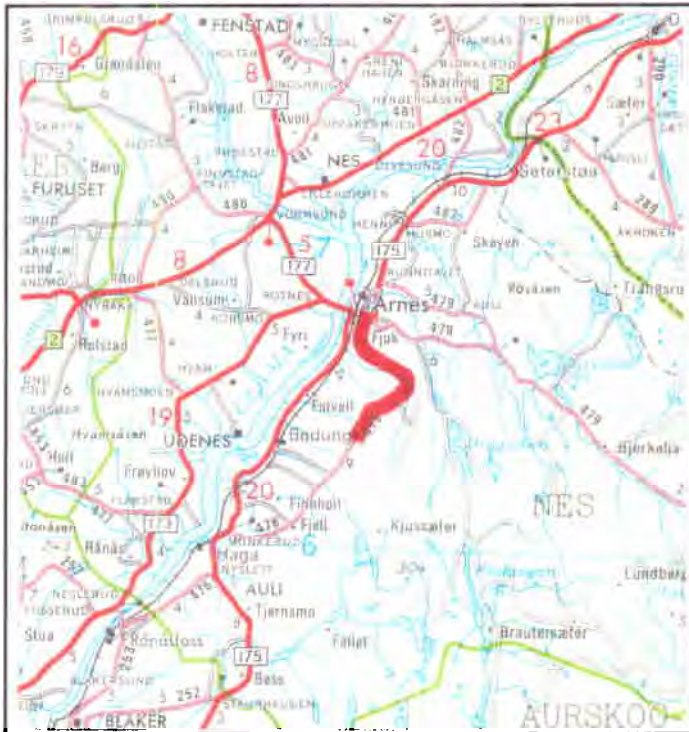
2.2.2.3 Kontroll

Også i Hedmark ble det gjennomført en del laboratorieundersøkelser. Det ble tatt ut poseprøver fra verket som ble sendt til distriktslaboratoriet i Hedmark for ekstraksjon (bestemmelse av kornkurve og bindemiddelinnhold) og pressing av klosser for indirekte strekkforsøk.

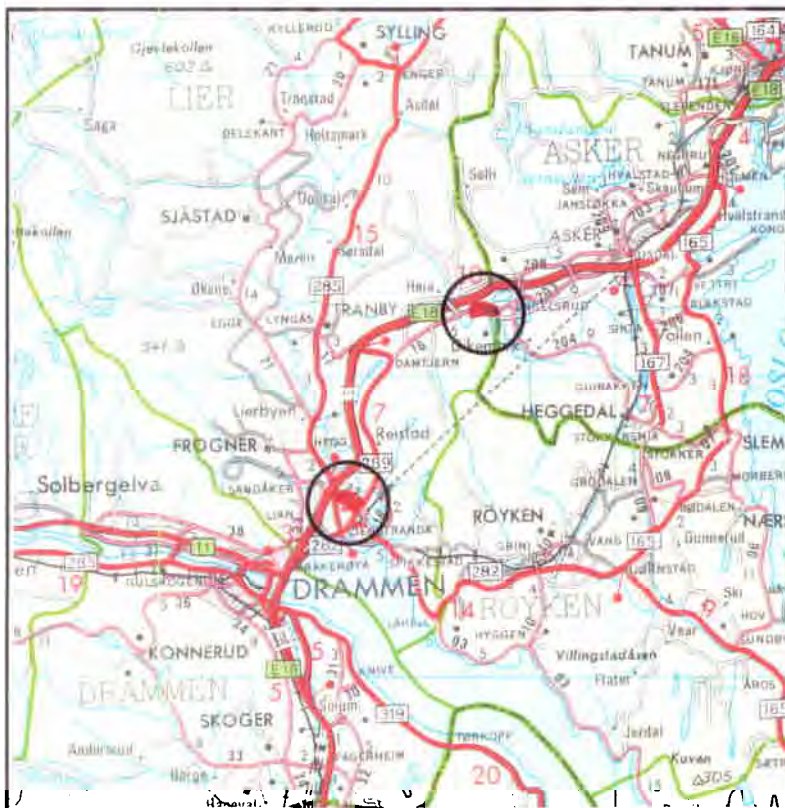
Resultatene er behandlet i kapittel 3.

