



Statens vegvesen

Gjenbruksmaterialer i vegbygging

Eksempelsamling

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2574



Geoteknikk- og skredseksjonen
Dato: 2009-11-26



Statens vegvesen

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2574

Tittel

Gjenbruksmaterialer i vegbygging Eksempelsamling

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo
Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Fredrik Moen, Region øst
Synnøve A. Myren, Vegdirektoratet

Dato:

2009-11-26

Saksbehandler

Gordana Petkovic

Prosjektnr:

.

Kontrollert av

Antall sider og vedlegg:

46

Sammendrag

Denne eksempelsamlingen er et supplement til informasjon som kan finnes i prosjektrapporter fra Gjenbruksprosjektet (etatsprosjekt i Statens vegvesen 2002 - 2005) og fagrapporter RESIBA-prosjektet (bransjeprosjekt 1999-2002), som Gjenbruksprosjektets arbeid bygget på. Prosjektene inkludert i denne eksempelsamlingen er for det meste omtaler av referanser fra de samme rapportene og/eller fra databasen med prosjekter med gjenbruksmaterialer som ble utviklet i løpet av Gjenbruksprosjektet. En liste over publiserte rapporter fra RESIBA og Gjenbruksprosjektet er gitt i vedlegget.

Hensikten med denne eksempelsamlingen er å gi en praktisk oversikt over muligheter til bruk av avfallsbaserte materialer i vegbygging samt henvisning til mer informasjon.

Eksempelsamlingen er ikke et forsøk på å gi en uttømmende liste over prosjekter med gjenbruksmaterialer, selv ikke av prosjekter der Statens vegvesen er byggherre.

Rapporten er utarbeidet av Fredrik Moen Statens vegvesen Region øst og Synnøve A. Myren, Statens vegvesen Vegdirektoratet, også basert på bidrag fra Dag Atle Tangen (nå Via Nova) og Gjenbruksprosjektets database.

Summary

Emneord:

Gjenbruk, vegbygging, alternative materialer og avfall

Innhold

1	INNLEDNING	3
2	RESIRKULERT TILSLAG AV BETONG OG TEGL	4
2.1	EKSEMPLER PÅ BRUK AV RESIRKULERT TILSLAG – UBUNDEN BRUK	4
2.1.1	E6 Melhus	4
2.1.2	St. Olavs hospital – parkeringsplass med forsøksfelt	6
2.1.3	Harald Hardrådes gt	7
2.1.4	Fornebuprojektet - forsøksveg	8
2.1.5	Linderud - Kalbakken	9
2.1.6	E6 Svartdalstunnelen	10
2.1.7	E18 Skøyen-Bygdøy	11
2.1.8	Skullerudkrysset	12
2.1.9	Klemetsrud – bussoppstillingsplass	13
2.1.10	Veg- og trikketrasé over Gaustadbekkdalen	14
2.2	EKSEMPLER PÅ BRUK AV RESIRKULERT TILSLAG – BUNDEN BRUK	15
2.2.1	Støttemur Taraldrud bru	15
2.2.2	VDT-bygg Alnabru	16
2.2.3	Sørumsand skole	17
2.2.4	RESIBA Telenors P-hus Fornebu	18
3	ASFALT	19
	AKTUELLE TEKNIKKER/PRODUKSJONSMETODER ER	19
3.1	EKSEMPLER PÅ BRUK AV GJENBRUKSASFALT	19
3.1.1	E6 Melhus	20
3.1.2	E6 Svartdalstunnelen	21
3.1.3	RV 5 Førde Florø – gjenbruksasfalt	21
3.1.4	RV 4 Blili – Bruflat	21
4	LETTE FYLLMASSER	22
4.1	HVA ER LETTE FYLLMASSER	22
4.1.1	Skumglass	22
4.1.2	Oppkuttete bildekk	22
4.2	EKSEMPLER PÅ BRUK AV SKUMGLASS OG LETTKLINKER SOM LETT FYLLMASSE	23
4.2.1	E6 Levanger, Mulekrysset	23
4.2.2	E6 Steinkjer, Eggevammen	24
4.2.3	Lodalen (Oslo) - Gang- og sykkelveg	25
4.2.4	Postterminalen, Trondheim	26
4.2.5	Rena Leir	27
4.2.6	Rv 120	28
4.2.7	Rv 17- Rosendal	29
4.2.8	Rv 769, Heminskaret Namsos	30
4.2.9	Flere eksempler på bruk av skumglass som lett masse	30
4.3	EKSEMPLER PÅ BRUK AV OPPKUTTEDE BILDEKK SOM LETT FYLLMASSE	31
4.3.1	Støyvoll Huggenes – kvernet bildekk	31
5	MATERIALER TIL FROSTSIKRING	33
5.1	HVA ER FROSTSIKRINGSMATERIALER	33
5.2	EKSEMPLER PÅ BRUK AV SKUMGLASS OG LETTKLINKER SOM FROSTISOLERING	33
5.2.1	E6 Melhus	33
5.2.2	Friidrettsbane, Dalgård (Trondheim)	34
5.2.3	E6 Steinkjer, Eggevammen	35
5.2.4	Rv 219 Atna-Mogrenna	36
5.2.5	Rv 31 ved Steinåsen	37
5.2.6	Flere eksempler på bruk av skumglass som frostsikring	38

6	RIVING.....	39
6.1.	EKSEMPLER PÅ RIVING MED TANKE PÅ GJENBRUK	39
6.1.1.	<i>E6 Klemetsrud – Assurtjern.....</i>	39
6.1.2.	<i>E6 Melhus.....</i>	39
6.1.3.	<i>Lofast - Riving av Kåkern og Djupfjorden bruer.....</i>	40
6.1.4.	<i>FV 251 – riving av Tjønnøybrua.....</i>	41
7	ANDRE MATERIALER.....	42
7.1.	FLYVEASKE	42
7.1.1.	<i>Intern vei/transportområde Norske Skog, Skogn.....</i>	42
7.1.2.	<i>Flyveaske som tilsetning i kalksementpeler.....</i>	42
7.2.	KOMPOSTERT SLAM	43
7.2.1.	<i>E-134 Hegstad Damåsen - kloakkslam med bark.....</i>	43
7.2.2.	<i>E-6 Akershus Grense- Østfold - Kompostert slam på skråninger.....</i>	44
7.2.3.	<i>Hoppbakken i Vikersund.....</i>	44
7.3.	RETURPLAST	45
7.3.1.	<i>E-134 Drammen Mjøndalen</i>	45
7.3.2.	<i>E6 Melhus.....</i>	46
7.4.	SKUMGLASS SOM SKRÅNINGSDRENERING	47
7.4.1.	<i>E6 Melhus.....</i>	47

1 Innledning

Denne eksempelsamlingen er et supplement til informasjon som kan finnes i prosjektrapporter fra Gjenbruksprosjektet (etatsprosjekt i Statens vegvesen 2002 – 2005) og fagrapporter RESIBA-prosjektet (bransjeprosjekt 1999-2002), som Gjenbruksprosjektets arbeid bygget på. Prosjektene inkludert i denne eksempelsamlingen er for det meste omtaler av referanser fra de samme rapportene og/eller fra databasen med prosjekter med gjenbruksmaterialer som ble utviklet i løpet av Gjenbruksprosjektet. En liste over publiserte rapporter fra RESIBA og Gjenbruksprosjektet er gitt i vedlegget.

Hensikten med denne eksempelsamlingen er å gi en praktisk oversikt over muligheter for bruk av avfallsbaserte materialer i vegbygging samt henvisning til mer informasjon.

Eksemplsamlingen er ikke et forsøk på å gi en uttømmende liste over prosjekter med gjenbruksmaterialer, selv ikke av prosjekter der Statens vegvesen er byggherre.

Rapporten er utarbeidet av Fredrik Moen, Statens vegvesen Region øst og Synnøve A. Myren, Vegdirektoratet, også basert på bidrag fra Dag Atle Tangen (nå Via Nova) og Gjenbruksprosjektets database.

2 Resirkulert tilslag av betong og tegl

I Norge genereres det ca 1 mill tungt bygge- og riveavfall av betong og tegl årlig. Bransjens mål er i henhold til Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall å oppnå 90 % gjenvinning innen 2012. Dette ambisiøse målet er oppnåelig med myndighetenes velvilje til å tilrettelegge for forskriftsmessig håndtering og prosessering av tunge rivemasser. Slik vil resirkulert tilslag kunne erstatte jomfruelige steinmaterialer i mange anvendelser.

I løpet av Gjenbruksprosjektets periode var BA Gjenvinnings anlegg på Grønmo det eneste anlegget for mottak, behandling av tungt riveavfall og produksjon av resirkulert tilslag. I 2009 har BA Gjenvinning et stort mottak på Bondkall som betjener sentrale deler av Oslo og Akershus. I tillegg finnes det et BA Gjenvinnings mottak i Trondheim og, fra 2010, på Yggeset i Asker kommune.

Det er også aktuelt med mobile knuseverk på større prosjekter, der man med spesialutstyr behandler avfall til byggemateriale.

Grunnlag for krav og dokumentasjon av resirkulert tilslag er gitt i følgende dokumenter:

- Deklarasjonsordning for resirkulert tilslag (Kontrollrådets klasse V, aktivt tilbud fra Kontrollrådet 2003 – 2006), inneholder også klassifisering;
- Tilslagsstandarder 12620, 12343, andre utgave (2009) inneholder krav til klassifisering av resirkulert tilslag;
- Statens vegvesens håndbok 018 Vegbygging – omfatter krav til resirkulert tilslag for utvalgte bruksområder, definerer krav til materialeegenskaper, utførelse og dokumentasjon;
- "Veileder for resirkulert tilslag" utgitt av RESIBA-prosjektet, tilgjengelig hos SINTEF Byggforsk.

2.1 Eksempler på bruk av resirkulert tilslag – Ubunden bruk

2.1.1 E6 Melhus

Forsterkningslag – Knust betong fra kasserte hulldekkelementer, 0-120 og 20-120 mm
Prosjektår: 2002-2005

Ny E6 gjennom Melhus er et av Gjenbruksprosjektets demonstrasjonsprosjekter (i tillegg til E6 Klemetsrud – Assurtjern) og en del av delprosjekt 6 "Gjenbruksvegen". På "gjenbruksvegene" ønsket man å bruke flere typer gjenbruksmaterialer. Byggingen i Melhus omfatter 8 km ny E6 og 1,7 km ny Rv 708 (tverrforbindelse), inkl. en 400 m lang bru over Gaula. Grunnforhold er siltig, sandig grus.

Resirkulert tilslag av betong brukt i forsterkningslaget i et 85 m lang prøvestrekning. Tilslaget kommer fra kasserte hulldekkeelementer fra Spenncons betongelementfabrikk i Trondheim, betongkvalitet C55. Figur 1. og viser henholdsvis oppbygging og utlegging.

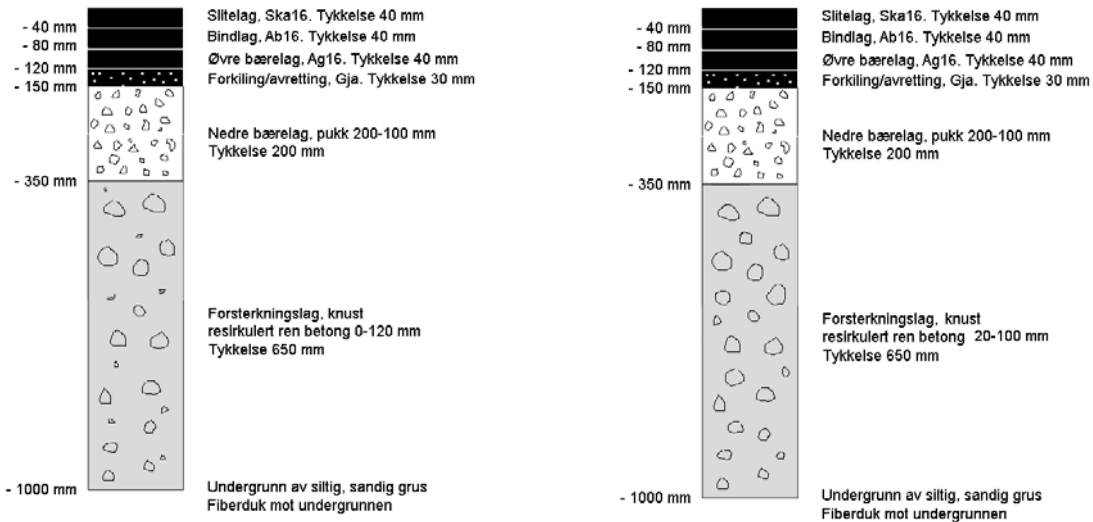
Utleggingen ble utført med bulldoser påmontert GPS-utstyr for automatisk posisjonering og høydejustering. Materialet ble lagt ut i to lag (35 + 30 cm) med komprimering på hvert lag. Det ble benyttet to ulike valsetyper ved komprimering for å bedømme effekten:

- Venstre halvdel av veggen (begge felt): vibrerende slepevals 5 -8 tonn
- Høgre halvdel av veggen (begge felt): selvgående vibrovals 10 -13 tonn

Komprimeringen ble fulgt opp i detalj med platebelastningsforsøk og isotopmåler (Troxler) på begge felt.

Oppstikkende armering (spenntau) ga tre punkteringer under førstedagsutlegging. Dette ble løst ved at man fjernet eller klippet over armeringen manuelt. Massene ble godt vannet, rett etter tipping fra lastebil og under komprimeringen. Optimalt vanninnhold var 14 %.

Det ble utført en omfattende materialprøving og kontroll av oppnådd kvalitet.



Figur 1: Oppbygging



Rapporter fra Gjenbruksprosjektet som omhandler prosjektet:

- Prosjektrapport nr 12 /Teknologirapport nr 2423 ”Gjenbruksvegen E6 Melhus”
- Prosjektrapport nr 11 /Teknologirapport nr 2422 ”Gjenbruk av knust betong i vegbygging. Mekaniske egenskaper og testmetoder”

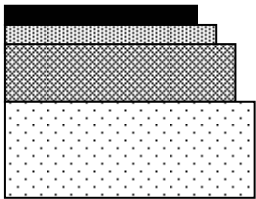
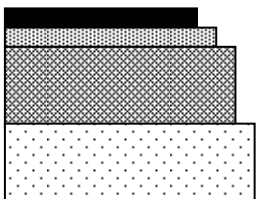
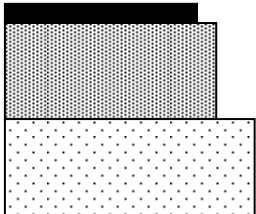
2.1.2 St. Olavs hospital – parkeringsplass med forsøksfelt

Forsterknings- og bærelag
Prosjektår: 1999

Fram til 2012 skal eksisterende bygningsmasse ved St Olavs Hospital i Trondheim saneres og erstattes av nye moderne bygninger (RiT 2000-prosjektet, Helsebygg Midt-Norge). Et viktig miljømål i prosjektet er å gjenvinne materialene fra bygningene som rives (så nær 100 % som mulig). De tunge rivingsmaterialene (betong og tegl) søkes utnyttet i infrastrukturanleggene internt på sykehusområdet (veger og gatelegemer, grøfter, ledningsgater osv).

Parkeringsplassen anlagt i 1999 besto av tre felt med forskjellig oppbygging, se Tabell 1.

Tabell 1 Oppbygging (fra prosjektrapport 11)

	Lagoppbygging	Lagtykkelser		
		Teoretisk	Oppgraving	
Felt A		Gjenbruksasfalt Knust betong (0-20 mm) Knust betong (0-60 mm) Naturgrus	3-5 cm 5 cm 15 cm 30 cm	5 cm } 25 cm 30 cm
Felt B		Gjenbruksasfalt Knust betong (0-20 mm) Knust betong (0-60 mm) Naturgrus	3-5 cm 5 cm 25 cm 20 cm	5 cm } 35 cm 25 cm
Felt C		Gjenbruksasfalt Knust betong (0-20 mm) Naturgrus	3-5 cm 20 cm 30 cm	6 cm 25 cm 30 cm

Dette prosjektet er omtalt i:

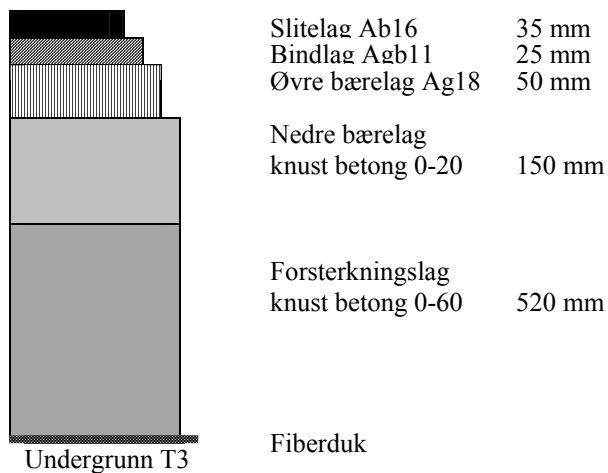
Prosjektrapport nr 11 /Teknologirapport nr 2422 ”Gjenbruk av knust betong i vegbygging. Mekaniske egenskaper og testmetoder”

2.1.3 Harald Hardrådes gt

Rester fra elementproduksjon brukt i vegoppbygging
Prosjektår: 2001

Høsten 2001 ble det i forbindelse med arbeider på og langs Harald Hardrådes gt. ved St Olavs Hospital i Trondheim bygget en parsell med knust betong som alternativt overbygningsmaterial. Den knuste betongen bestod av rester fra UNICONS ferdigbetongfabrikk i Fossegrenda.