2.2.3 Oslo

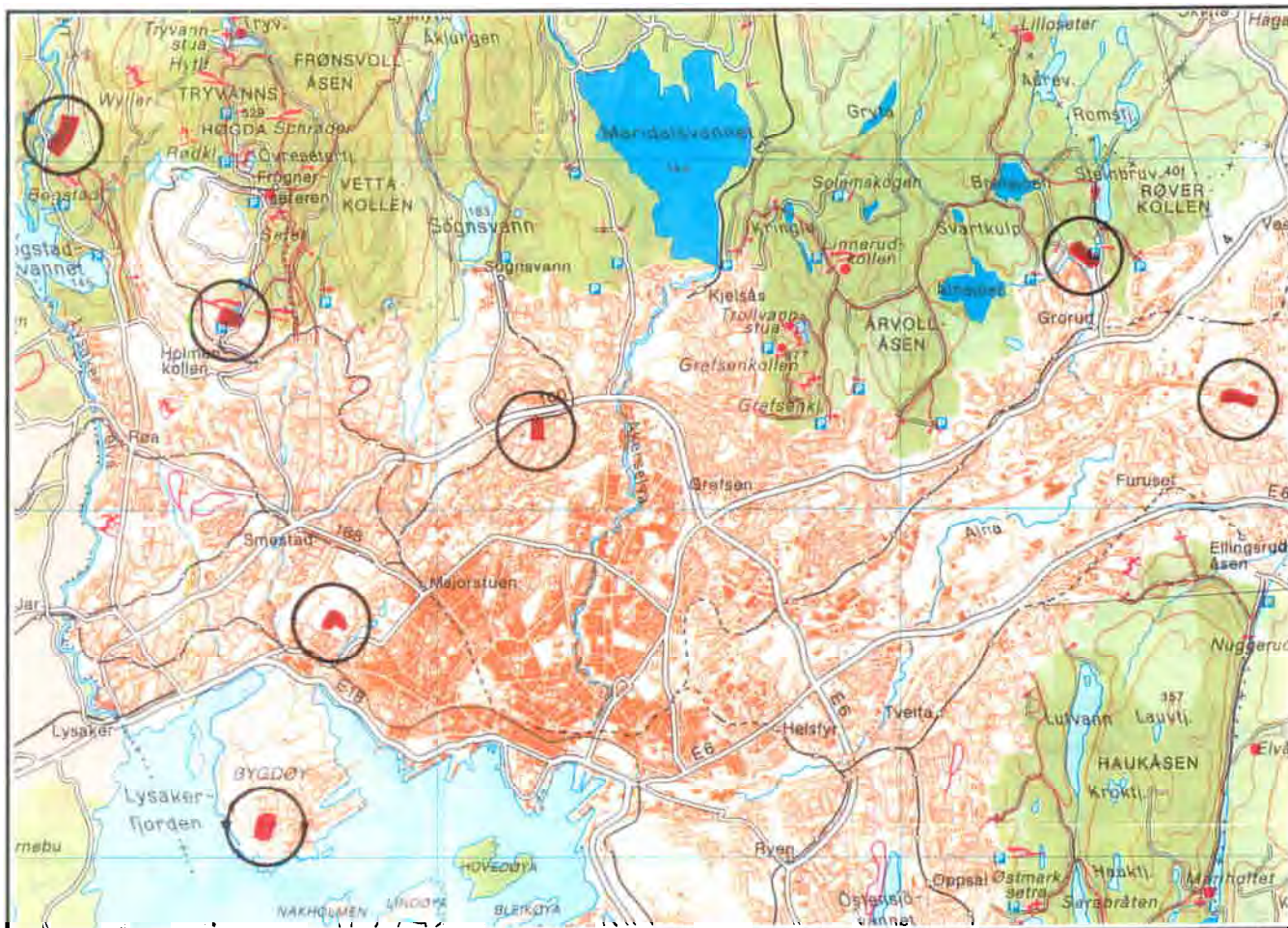
De kalde gjenbruksmassene som ble produsert i Oslo ble lagt ut på forskjellige steder i Akershus, Buskerud og Oslo-området. Totalt ble det lagt ca 10.5 km. Strekningene er vist på kartskissene i figurene 20, 21 og 22.



FIGUR 20 Forsøksstrekningens plassering i Akershus



FIGUR 21 Forsøksstrekningenes plassering i Buskerud



FIGUR 22 Forsøksstrekningenes plassering i Oslo

Prosjektet i Oslo bestod både i å knuse gamle asfaltflak fra Oslo veivesens deponi på Huken, samt å produsere kalde gjenbruksmasser.

2.2.3.1 Knusing

Deponeringen av asfaltflak startet i 1982, og består i dag av ca 200 000 tonn flak av forskjellig kvalitet og størrelse, se figur 23.



FIGUR 23 Asfaltflak på Huken

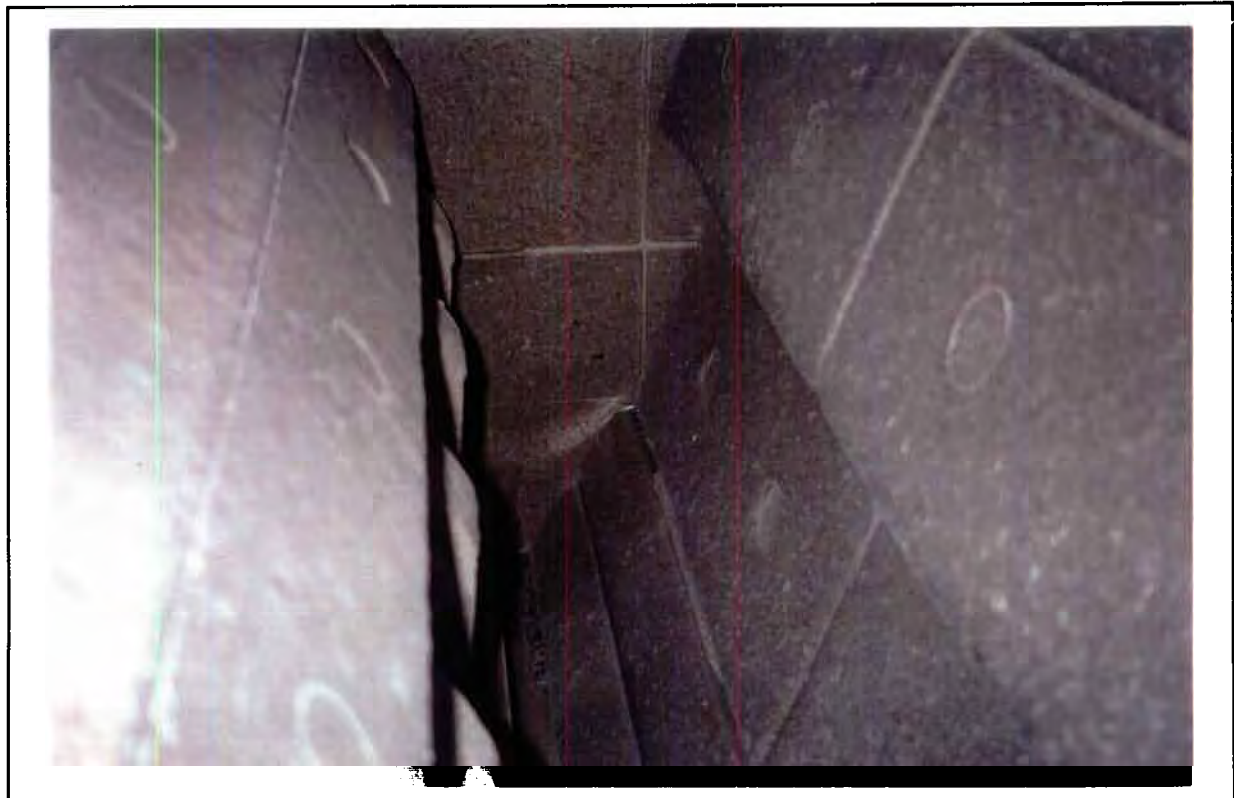
Oslo veivesen ønsker å benytte disse flakene til kalde gjenbruksdekker på det lavtrafikkerte vegnettet.