Konstruksjonsoppbygging er vist i Figur 2.



Figur 2: Oppbygging av felt med gjenbruksbetong, Harald Hardrådes gt

Dette prosjektet er omtalt i:
Prosjektrapport nr 11 /Teknologirapport nr 2422 "Gjenbruk av knust betong i vegbygging. Mekaniske egenskaper og testmetoder"

2.1.4 Fornebuprosjektet - forsøksveg

Forsterkningslag og bærelag av kombinasjoner av gjenbruksbetong og gjenbruksasfalt
Prosjektår: 2001

Statsbygg har ansvaret for å tilrettelegge områdene etter nedlagte Fornebu flyplass for utbygging til nærings- og boligformål. Et mål for dette arbeidet har vært å gjenbruke mest mulig av rivingsavfall som betong og asfalt lokalt på området slik at minst mulig må transporteres ut.

Forsøksvegen på Fornebu var en prøvestrekning som besto av 7 felt á 30 m, hver med forskjellig konstruksjonsoppbygging. Formålet var å prøve ut både knust asfalt og knust betong som ubundne overbygningsmaterialer i en vegkonstruksjon utsatt for tunge trafikkbelastninger (anleggstrafikk over lang tid). Feltets oppbygging er vist i Tabell 2.

Tabell 2 Oppbygging av forsøksfeltet på Fornebu

	Dekke		Bærelag		Forsterkningslag
	Slitelag	Bindlag	Øvre	Nedre	
Felt 3	4,5 cm Ska	3,5 cm Ab	5 cm knust asfalt (0-30 mm)	20 cm knust betong (0-40 mm)	40 cm pukk (20-120)
Felt 4	4,5 cm Ska	3,5 cm Ab	5 cm knust asfalt (0-30 mm)	16 cm mix knust asfalt/betong	40 cm pukk (20-120)
Felt 2	4,5 cm Ska	3,5 cm Ab	8 cm knust asfalt (0-30 mm)	8 cm knust asfalt (0-30 mm)	40 cm pukk (20-120)
Felt 1 (ref)	4,5 cm Ska	3,5 cm Ab	6 cm Ag	10 cm Ap	40 cm pukk (20-120)
Felt 5	4,5 cm Ska	3,5 cm Ab	6 cm Ag	10 cm Ap	40 cm knust asfalt (0-60)
Felt 6	4,5 cm Ska	3,5 cm Ab	6 cm Ag	10 cm Ap	40 cm mix knust asfalt/betong
Felt 7	4,5 cm Ska	3,5 cm Ab	6 cm Ag	10 cm Ap	40 cm knust betong (0-40)

Mer informasjon om oppfølging av prøvelfeltet samt henvisning til tidligere rapporter er å finne i:

- Prosjektrapport nr 8 //Teknologirapport nr 2421 ”Feltforsøk med ubundet asfaltgranulat – Avsluttende undersøkelser på forsøksstrekningene på Fornebu”
- Prosjektrapport nr 11 /Teknologirapport nr 2422 ”Gjenbruk av knust betong i vegbygging. Mekaniske egenskaper og testmetoder”

2.1.5 Linderud - Kalbakken

Forsterkningslaget – Knust betong, 20-120 mm.

Bærelaget – Knust betong, 8-60 mm

Prosjektår: 2001

I forbindelse med bygging og utvidelse av g/s-vegen Linderud - Kalbakken ble det utført et prøveprosjekt med bruk av resirkulert tilslag. Det resirkulerte tilslaget ble brukt i forsterkningslaget, i 40 cm tykkelse. Erfaringer fra utførelsen viste at massene var lette å jobbe med. De ble lagt ut som vanlig masse (pukk) og behandlet etter det. Det ble komprimert med en 7 tonnns vals. Massene knuste ikke noe lettere enn andre masser. Det var noe armeringsjern i massene. Et lass med mye armeringsjern ble sendt tilbake til leverandøren, mens noe ble sortert ut for hånd. Figur 3 viser utlegging av gjenbruksmaterialer.

Det ble utført kornfordelingsanalyse og densitetsbestemmelse av massene.



Figur 3: Utlegging av gjenbruksmaterialer

Dette ble utført som en del av RESIBA prosjektet (Resirkulert tilslag i bygg og anlegg):
RESIBA – Prosjektrapport 05/2002 ”Ubunden bruk av resirkulert tilslag i vegger og plasser”, av Øystein Myhre

2.1.6 E6 Svartdalstunnelen

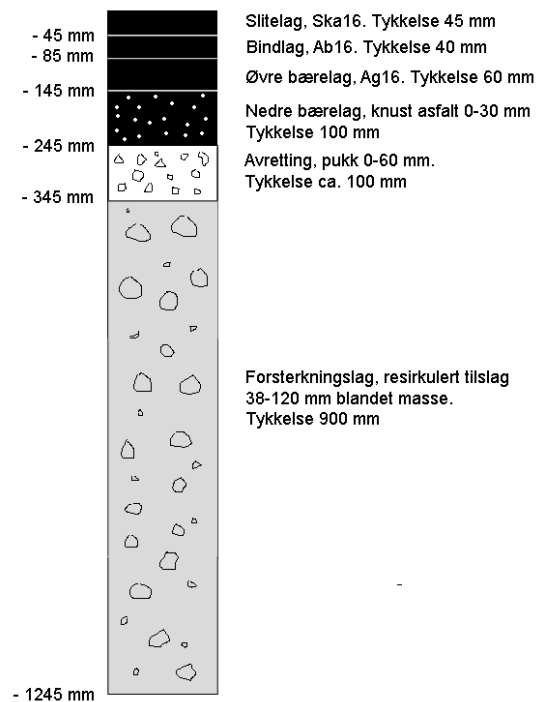
Forsterkningslag – Blandet masse, 38-120 mm
 Prosjektår: 2000

E6 rampe Svartdalstunnelen er en 4-felts veg til og fra Oslo sentrum og utgjør forbindelse til E6 ved Ryenkrysset. Vegen ble åpnet for trafikk august 2000, med ÅDT i underkant av 20000.

Det ble anlagt et prøvelfelt for resirkulert tilslag; en 50 meter lang seksjon og full vegbredde, ca 10 m, av vegen i dagsonen mellom Svartdalstunnelen og Ryenkrysset. Prøvelfeltet ligger på det vegløpet (2 felt) som fører ned mot tunnelen (mot Oslo sentrum). I prøvelfeltet ble sprengsteinen erstattet med resirkulert tilslag (blandet masse betong/tegl) 20-120 mm i 90 cm tykkelse og avrettet med puk 0-60 mm. På den tilstøtende del av vegen i dagsonen (inntil prøvelfeltet) består forsterkningslaget av sprengt stein i 90 cm tykkelse, som opprinnelig forutsatt. Figur 4 viser utlagt materiale, samt oppbygging av prøvestrekning.

Massene ble doset ut fra endetipp. Urenheter, slik som trevirke, metall og plast, ble plukket vekk for hånd. Massene ble deretter komprimert i ett lag med 12 tonn selvgående vibrovals, 5-6 overfarer, før avrettingsmassene 0-60 mm ble lagt ut og komprimert.

Det ble utført platebelastningsforsøk, og i tillegg er det utført flere målinger av spor og jevnhet siden åpningen i 2002.



Figur 4: Til venstre vises ferdig utlagt materiale, til høyre vises oppbygging av prøvelfelt

Prosjektet er omtalt i RESIBA – Prosjektrapport 05/2002 ”Ubunden bruk av resirkulert tilslag i vegger og plasser”.

2.1.7 E18 Skøyen-Bygdøy

Forsterkningslag – Blandet masse, 20-120mm

Bærelag – Knust betong, 8-60 mm

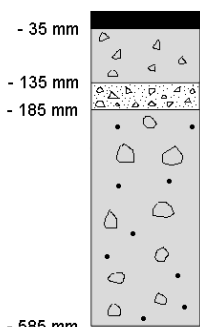
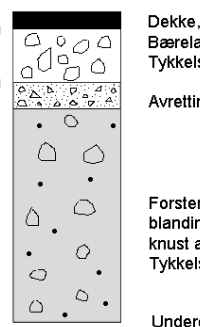
Prosjektår: 2000

Ved Sjølyst på E18-innfarten til Oslo vestfra ble det vinteren 2000 bygget ny gang/sykkelveg langs eksisterende kjøreveg.

På den nye g/s-vegen ble det etablert en prøvestrekning på i alt 100 meter hvor man brukte resirkulert tilslag (knust betong/tegl) til oppbygging av vegfundamentet. Det ble lagt forsterkningslag av blandet masse (knust betong/tegl) 20-120 mm i ca 40 cm tykkelse. På halvparten (50 m) av prøvestrekningen ble det deretter lagt bærelag av ren knust betong 8-60 mm. På den andre halvparten av prøvestrekningen ble det lagt bærelag av vanlige steinmaterialer, knust fjell (Fk) 0-64 mm. Til slutt er det lagt asfaltdekke. Figur 5 viser oppbygging av de to feltene. Figur 6 viser utlegging av resirkulert tilslag.

Sammensetning av knust betong/tegl ble testet ved korn telling. Mekaniske egenskaper av ren betong 8-60 mm ble testet etter LA-metoden. Kornfordelingsanalyse ble utført av begge massetyper. Det ble også utført platebelastningsforsøk på utlagt materiale.

Prosjektet er omtalt i RESIBA – Prosjektrapport 05/2002 ”Ubunden bruk av resirkulert tilslag i vegger og plasser”.

Prøvestrekning med knust betong i bærelaget	Prøvestrekning med knust fjell i bærelaget
<p>- 35 mm</p>  <p>Dekke, Agb. Tykkelse 35 mm Bærelag, knust betong 8-60 mm Tykkelse 100 mm</p> <p>Avretting, Gk 0-22 mm. Tykkelse ca. 50 mm</p> <p>Forsterkningslag, resirkulert tilslag 20-120 mm blanding av knust betong/tegl (90 %) og knust asfalt (10 %) Tykkelse 400 mm</p> <p>- 585 mm Undergrunn av leire</p>	<p>- 35 mm</p>  <p>Dekke, Agb. Tykkelse 35 mm Bærelag, Fk0-64 mm Tykkelse 100 mm</p> <p>Avretting, Gk 0-22 mm. Tykkelse ca. 50 mm</p> <p>Forsterkningslag, resirkulert tilslag 20-120 mm blanding av knust betong/tegl (90 %) og knust asfalt (10 %) Tykkelse 400 mm</p> <p>- 585 mm Undergrunn av leire</p>

Figur 5: Oppbygging av prøvefeltet



Figur 6: Utlegging av resirkulert tilslag

2.1.8 Skullerudkrysset

Forsterkningslag – Blandet masse, 20-150 mm
Avrettingslag – Blandet masse, 10-20 mm
Fundament og omfylling av grøfter – Blandet masse, 10-20 mm
Prosjektår: 1997

Statens vegvesens første bruk av resirkulert tilslag som man kjenner til er prosjektet i Skullerudkrysset. Det var i utgangspunktet ikke planlagt å bruke resirkulerte masser, men ettersom det viste seg å være økonomisk gunstig, bl.a. pga nærheten til leverandøren BA Gjenvinning, valgte man å prøve det ut.

I dette prosjektet ble massene benyttet som forsterkningslag på gang- og sykkelveg (blandet masse 20-150 mm, ca. 1300 tonn), som avrettingslag under EPS-fylling (ca. 150 tonn) og som fundament og omfylling i grøfter (blandet masse 10-20 mm, ca. 250 tonn).

Ved utlegging av forsterkningslaget var det noen oppstartsproblemer med støving og tilsynelatende nedknusing av materialene. Komprimering som startet med 15 tonns slepevals med vibrering, ble etter hvert utført uten vibrering å begrense støv og nedknusing. Ut fra visuelle inspeksjoner gjort etter fem år med trafikkbelastning var konklusjonen at det ikke er tegn til spesielle skader der resirkulert tilslag er brukt. Utlekkingstester, der massens angivelse av miljøfarlige stoffer til omgivelsene ble målt, viste ingen tegn til negativ påvirkning.

Rapporter som omtaler prosjektet:

- RESIBA – Prosjektrapport 02/2002 ”Miljøpåvirkning ved bruk av resirkulert tilslag”
- RESIBA – Prosjektrapport 05/2002 ”Ubunden bruk av resirkulert tilslag i veger og plasser”

2.1.9 Klemetsrud – bussoppstillingsplass

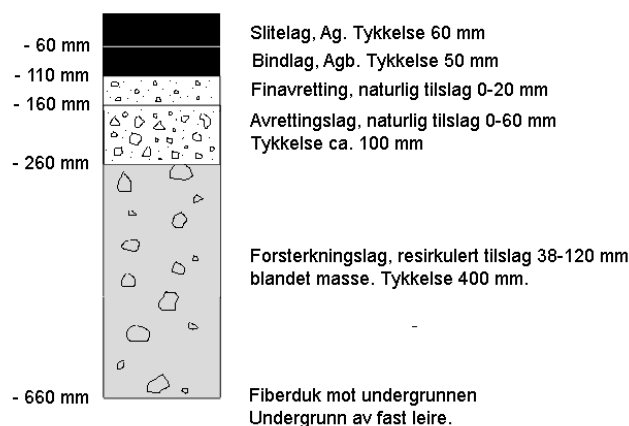
Kombinert forsterkningslag/bærelag – Blandet masse, 20-120 mm
Prosjektår: 1997

Prosjektet tok for seg en ny oppstillingsplass for bussene til Oslo Sporveger. Plassens totale areal er ca. 8000 kvm. Utbyggingen ble egentlig planlagt utført i sin helhet med bruk av naturlig tilslag, men etter forslag fra entreprenør ble det bestemt å benytte resirkulert tilslag 38-120 mm i forsterkningslag/bærelag. Dette ble ansett som et rimeligere alternativ. Trafikkbelastningen på plassen består av busser, noe som kan medføre noe deformasjon i asfaltlagene. Det er derfor vanskelig å avgjøre med visuell inspeksjon om eventuelle dekkedeformasjoner skyldes nedknusing av underliggende bære- eller forsterkningslag.

Figur 7 viser oppbygging av konstruksjonen.

Massene ble antagelig kjørt ut med lastebiler og deretter fordelt med hjullaster eller gravemaskin. Det ble oppdaget noen urenheter i massene (armeringsjern, plast og trebiter) under utlegging, som skapte uro med hensyn på punkteringer. Asfaltutlegger kjørte seg fast i bærelaget av resirkulert tilslag i fraksjon 0-20 mm. Det ble derfor nødvendig å tilføre velgraderte masser av fjell i samme fraksjon. Ellers fungerte utlegging og håndtering av massene som for naturlig tilslag.

Ujevn tilgang på resirkulert tilslag medførte noe forsinkelse på utleggerstedet. Det ble ikke tatt ut prøver under utførelsen. Det ble ikke registrert nedknusing på prøver tatt ut senere. Etter tre til fire år ble det foretatt visuell kontroll av setnings- og hjulsporutvikling, men ingen utvikling ble registrert.



Figur 7: Oppbygging

Prosjektet er omtalt i RESIBA – Prosjektrapport 05/2002 ”Ubunden bruk av resirkulert tilslag i vegger og plasser”.

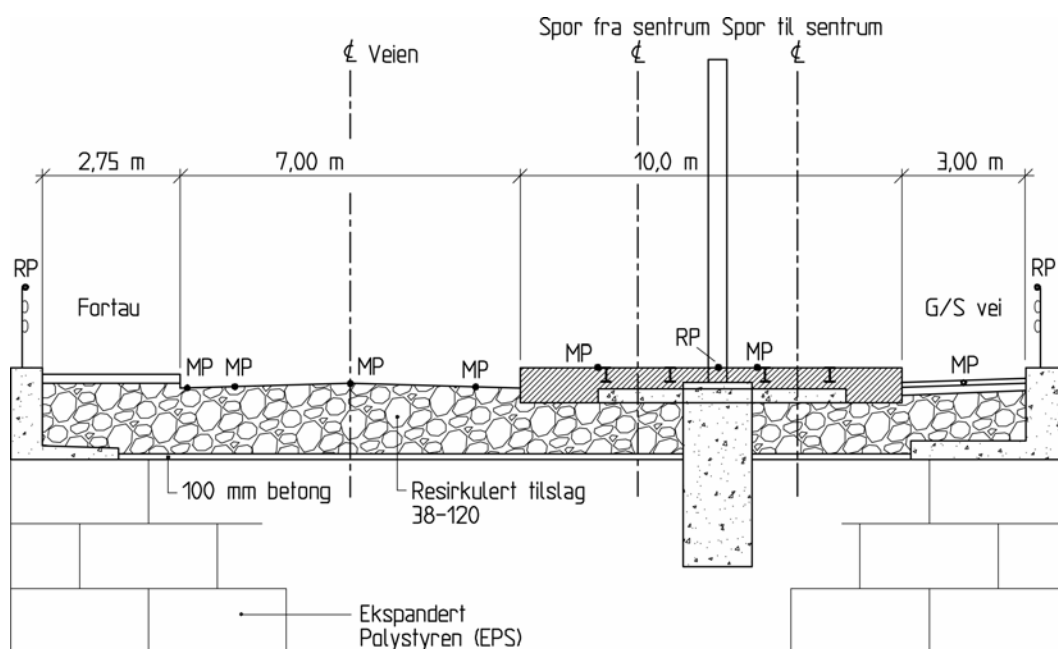
2.1.10 Veg- og trikke trasé over Gaustadbekkdalen