Asfaltflakene i deponiet var hardt sammenpakket, slik at opplasting til knuser måtte skje med gravemaskin. Selve knusingen ble utført med nyanskaffet granulator fra Statens vegvesen Buskerud. Granulatoren var en hammerknuser fra Østerrikske SBM. Granulatoren er vist i figurene 24 og 25.

Etter knusing ble massene delt i to fraksjoner: 0-8 mm og 8-16 mm.



FIGUR 24 Granulatorens som ble brukt til å knuse asfaltflak



FIGUR 25 Trommelen i granulatorens

2.2.3.2 Produksjon

Gjenbruksmassene ble produsert med emulsjon basert på mykt bindemiddel (BE55M/MB2000). For å aktivisere bindemiddelet i gjenbruksmassen ble Max Coat tilsatt emulsjonen.

Valgt sammensetning var:

Gjenbruksmasse:

- 30 % 0-8 mm
- 70 % 8-16 mm

Bindemiddeltilsetning:

- 2.1 % restbindemiddel

Max Coat:

- 5 % av emulsjonsmengde

Masseproduksjonen ble gjennomført uten spesielle problemer. Massene virket "feite" på tross av at bare moderate mengder bindemiddel ble tilsatt. Dette tyder på at deler av det gamle bindemiddelet ble aktivisert.

2.2.3.3 Utlegging

Utleggingen av massene gikk uten problemer. Valsingen ble utført med tre overfarter uten vibrering. Etter komprimering ble dekket avstrødd med finsand.

På Rv 289 i Buskerud ble massene også brukt til en del opprettinger. Total tykkelse på nytt dekke ble dermed på enkelte steder helt opp mot 30 cm. Normal dekketykkelse var ca 6 cm.

På prøvestrekningen i Akershus ble massen lagt ut i krysset i Årnes. Dekket lå fint, og det ble ikke observert umiddelbare skader på grunn av vridning eller lignende. Oppfølging vil vise om dette også blir varig.

I figurene 26, 27, 28 og 29 er vist noen fotografier fra de forskjellige strekningene.



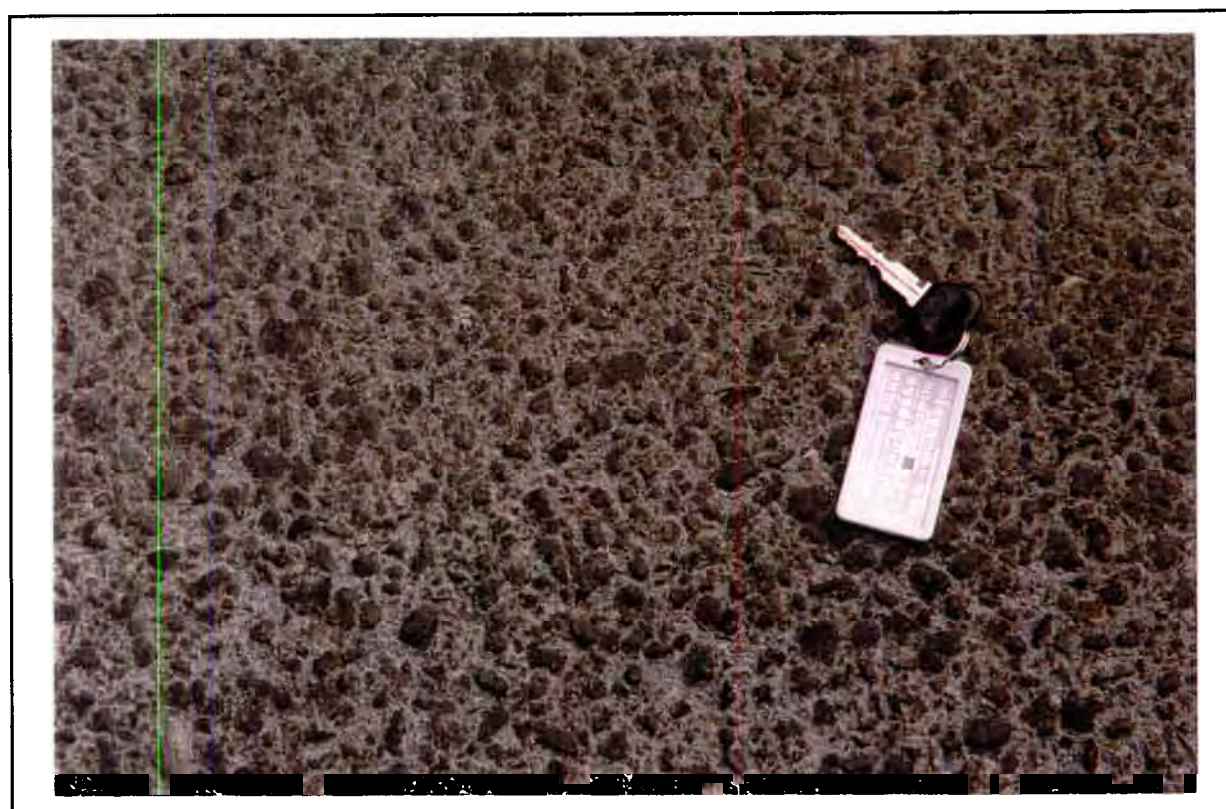
FIGUR 26 Oppretting på Rv 289 i Buskerud



FIGUR 27 Kryss i Årnes



FIGUR 28 Nylagt dekke på prøvestrekningen i Akershus



FIGUR 29 Kostet dekke som har ligget et par uker

2.2.3.4 Kontroll

Laboratorieundersøkelser for kontroll ble utført ved laboratoriet til Oslo veivesen på Huken.