Kombinert forsterkningslag/bærelag – Blandet masse, 38-120 mm

Prosjektår: 1999

I forbindelse med bygging av ny veg- og trikke trasé til nye Rikshospitalet ble det anlagt en superlett fylling (EPS-fylling) over Gaustadbekkdalen. På strekningen er det både trikke trasé, kjøreveg og gang- og sykkelveg. Det var opprinnelig beskrevet bruk av maskinkult 20-120 mm, men etter forslag fra entreprenør ble det bestemt å benytte resirkulert tilslag 38-120 mm i forsterkningslag/bærelag. Dette ble ansett som et rimeligere alternativ. Tykkelsen på det kombinerte forsterkningslaget/bærelaget varierte fra ca. 40 cm i vest til ca. 130 cm i øst. Figur 8 viser prinsippskisse med tverrsnitt av EPS-fylling.

Så lenge RESIBA-prosjektet (2002) var aktivt ble Gaustadbekkdalen fulgt opp med flere målinger av setninger. Ved hjelp av referansepunkter ble endringer i selve EPS-fyllingen eliminert fra målingene og setninger i det resirkulerte tilslaget målt direkte.



Figur 8: Prinsippskisse med tverrsnitt av EPS-fylling for ny trikke trasé til Rikshospitalet over Gaustadbekkdalen i Oslo

Prosjektet er omtalt i RESIBA – Prosjektrapport 05/2002 ”Ubunden bruk av resirkulert tilslag i veger og plasser”.

2.2 Eksempler på bruk av resirkulert tilslag – Bunden bruk

2.2.1 Støttemur Taraldrud bru

Støttemur – Tilslag av knust betong, 10-22 mm

Prosjektår: 2004

I forbindelse med bygging av støttemur under Taraldrud bru ble det besluttet å benytte betong der 100 % av det grove tilslaget er erstattet med resirkulert tilslag. Hovedhensikten med prosjektet var å ha en synlig klimautsatt konstruksjon hvor det er benyttet resirkulert tilslag. Figur 9 viser nettopp avforskalt støttemur.

Tilslaget var av type 1A – knust betong i sortering 10-22 mm. Klassifiseringen er iht. deklarasjonsordningen for resirkulert tilslag (Kontrollrådets klasse V). Betongkvaliteten var B35 MF40. Sålen ble støpt i vanlig betong uten tilsetning av resirkulert tilslag.

Dokumentasjon av det resirkulerte tilslaget ble utført ved bestemmelse av kornfordeling, finstoffinnhold, materialsammensetning, innhold av organisk materiale, kornform, korndensitet, vannabsorpsjon, kloridinnhold og innhold av sulfater. For fersk betong ble det utført undersøkelser av synk, densitet, luftinnhold og temperatur, og for herdet betong ble det utført undersøkelser av trykkfasthet, E-modul, svinn, fryse/tine, karbonatisering, neddykket kloridinntrengning (bulk diffusjon), kapillær sugeshastighet og porøsitet, PF og vanninntrengning.

Prosjektet viste at bruk av så store andeler resirkulert tilslag i betong kan gi produksjonstekniske utfordringer og krever mye oppfølging i alle ledd av produksjonen. Blant annet krever resirkulert tilslag nøye kontroll på fuktigheten og vannabsorpsjonen til tilslaget. Resultatet kan imidlertid være meget tilfredsstillende.



Figur 9: Avforskalt støttemur

Rapporter fra Gjenbruksprosjektet som omtaler støttemuren:

- Prosjektrapport nr 17a/Teknologirapport nr 2479 ”Støttemur på E6 v Taraldrud - Anleggstekniske erfaringer med bruk av knust betong i ny betong”
- Prosjektrapport nr 17/Teknologirapport nr 2439 ”Konstruksjonsbetong med resirkulert tilslag”

2.2.2 VDT-bygg Alnabru

Betongdekker og vegger – Tilslag av hovedsakelig knust betong, 8-22 mm

Lodd bak støttemur – Tilslag av knust betong, 8-22 mm

Prosjektår: 2002

I forbindelse med bygging av Vegdirektoratets bygg på Brynseng gjennomførte Gjenbruksprosjektet et forsøk med bruk av resirkulert tilslag i betong, hovedsakelig Type 1A i betong med kvalitet SV-40 C45. Prosjektet hadde fokus på bestandighetsrelaterte egenskaper. Betongen var opprinnelig tenkt brukt i en støttemur, men måtte pga tidsplanen brukes til støping av loddelementer bak støttemuren. Fullskalaprojektet ble imidlertid fulgt opp med laboratorieundersøkelser. For sammenligning ble det støpt laboratorieblandinger der 0, 20 og 40 % av det grove tilslaget var erstattet med resirkulert tilslag.

Figur 10 viser bygging av Vegdirektoratets bygg på Brynseng i Oslo.



Figur 10: Bygging av Vegdirektoratets bygg på Brynseng

Dokumentasjon av det resirkulerte tilslaget ble utført ved bestemmelse av kornfordeling, finstoffinnhold, materialsammensetning, innhold av organisk materiale, kornform, korndensitet, vannabsorpsjon, kloridinnhold og innhold av sulfater. For fersk betong ble det utført undersøkelser av synk, utbredelse, densitet, luftinnhold og temperatur, og for herdet betong ble det utført undersøkelser av trykkfasthet, E-modul, svinn, fryse/tine, karbonatisering, neddykket kloridinntrengning (bulk diffusjon), kapillær sugehastighet og porøsitet, PF og vanninntrengning.

Resultatene bekreftet erfaringene fra tidligere i RESIBA og Gjenbruksprosjektet, at å erstatte inntil 40 % av det resirkulerte tilslaget hadde lite å si for både mekaniske og bestandighetsrelaterte egenskaper.

Prosjektet er omtalt i Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr 17 /Teknologirapport nr 2439 ”Konstruksjonsbetong med resirkulert tilslag”.

2.2.3 Sørumsand skole

Plasstøpte fundamenter, banketter, kjellervegger og søyler – Tilslag av knust betong, 10-20 mm
Prosjektår: 2001

I forbindelse med bygging av Sørumsand skole ble opptil 37 % at det grove tilslaget i betong til fundamenter, banketter, kjellervegger og søyler erstattet med resirkulert tilslag av Type 1A Knust betong (klassifisering iht. RESIBAs forslag til deklarasjonsordning). Prosjektet var et demonstrasjonsprosjekt for RESIBA-prosjektet. Figur 11. viser fundamenter med resirkulert tilslag.



Figur 11: Fundamenter

Som dokumentasjon på tilslaget ble det utført bestemmelser av kornfordeling, densitet, renhet, vannabsorpsjon, kloridinnhold sulfatinnhold og materialsammensetning. For fersk betong ble det utført undersøkelser av synk (over tid), utbredelse (over tid), densitet og luftinnhold, og for herdet betong ble det utført undersøkelser av trykkfasthet, svinn, E-modul og frostprøving.

Erfaring fra utstøpingen viste at betongen med resirkulert tilslag var smidig og stabil og den var også lett å bearbeide.

Prosjektet er omtalt i:

RESIBA – Prosjektrapport 07/2002 ”Bruk av resirkulert tilslag i sementbaserte produkter”.

2.2.4 RESIBA Telenors P-hus Fornebu

Plassstøpte betongfundamenter – Tilslag av knust betong, 10-20 mm
Prosjektår: 2001

Under bygging av Telenors parkeringshus på Fornebu ble 25 fundamenter av betongkvalitet C35 NA støpt med tilslag fra resirkulert ren betong. 20 % av det grove tilslaget ble erstattet med resirkulert tilslag av Type 1A Knust betong i sortering 10-20 mm. Klassifiseringen er iht. RESIBA-prosjektets forslag til deklarasjonsordning for resirkulert tilslag.

Som dokumentasjon på tilslaget ble det utført bestemmelser av kornfordeling, partikkeldensitet, vannabsorpsjon, kloridinnhold, sulfatinnhold. For fersk betong ble det utført undersøkelser av synk (0, 15, 30, 45, 60 og 90 min), utbredelse (over tid), densitet, luftinnhold, vannutskillelse, bearbeidbarhet, og for herdet betong ble det utført undersøkelser av trykkfasthet og densitet (1, 7, 28 døgn), E-modul (7 og 28 døgn) samt svinn.