Kontrollen bestod av:

- Analyse av *asfaltflak* for bestemmelse av
 - Bindemiddelinnhold
 - Kornkurve

- Analyse av *knuste flak* for bestemmelse av
 - Korngradering for materiale med bindemiddel
 - Bindemiddelinnhold
 - Korngradering steinmateriale der bindemiddelet er fjernet

- Analyse av *gjenbruksmasse* for bestemmelse av
 - Bindemiddelinnhold
 - Korngradering
 - Styrkeegenskaper (indirekte strekk)

I felt ble det foretatt isotop-målinger (Troxler) for bestemmelse av densitet og hulrom.

Resultatene er behandlet under kapittel 3.

3 RESULTATER

Dette kapittelet behandler resultatene som ble oppnådd på laboratoriet og i felten. Det er kun tatt med gjennomsnittsverdier. For mer utfyllende tallmateriale vises til datarapporter som ble utarbeidet for hvert produksjonssted.

Etter som rutiner for prøveuttak og prøveomfang var veldig forskjellige for de tre produksjonsstedene, blir de behandlet hver for seg.

3.1 Massesammensetning

Massesammensetningen vil ha stor betydning for massens egenskaper.

Kornkurven er en viktig faktor for massenes kvalitet både når det gjelder stabilitet og fleksibilitet. Bindemiddelinholdet har betydning både for massens motstand mot forvitring og stabiliteten. Etter som massene ble lagt på vegger med lav trafikk, vil ikke sporslitasje bli noe stort problem på disse strekningene.

For å få bestemt hvordan massene var satt sammen med ulike steinmaterialer og bindemidler og for å kontrollere massevariasjoner ble det foretatt ekstraksjons- og kornfordelingsanalyser.

3.1.1 Østfold

Forsterkningsarbeider:

Sikting av anrikt frest masse sammenlignet med prøver fra det gamle dekket viste at finstoffandelen hadde blitt noe større etter stabilisering. Dette er mest sannsynlig forårsaket av knusing under fresing. Gjennomsnittlig kornkurve for massene er gitt i tabell 5.

TABELL 5 Gjennomsnittlig kornkurve for stabiliserte materialer (rest på sikt, %)

Sikt	75 µm	1 mm	4 mm	8 mm	11.2 mm	16 mm
% rest på sikt	90.3	66.9	39.0	19.2	8.5	0.9

Ved å sammenligne disse kurvene med borkjernene som var tatt opp på forhånd, viste det seg at finstoffandelen (materiale < 75 µm) hadde økt med ca 2 % etter fresing og anriking. Etter som andelen av de øvrige fraksjonene var noe redusert, er det sannsynlig at den økte finstoffandelen kommer fra flere fraksjoner. Den økte finstoffandelen kan gi dårligere stabilitet i massen.

Bindemiddelmengden (anriking + gammelt bindemiddel) ble funnet å ligge mellom 3.3 og 5.3 % med et snitt på 4.1 %.

Dekkearbeider:

Det ble tatt prøver av de nye dekkemassene både i verket og ute på vegen ved utlegging. I tillegg ble det forsøkt å ta opp borkjerneprøver. Massene var imidlertid ikke harde nok til at det gikk å få borkjernene opp hele. Disse prøvene ble derfor analysert på vanlig måte som masseprøver.

Før produksjonen startet om morgenen ble det enkelte dager kjørt en tørr blanding uten bindemiddeltilsetning for å få en antydning om kornkurven var bra. Prøver av disse massene ble håndsiktet tørr. Finstoffandelen virket å være noe lavere i disse prøvene enn det som en fant ved analyse av ekstraherte masser. Grunnen var mest sannsynlig at det satt fast endel finstoff på de grove steinmaterialene som ikke ble løst opp ved vanlig tørrsiktning.

Resultater fra disse tørrsiktingsanalysene blir ikke videre behandlet i denne sammenhengen. En anså datagrunnlaget til å være godt nok ut fra de mange masseprøver som ble tatt ut og analysert.

Gjennomsnittlige kornkurver og bindemiddelinhold for masseprøvene er gitt i tabellene 6, 7 og 8.

TABELL 6 Masseprøver fra verk (rest på sikt, %), gjennomsnittsverdier

Sikt	75 µm	1.0 mm	4.0 mm	8.0 mm	11.2 mm	Bindemiddelinnhold (%)
Eb 16	92.8		51.5	29.3	15.0	4.8 ¹⁾
Eska 16	94.9		65.5	56.3	36.9	6.8
Eska 11	95.1	82.8	66.4	27.6		5.1

¹⁾ Sett bort fra prøveproduksjonen og den første produksjonen med alt for mye bindemiddel

TABELL 7 Masseprøver tatt ut på vegen ved utlegging (rest på sikt, %), gjennomsnittsverdier

Sikt	75 µm	1.0 mm	4.0 mm	8.0 mm	11.2 mm	Bindemiddelinnhold (%)
Eb 16	92.5		52.1	29.9	15.3	5.1
Eska 16	94.7		66.5	57.3	37.9	6.2
Eska 11	94.6	81.8	66.4	31.0		4.9

TABELL 8 Masseprøver tatt ut på vegen i ettertid (borkjerneprøver) (rest på sikt, %), gjennomsnittsverdier

Sikt	75 µm	4.0 mm	8.0 mm	11.2 mm	Bindemiddelinnhold (%)
Eb 16	92.1	51.3	27.5	12.3	4.8
Eska 16	94.4	65.4	54.5	35.4	5.8

3.1.2 Hedmark

I Hedmark ble alle masseprøvene tatt ut fra verket. Gjennomsnittlige resultater fra analysene er vist i tabell 9.

TABELL 9 Masseprøver (rest på sikt, %), gjennomsnittsverdier

Sikt	75 µm	1.0 mm	4.0 mm	8.0 mm	11.2 mm	16.0 mm	Bindemiddelinnhold (%)
Eb 12	95.6	75.1	56.9	29.9	2.5		4.3
Eska 12	96.4	82.5	70.7	43.6	4.0		5.1
Egt 22	95.3	74.3	55.0	30.5	18.4	8.1	3.9
Egt 16	96.8	73.0	55.1	40.2	28.7	5.4	3.4

3.1.3 Oslo

Når det gjelder kald gjenbruksasfalt er det noe uklart hvor mye av det gamle bindemiddelet som blir aktivisert, og dermed hva en kan betegne som tilslag i den nye massen - om det er klumpene eller steinmaterialet. Muligens er det en mellomting. Det ble ekstrahert noen få masseprøver for å finne massens kornkurve. Resultatet er vist i tabell 10.

TABELL 10 Gjennomsnittlig kornkurve - ekstraherte masser (rest på sikt, %)

Sikt	75 µm	1.0 mm	4.0 mm	8.0 mm	11.2 mm	16.0 mm
Gj.bruksmasse	90.8	66.9	44.6	27.4	13.5	2.0

Bindemiddelmengden varierte noe. I tabell 11 er bindemiddelinnholdet vist sammen med emulsjonstilsetningen som ble registrert på verket.

TABELL 11 Bindemiddelinnhold gjennomsnittsverdier

Tilsatt emulsjon i % (derav % bitumen)	Bindemiddelinnhold i %
3.0 (1.65)	6.2
3.8 (2.09)	6.1
3.8 (2.09)	6.6
3.9 (2.15)	6.3
4.0 (2.20)	6.1

Som en ser i tabellen varierer bindemiddelinnholdet uavhengig av emulsjonstilsettingen, noe som indikerer at det er endel variasjon i bindemiddelinnhold i de knuste flakene. Det er også usikkerhet om hvor stor andel av det gamle bindemiddelet som blir aktivisert av Max Coaten som tilsettes.

3.2 Lastfordeling

Indirekte strekkforsøk ble gjort på massene for å få en indikasjon på massenes lastfordelende evne.

Det ble fulgt standard prosedyre både når det gjelder pressing av prøveklosser og ved testing av prøvene.

Lastfordelingskoeffisienten ble i h.h.t. håndbok 018 beregnet etter følgende uttrykk:

$$a = 0,38 \cdot \sqrt[3]{S_t}, \text{ der } S_t \text{ er prøvens strekkfasthet}$$

3.2.1 Østfold

Forsterkningsarbeider:

Resultatene fra indirekte strekk-forsøkene utført på stabiliserte masser i Østfold er gitt i tabell 12. Prøvene med Max Coat i bindemiddelet, er merket med hvor mye de er anriket.

TABELL 12 Lastfordelingskoeffisienter - forsterkningsarbeider

Emulsjonstilsetning	Lastfordelingskoeffisient
1.5 - 2 ℓ/m ² (ca 2.5 %)	2.1
Tot. bindem. innh. 3.28 %	2.2
2 ℓ/m ² (ca 2.5 %)	1.9
1 ℓ/m ² (ca 2 %)	2.0
1 ℓ/m ² (ca 2 %)	1.9
1 ℓ/m ² (ca 2 %) ¹⁾	1.8
0.8 ℓ/m ² (ca 1.6 %) ¹⁾	1.8
0.6 ℓ/m ² (ca 1.2 %) ¹⁾	2.0

¹⁾ Forsøk med tilsetning av 3 % Max Coat i emulsjonen

Dersom en ser bort fra prøvene tilsatt Max Coat ble det oppnådd en **gjennomsnittlig lastfordelingskoeffisient på 2.0**.

På prøvene tilsatt Max Coat ser en at lastfordelingskoeffisienten er noe mindre for prøvene tilsatt mest emulsjon. Det kan tyde på at massene skifter egenskaper når en tilsetter et mykningsmiddel. Når emulsjonstilsetningen er redusert til ca 1.2 % blir massene like stive som uten Max Coat.

Dekkearbeider:

Prøver av dekkemassene ble tatt ut på verket. Etter som Statens vegvesen Hedmarks feltpresse ikke var tilgjengelig etter at fresearbeidet var avsluttet, ble det kun presset prøveklosser fra første tredjedelen av strekningen. Noen prøver fra skjelettasfalt-produksjonen ble imidlertid sendt til Vegdirektoratet/Veglaboratoriet for pressing og indirekte strekktesting.

I tabell 13 er resultatene fra spaltestrekkforsøk på Emulsjonsbetong gitt.

TABELL 13 Lastfordelingskoeffisienter - dekkearbeider - Eb

Bindemiddelinhold (%)	Lastfordelingskoeffisient
7.2 ¹⁾	1.8
11.5 ²⁾	1.7
5.5	1.9
5.1	1.8
4.5	1.9
4.4	1.8
3.8	1.7

¹⁾ Prøveproduksjon

²⁾ For mye bindemiddel

Dersom en ser bort fra de to første prøvene, ble det oppnådd en *gjennomsnittlig lastfordelingskoeffisient på 1.8*.

Når det gjelder prøvene med emulsjonsskjelettasfalt, er resultatene gitt i tabell 14.