Prosjektet er omtalt i:

RESIBA – Prosjektrapport 07/2002 ”Bruk av resirkulert tilslag i sementbaserte produkter”.

3 Asfalt

Gjenbruksasfalt hentes fra bituminøse belegninger ved fresing eller riving. Noe gjenbruk foregår som direkte gjenbruk på veg. Asfaltdekker består gjerne av flere lag bituminøse belegninger påført over flere tiår. Historiske data fra lagvis oppbygging kan i de fleste tilfeller finnes i Vegdatabanken.

Ved omlegging og forsterkning av veger i trafikkgruppene A – D er det vanlig å frese av bituminøse masser og lagre disse i nærheten for gjenbruk internt. For veger i trafikkgruppene E og F vil avfreste bituminøse masser måtte lagres i godkjente mellomlagre for senere ekstern anvendelse. Disse eies i vesentlig grad av entreprenører eller er i kommunal eie.

Aktuelle teknikker/produksjonsmetoder er

- Varm gjenbruk i verk; ordinær varmasfaltproduksjon med varm eller kald tilsetning av en viss mengde asfaltgranulat og tilførsel av nytt bindemiddel, eventuelt også nye steinmaterialer
- Varm gjenbruk på veg med tilførsel av nye materialer
- Kald gjenbruk i verk
- Kald gjenbruk på veg
- Gjenbruk av ubundet asfaltgranulat (mekanisk stabilisert).

Kontrollordning for asfaltgjenvinning (KFA) ble opprettet i 2001 for å fremme gjenvinning og anvendelse av returasfalt. Ordningen finansieres ved et gebyr på bitumen til vegformål på kr. 5 pr tonn. KFA var opprinnelig styrt av Asfaltteknisk institutt, men ble i 2006 egen forening.

Grunnlag for krav og dokumentasjon av gjenbruksasfalt:

- KFA Deklarasjonsordning for returasfalt, www.asfaltgjenvinning.no.
- Statens vegvesens håndbok 018 Vegbygging - inneholder krav til andelen gjenbruksasfalt og tilhørende krav til dokumentasjon.
- Tilslagsstandard NS-EN 13108-8: Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – del 8 resirkulert asfalt.
- KFA/DNV rapport nr 2003-0183 ”Mellomlagring av returasfalt”.

3.1 Eksempler på bruk av gjenbruksasfalt

Gjenvinning av asfalt og gjenbruk i nye asfalt eller i ubundne lag er blitt en rutine. Her vises det kun noen få eksempler. Det henvises heller til god informasjon tilgjengelig på www.asfaltgjenvinning.no samt Gjenbruksprosjektets rapporter:

- Prosjektrapport nr 6 /Teknologirapport 2408 ”Erfaringer fra feltstekninger med kaldblandet gjenbruksasfalt”
- Prosjektrapport nr 8 /Teknologirapport 2421 ”Feltforsøk med ubundet asfaltgranulat – Fornebu”

3.1.1 E6 Melhus

Nedre bærelag – Frest asfalt, 0-25 mm, og knuste asfaltflak, 0-20 mm
Prosjektår: 2002-2005

I forbindelse med bygging av ny E6 gjennom Melhus ønsket Gjenbruksprosjektet å bruke flere typer gjenbruksmaterialer. Byggingen omfatter 8 km ny E6 og 1,7 km ny Rv 708 (tverrforbindelse) inkl en 400 m lang bru over Gaula. Bruk av gjenbruksmaterialer på E6 Melhus kommer inn under Gjenbruksprosjektets DP 6 Gjenbruksvegen. Grunnforhold er siltig, sandig grus.

Frest asfalt og knuste asfaltflakmasser ble gjenbrukt i ubundet form til forkiling og avretting av nedre bærelag av pukk på alle kjøreveger på E6 Melhus-prosjektet. På deler av eksisterende E6 sør for Melhus ble asfaltdekket frest og massen gjenbrukt i den nye veggen. Det var imidlertid ikke nok fresemasse til å dekke behovet for gjenbruksasfalt (Gja) på anlegget. Entreprenøren valgte derfor å rigge opp et eget mobilt knuseverk som tok imot asfaltflakmasser fra andre steder i distriktet. Noe knust flakmasse ble også kjøpt fra Franzefoss sitt mottak i Trondheim. Kornstørrelsen på fresemassen var 0-25 mm. Knuste flakmasser brukt til forkiling hadde kornstørrelse på 0 – 20 mm. Figur 4 viser utlagt gjenbruksasfalt og oppbygging.

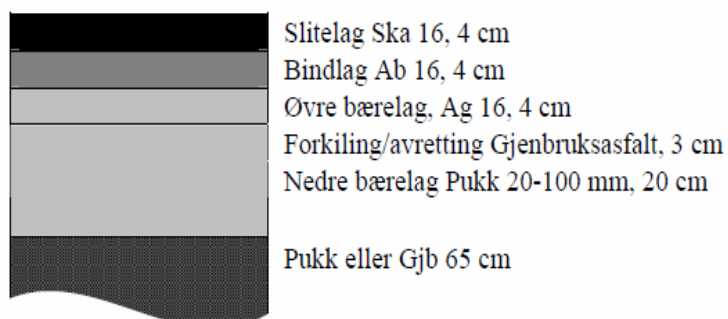
Gjenbruksasfalten ble lagt ut med veghøvel. I likhet med gjenbruksbetong trengs det rikelig med vannning for å oppnå god komprimering. Sammenlignet med bruk av knust fjell er det flere fordeler ved å bruke Gja til forkiling og avretting av pukk:

- Den gir ekstra styrke i vegoverbygningen pga. bedre kontakt mellom nedre bærelag av pukk og de asfalterte lagene i toppen
- Den øker lastfordelingskoeffisienten for nedre bærelag og reduserer dermed kravet til tykkelse på øvre bærelag
- Den beskytter nedre bærelag av sortert pukk i anleggsperioden
- Den gir et godt og tilnærmet vedlikeholdsfritt anleggsdekke
- Den reduserer støvplager både for anleggsfolk og naboer

Anleggets erfaring viste at gjenbruksasfalt tjente på å bli kjørt mye på med gummihjul, dvs. at det ble brukt som anleggsdekke en stund. En minimumsbrukstid mellom legging og asfaltering burde legges inn i kontrakter. Denne tiden ble veldig kort på Melhus nord.

Rapport som omhandler prosjektet:

Gjenbruksprosjektet – Prosjektrapport nr 12/Teknologirapport nr 2423 ”Gjenbruksvegen E6 Melhus”.



Figur 12: Til venstre vises utlagt materiale, og til høyre oppbygging

3.1.2 E6 Svartdalstunnelen

Bærelag – Gjenbruksasfalt, 0-30 mm
Prosjektår: 2000

E6 rampe Svartdalstunnelen er en 4-felts veg til og fra Oslo sentrum og utgjør forbindelse til E6 ved Ryenkrysset. Vegen ble åpnet for trafikk august 2000, med ÅDT i underkant av 20000. Til nedre bærelag (utlagt på avrettet forsterkningslag) er det i dette prosjektet benyttet resirkulert asfalt (knust flakmasse) i en tykkelse på 100 mm. Mengde ca 1000 tonn. Prosjektet har ikke vært gjenstand for spesiell oppfølging. Det er imidlertid mulig at denne massen kan bli noe ”etterkomprimert” av trafikken, noe som i sin tur kan gi utslag på spor- og jevnhetsmålinger, selv om undersøkelser utført noe tid etter ikke viste noen unormal” spor- og jevnhetsutvikling. Se Figur 4 (til høyre) for oppbygging.

Rapport som omtaler prosjektet:

RESIBA – Prosjektrapport 05/2002 ”Ubunden bruk av resirkulert tilslag i vegger og plasser”.

3.1.3 RV 5 Førde Florø – gjenbruksasfalt

Forkiling av forsterkningslag – Gjenbruksasfalt, sortering ukjent
Prosjektår: 2004

I vegprosjektet Rv 5 Førde – Florø ble det gamle asfaltdekket systematisk fjernet med gravemaskin. Massen ble knust og lagt ut som et anleggsdekke, som forkiling på pukklaget i overbygningen. Dette ga både miljømessig og økonomisk gevinst.

3.1.4 RV 4 Blili – Bruflat

Øvre bærelag – Gjenbruksasfalt, sortering ukjent
Prosjektår: 1995

I forbindelse med dekkefornyelse av strekningen Blili-Bruflat på Rv. 4 ble det brukt gjenbruksasfalt i det øvre bærelaget i tykkelse på ca 80 mm. I utgangspunktet manglet bærelaget i sin helhet, asfaltdekke i tykkelse 8-12 cm var lagt rett på forsterkningslaget av kult. Bæreevnen var tilfredsstillende. Strekningen hadde i 1995 en ÅDT på 4100.