TABELL 14 Lastfordelingskoeffisienter - Eska

Massetype	Bindemiddelinnhold (%)	Lastfordelingskoeffisient
Eska 11	5.6	1.6
Eska 16	5.7	1.7

3.2.2 Hedmark

I Hedmark ble det laget prøvekluser av den ordinære massen (emulsjonsbetongen) og av skjelettasfalten. Det ble ikke presset kluser fra massene som ble produsert helt på slutten. Resultatene er vist i tabellene 15 og 16.

TABELL 15 Lastfordelingskoeffisienter - Eb

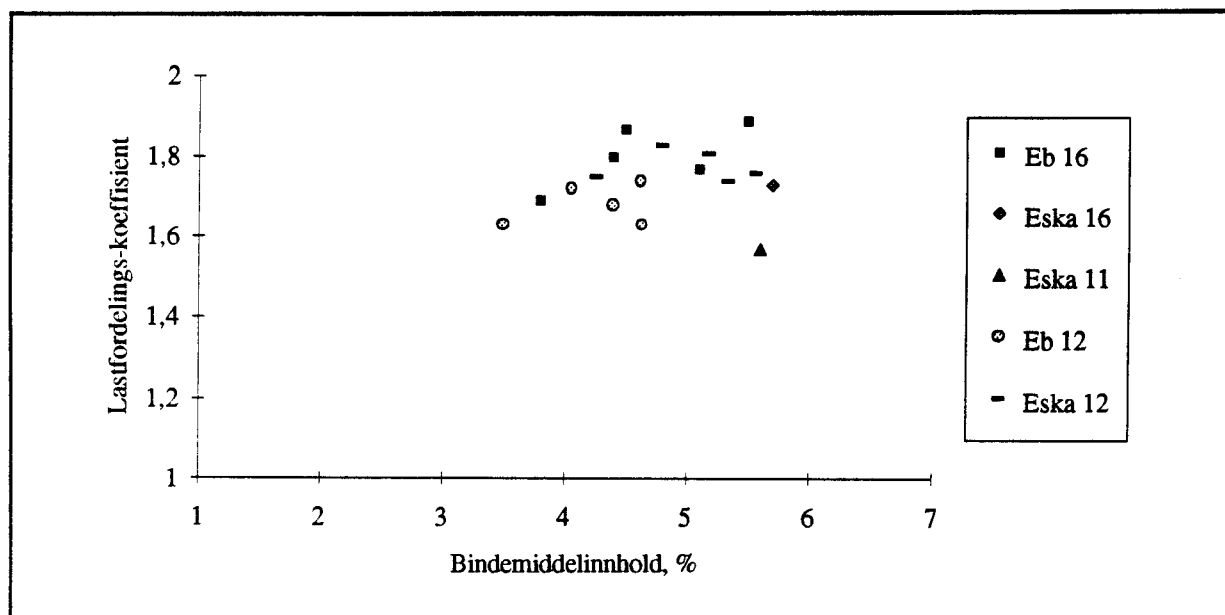
Bindemiddelinnhold (%)	Lastfordelingskoeffisient
3.5	1.6
3.9	1.7
4.1	1.7
4.4	1.7
4.6	1.6

TABELL 16 Lastfordelingskoeffisienter - Eska

Bindemiddelinnhold (%)	Lastfordelingskoeffisient
4.3	1.8
4.8	1.8
4.8	1.8
5.3	1.7
5.6	1.8

For de ordinære dekkmassene ble det oppnådd en gjennomsnittlig lastfordelingskoeffisient på 1.7, mens det for skjelettasfalten ble oppnådd en gjennomsnittlig lastfordelingskoeffisient på 1.8.

Figur 30 viser en samlet oppstilling av oppnådde lastfordelingskoeffisienter for emulsjonsbetong for Østfold og Hedmark.



FIGUR 30 Lastfordelingskoeffisienter fra dekkemassene i Østfold og Hedmark

3.2.3 Oslo

I Oslo ble det testet et stort antall prøveklosser, ettersom massene var såpass varierende med tanke på bindemiddelinhold o.l., se tabell 17. Emulsjonsmengden angitt for de ulike prøvene er registrert på verket.

TABELL 17 Lastfordelingskoeffisienter - gjenbruksmasser

Emulsjonstilsetning (%)	Lastfordelingskoeffisient	Antall prøver/Standardavvik
3.0	2.4	2/0.01
3.2	2.3	4/0.02
3.8	2.3	9/0.09
3.9	2.3	2/0.03
4.0	2.4	2/0.05

Det ble oppnådd en **gjennomsnittlig lastfordelingskoeffisient på 2.3** dersom en ser på alle prøvene i ett.

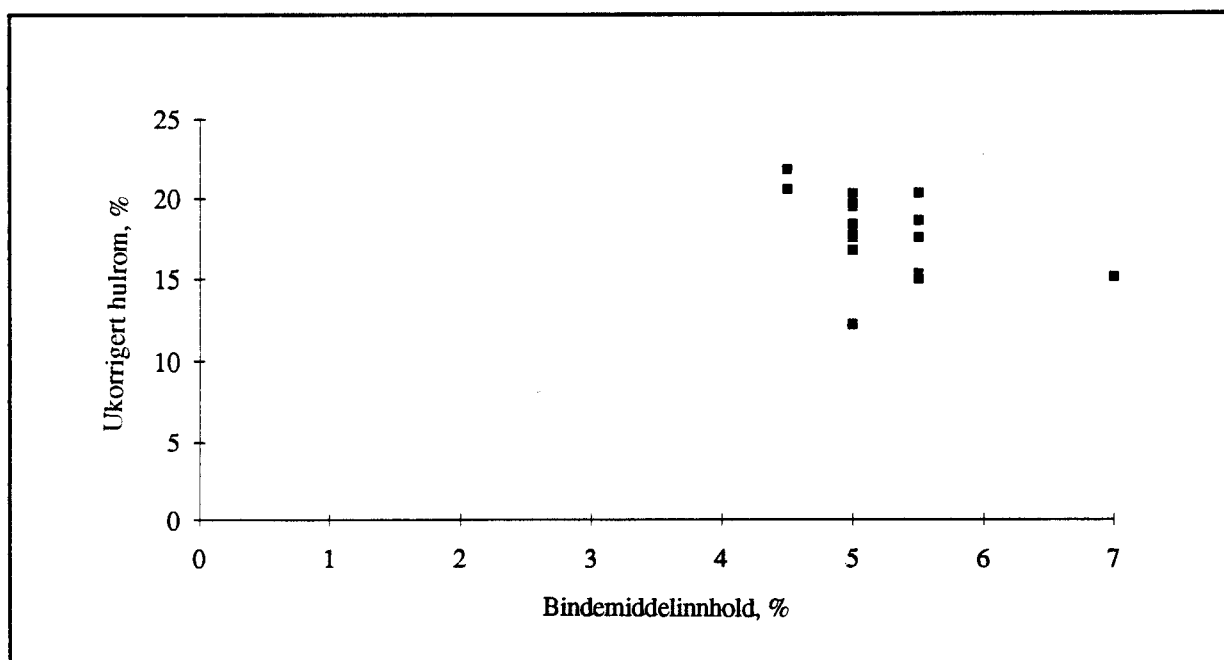
3.3 Densitets- og hulromsmålinger

3.3.1 Østfold

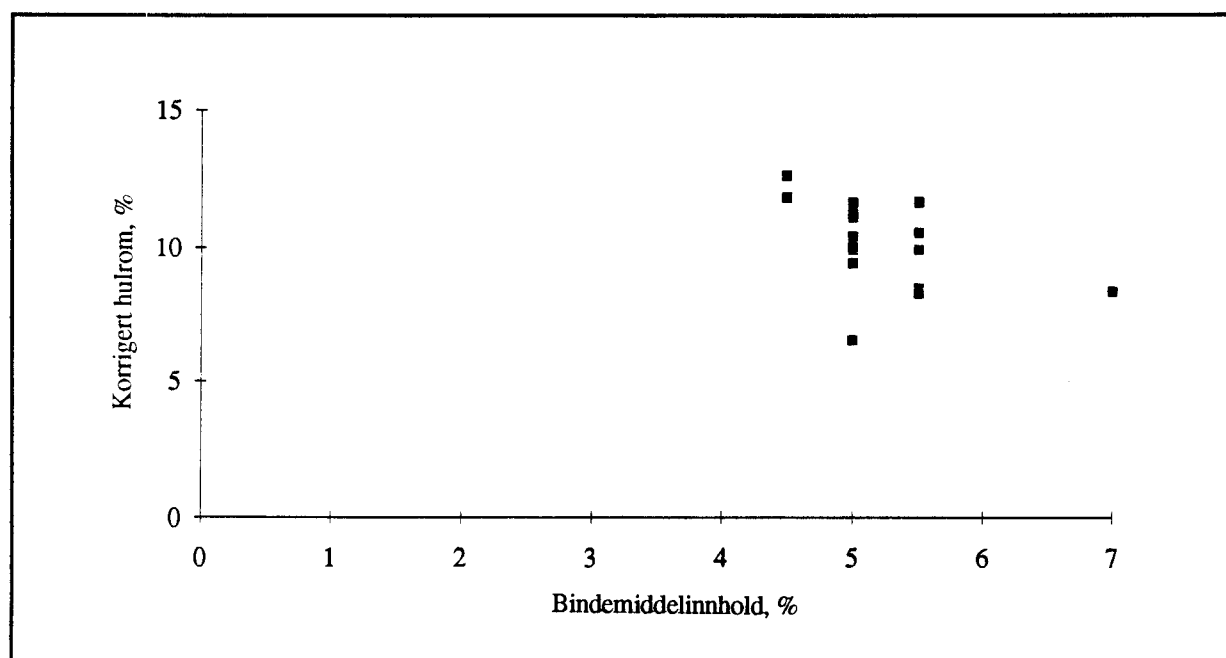
I Østfold ble det utført densitetsmålinger med isotopmålinger (Troxler) både fra SINTEF og Statens vegvesen. Etter som grunnlagsdataene var noe mangelfulle, ble også hulromsverdiene noe usikre.

Fra tidligere sammenligninger av Troxler-målinger på dekker med tradisjonell hulromsbestemmelse på borkjerner, har en ved SINTEF Vegteknikk kommet fram til en korreksjonsformel for hulrom ved bruk av isotopmåler. Denne formelen ble brukt på målingene utført med Troxler fra SINTEF. For å beregne hulrommet brukes teoretisk densitet, som er beregnet ut fra bindemiddelinhold og steinmaterialer. Densiteten til steinmaterialene som ble brukt var tidligere målt til 2.8 g/cm^3 . Figurene 31 og 32 viser resultatene fra SINTEFs målinger. Bindemiddelinholdet er anslått ut fra de ekstraherte prøver nærmest målepunktet.