Skader som kraftige tverrsprekker og partivis kraftig hjulsporing og innslag av langsgående tverrsprekker gjorde det nødvendig med utbedringer. Asfaltdekket ble freset av og mellomlagret med rikelig tilgang på vann fra landbruksspreder. Partier med langsgående telesprekker ble armert med Tensar SS35 armeringsnett. Som nedre bærelag ble påført velgradert knust fjell, Fk 0-22 mm i tykkelse ca 8 cm. Deretter utførelse av øvre bærelag med gjenbruksasfalt i tykkelse ca 8 cm. Gjenbruksasfalten var i utgangspunktet godt gjennomfuktet og ble i tillegg vannet rikelig umiddelbart etter utlegging. Det ble utført løpende radiologisk kompakteringskontroll. Bindlag av Agb8 i tykkelse 2,5 cm og slitelag av Ska16 i tykkelse 5 cm kompletterte tiltakene.

Tiltaket med bruk av gjenbruksasfalt i bærelaget har bidratt til at vegen står tilnærmet skadefri 14 år senere.

4 Lette fyllmasser

4.1 Hva er lette fyllmasser

Med lette fyllmasser i vegbygging menes materialer som har en lav dimensjonerende densitet, noe som kan utnyttes i områder med setninger og lavere stabilitet. Hensikten med å bruke lette fyllmasser kan være reduksjon av last på undergrunn, reduksjon av jordtrykk på støttemurer og landkar, utjevning av differensialsetninger ved overgang til konstruksjoner hvor man ikke vil få setninger, m.m. Tradisjonelt benyttede lette fyllmasser har vært bark, sagflis, lettbetongavfall, lettklinker og blokker av ekspandert polystyren (EPS). Inntil nylig har det i all hovedsak vært lettklinker (dimensjonerende densitet 600 kg/m^3) og EPS (dimensjonerende densitet 50 kg/m^3) som har konkurrert på dette markedet for Statens vegvesen.

4.1.1 Skumglass

Skumglass er et glassprodukt basert på returglass (flaskeglass, vindusglass, bilglass, lysstoffrør m.m.) i granulær form. Produktet har egenskaper som lav egenvekt, god isolasjonsevne, god stabilitet og høy styrke.

Under Gjenbruksprosjektets periode, var Miljøtek Hasopor AS i Meråker den eneste leverandør av granulært skumglass. I 2009 er det flere tilsvarende produkter på markedet.

Grunnlag for krav og dokumentasjon: Produktet HASOPOR er siden 2005 CE-merket (ETA-05/0187). CE-merkingen utstedes av EOTA (European Organisation for Technical Approvals) via en ETA (European Technical Approval).

4.1.2 Oppkuttete bildekk

I Norge kasseres årlig nærmere 50 000 tonn dekk. Det er produsentenes ansvar å samle inn kasserte bildekk. Dette dekkes opp ved at konsumentene betaler en avgift ved kjøp av dekk.

I løpet av Gjenbruksprosjektets periode var gjenvinningsandelen for kasserte bildekk ca 80 %. Dekk gikk i hovedsak til energiforbrenning men også i noen grad til bruk på anlegg. Resten gikk til eksport. I 2009 er gjenvinningsandelen ca 95 %. Mesteparten klippes opp og 60-70% av dekkklippet eksporteres, for det meste til Finland og de baltiske statene. Der benyttes det som konstruksjonsmateriale i forskjellige typer anlegg, bl.a. deponier. Det øvrige benyttes til energigjenvinning, i hovedsak i sementindustrien.

RagnSells AS er leverandør i Norge og har ansvar for innsamling og bearbeiding (klipping) av materialet. Oppkuttete bildekk produseres i varierende sortering, typisk 100–300 mm. Produktet er lett, drenerer godt, er elastisk og danner stabile konstruksjoner ved komprimering.

Grunnlag for krav og dokumentasjon: CEN«Workshop agreement CWA 14243 samt «TA 1853/2002» «Disponering av rene naturlige masser og gjenvunnet materiale» fra SFT.

Bruksområder: Lett fyllmasse til vegfyllinger og støyvoller. Drenerende lag ved etablering eller avslutning av deponier. Bruk av oppklippede bildekk i vegkonstruksjoner krever miljørisikovurdering og godkjenning fra SFT.

Bruksområder for skumglass: lett fyllmasse og isolasjonsmateriale. Inkludert i Statens vegvesens håndbok 018 Vegbygging og håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging, samt i NS 3458 og NS 3420 I5.

4.2 Eksempler på bruk av skumglass og lettklinker som lett fyllmasse

For informasjon om bruk av skumglass som lette fyllmasse anbefales Gjenbruksprosjektets rapport nr 21 /Teknologirapport nr 2445: ”Gjenbruk av avfallsglass som granulert skumglass i vegkonstruksjoner”.

4.2.1 E6 Levanger, Mulekrysset

Fylling – Skumglass, 10-50 mm
Prosjektår: 2002

Undergrunnen var svak og det ble besluttet å bruke lette masser (skumglass) som fylling mot kulvert. Skumglass i sortering 10-50 mm ble lagt ut med gravemaskin og komprimert. Figur 13 viser skumglass under komprimering.

To prøvepunkter hadde følgende data:

Prøvepunkt 1

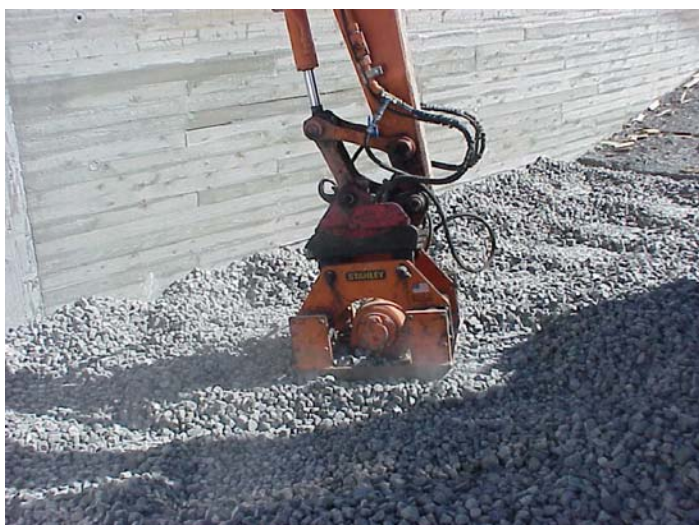
- Utlagt med gravemaskin, lagtykkelse 42 cm ferdig komprimert
- Komprimert med 2,5 tonns vibrovals, 3 overfarer
- Et 20cm tykt gruslag over laget med HASOPOR, avrettet med gravemaskin
- Analyse av opptatt prøve i lab mht. densitet $2,85 \text{ kN/m}^3$ (ikke tørket)

Prøvepunkt 2

- Utlagt med gravemaskin, lagtykkelse 33 cm ferdig komprimert
- Komprimert med gravemaskin (8 tonn), 5 overfarer
- 20 cm gruslag over nærmest HASOPOR-lag, avrettet med gravemaskin
- 50cm med samfengt grus komprimert med 8 tonns vibrovals
- Analyse av opptatt prøve mht. densitet $3,10 \text{ kN/m}^3$

Prøve 2 var mer nedknust enn prøve 1

Vanninnholdet i prøvene var på 6,5 %. I tillegg er det utført densitetsmålinger og korngradering.



Figur 13: Komprimering av skumglass med vibroplate

4.2.2 E6 Steinkjer, Eggevammen

Fylling – Skumglass, 10-50mm
Fylling – Lettklinker
Prosjektår: 2002

Under omlegging av E6 gjennom Steinkjer sentrum ble det konstruert en midlertidig veg forbi påhugget til tunnel for ny E6. Denne midlertidige vegen ble lagt på en fylling av lette materialer (sprengstein nederst og skumglass/Leca øverst). Den midlertidige vegen ble brukt som en prøvestrekning for å studere oppførselen til lette materialer i felt. Målet med undersøkelsene er å skaffe data om hvordan disse materialene oppfører seg i felt hvor de opplever den faktiske belastningen som materialer på veg utsettes for. Figur 14 viser utlegging av skumglass.