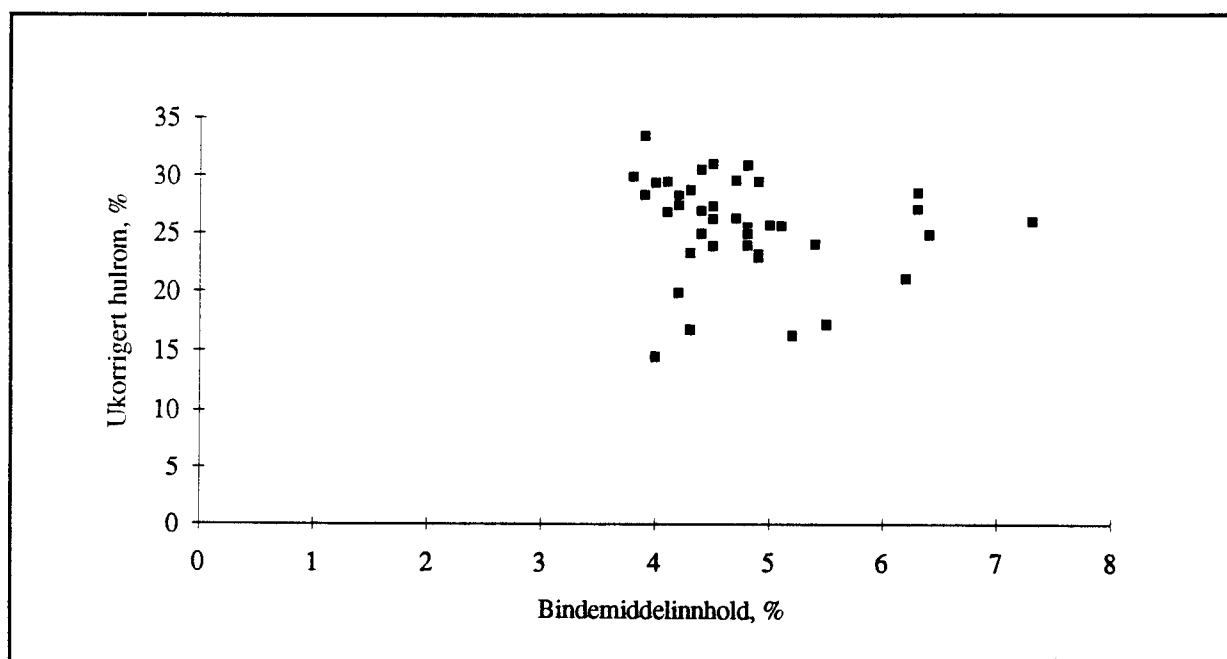
Figur 33 viser resultater fra målinger utført av Statens vegvesen Østfold. De tok opp og analyserte parallelle prøver fra stedene som ble målt med Troxler, slik at bindemiddelinhold og dermed teoretisk densitet må antas å være nokså nøyaktig bestemt.



FIGUR 31 Ukorrigert hulrom, målt med SINTEFs isotopmåler



FIGUR 32 Korrigert hulrom, målt med SINTEFs isotopmåler



FIGUR 33 Hulromsmålinger utført av Statens vegvesen Østfold

3.3.2 Oslo

Det ble utført målinger med Troxler på den ene av strekningene. Massen var den samme på hele strekningen. Teoretisk densitet ble bestemt i pyknometer. Hulromsverdiene ble ikke korrigeret. Densiteten varierte mellom 2.071 g/cm³ og 2.279 g/cm³. Beregnet hulrom ble mellom 11.60 % og 18.65 % med et snitt på 15.46 %.

4 OPPSUMMERING

Samarbeidsprosjektet i Østlandsområdet har bestått av tre delprosjekter. Kaldasfaltprosjektet i Østfold og Hedmark samt kald gjenbruk i Oslo.

I alle tre prosjekter har hovedmålsettingen vært å få etablert samarbeid på tvers av fylkesgrensene for å kunne bygge opp felles kompetanse og kunnskap rundt kaldteknikk.

For produksjon av emulsjon og masse ble det alle stedene innleid kompetanse og utstyr fra firmaet Veicon i samarbeid med det danske firmaet VejTek.

Totalt ble det i prosjektet produsert ca 30000 tonn kaldasfalt, fordelt på 15000 tonn i Østfold og 15000 tonn i Hedmark, samt 6500 tonn med kald gjenbruksasfalt som er lagt ut i Oslo, Akershus og Buskerud.

Under hele prosjektet har SINTEF Vegteknikk i samarbeid med de lokale distriktslaboratoriene til Statens vegvesen og Oslo veivesen sitt laboratorium på Huken stått for uttak og analysering av prøver, samt dokumentering av produksjons- og utleggingsfasen.

Gjennom dette prosjektet har Statens vegvesen tatt et nytt skritt fremover når det gjelder oppbygging av kompetanse og kunnskap innen kaldteknikken. Spesielt interessant er utprøvingen av høyverdige kalde dekketyper som emulsjonsbetong (Eb) og emulsjonsskjelettasfalt (Eska) samt høyverdige kalde gjenbruksmasser.

Den foreløpige dokumentasjonen viser lovende resultater. De strekningene som er utlagt ser ut til å ha fått en meget tilfredsstillende kvalitet.

Svært viktig og interessant blir dermed oppfølgingsdelen i prosjektet, som forhåpentlig vil gi svar på dekkenes langtidsegenskaper. Forslag til videre arbeid er gitt i kapittel 5, men det blir opp til hver enkelt vegholder å gjennomføre dette arbeidet.

5 VIDERE ARBEID

For å få bredest mulig kunnskap om kaldasfaltens muligheter vil det være av stor viktighet at prosjektet videreføres gjennom oppfølging av de utlagte dekkene for å få kartlagt langtids-egenskapene.

Med langtidsegenskaper tenker en bl.a. på:

- Forvitringsegenskaper
- Deformasjonegenskaper
- Evnen til å motstå oppsprekking

For å få undersøkt disse egenskapene nærmere vil vi foreslå at det gjennomføres årlige feltmålinger av overnevnte egenskaper og uttak av prøver.

Videre vil det også være viktig å få produsert og lagt ut nye dekker supplert med undersøkelser i lab. for å få et bedre referansegrunnlag og for å prøve ut nye resepter. På denne måten vil en etter hvert kunne komme fram til optimale bruksområder/riktige dekkevalg ved bruk av kaldteknikk i fremtiden.