Prosjektet er et prøveprosjekt i regi av Gjenbruksprosjektet. Følgende undersøkelser gjennomført på HASOPOR standard og Leca ISO 10-20:

- Kornkurver og densitet av levert og komprimert material
- Fallodmålinger
- Platebelastninger
- Temperaturmålinger
- CPT-målinger
- Slangesetningsmålinger



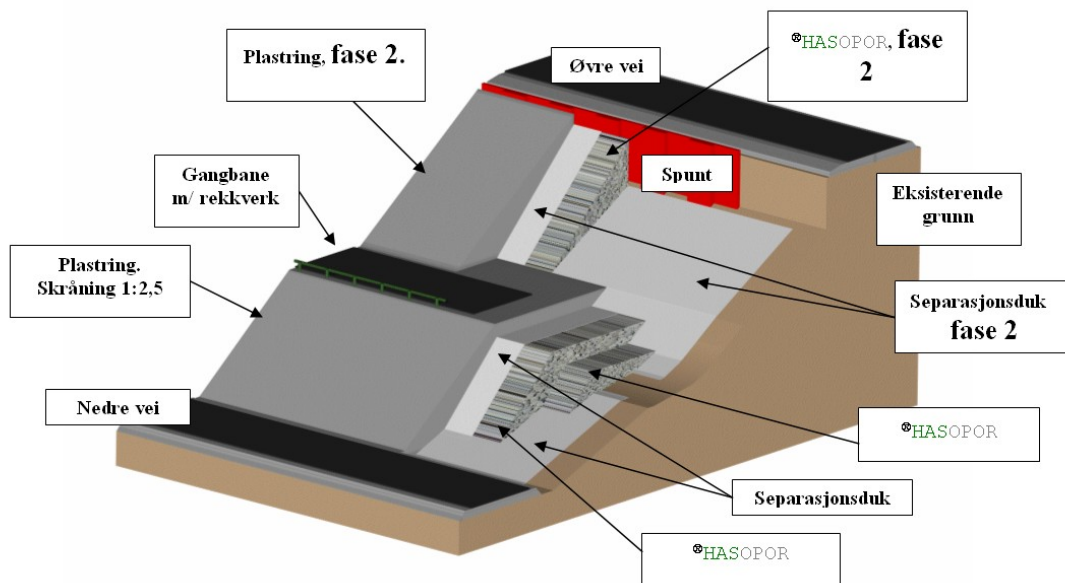
Figur 14: Utlegging av HASOPOR standard med gravemaskin

4.2.3 Lodalen (Oslo) - Gang- og sykkelveg

Forsterkningslag – Skumglass, 10-50 mm
 Prosjektår: 2001

På grunn av fare for utgliding av skråning, ble det valgt å bruke skumglass som lette materialer i underbygning for gang- og sykkelveg. Skumglass ble valgt på grunn av sin lave densitet. Totalt ble 1500 m³ benyttet over en strekning på 100 meter. Figur 15 viser oppbyggingen.

Skumglass, HASOPOR lett, ble lagt ut i opp til 1,5 meter tykke lag med beltegående graver på separasjonsduk over eksisterende grunn, avrettet med graver (8 tonn), og komprimert under utlegging/avretting. Skråning ble lett komprimert med graveskuffe. Komprimering ble utført med 2,5 tonns vibrovals i 2-3 overførter med lav amplitude. Dette gav en komprimering på ca. 20-25 %. Det ble utført densitets- og vannmålinger, samt slangesetningsmålinger.



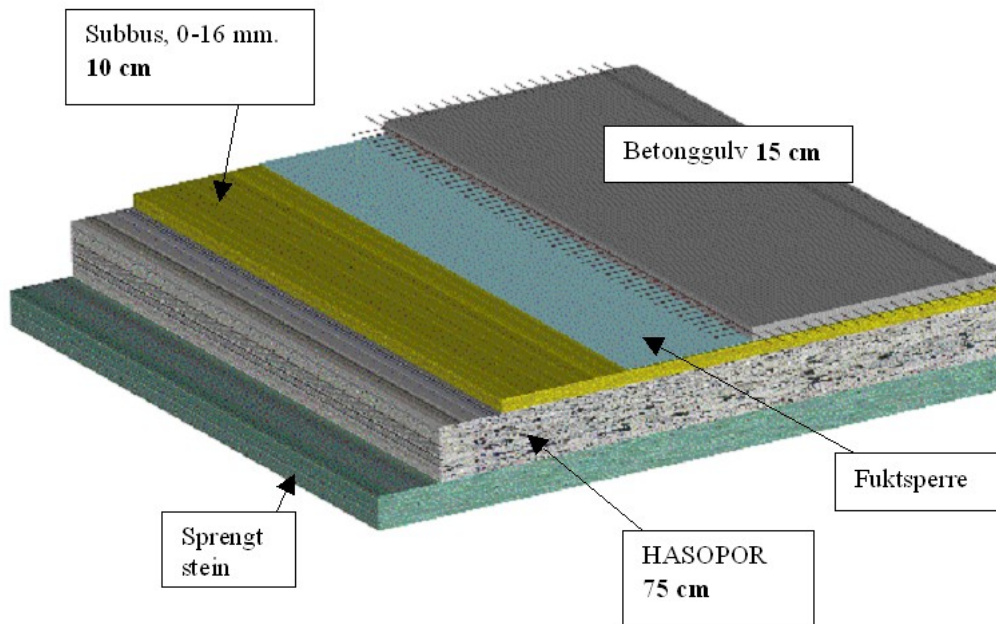
Figur 15: Oppbygging

4.2.4 Postterminalen, Trondheim

Fylling – Skumglass, 10-50 mm
Prosjektår: 2000

Ved bygging av nytt postbygg i Trondheim var det krav om et isolerende og lett materiale under betonggulvet. Lett fylling av HASOPOR lett ble valgt på grunn av dårlig grunn, for å unngå setninger på undergrunn. Materialet ble lagt i tykkelser på 70 cm. Materialet ble lagt ut med 24 tonns graver og komprimert med 10 tonns hjulvals. Komprimeringssvinnet var på 26 %. Figur 16. viser oppbyggingen.

Det ble utført platebelastningsforsøk, der $E_2 = 340 \text{ MPa}$ og $E_2/E_1 = 2,77$.



Figur 16: Oppbygging

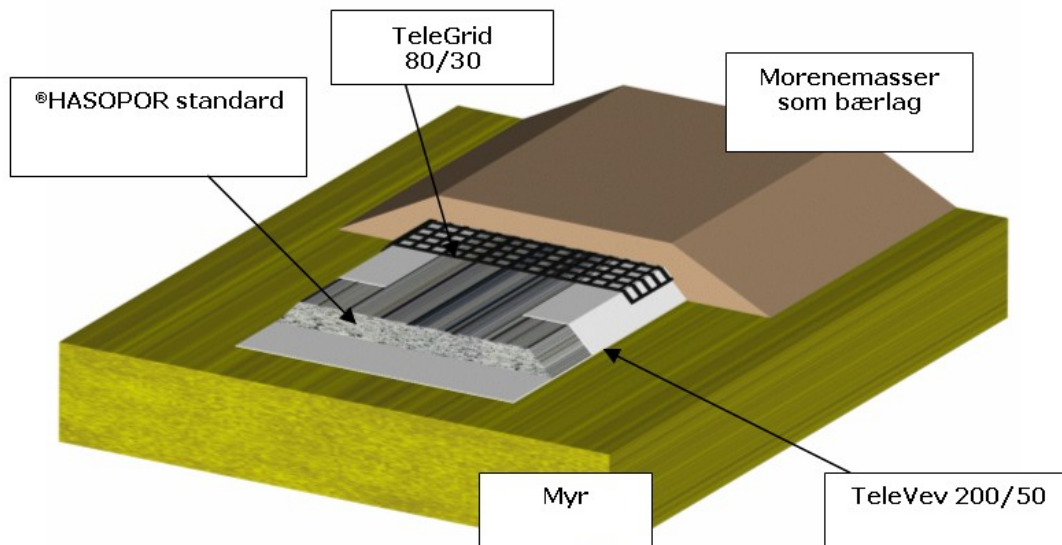
4.2.5 Rena Leir

Forsterkningslag/lett stabil fyllmasse – Skumglass, 10-50 mm
 Prosjektår: 2001

På Rena leir ønsket forsvaret å bygge en ny prøvestrekning for stridsvogner. Området besto stort sett av skog og myr. Målet var å konstruere en underbygning og et forsterkningslag av lette materialer som ville tåle de belastningene som skapes over stridsvogner. Vegen skulle trafikkeres av 70 tonns panservogner med et marktrykk på 91 kN/m^2 . Materialet som ble brukt var HASOPOR standard.

Televev 200/50 ble lagt ut på myren med en overlapping på midten med 1 meter samt tilstrekkelig bredde slik at dens enere kunne brettes inn over skumglasslaget. Et mindre lag skumglass ble lagt ut først som bærelag for lastebilene, slik at de kunne rygge inn og tippe skumglassmassen på plass. Full høyde ble deretter lagt ut med gravemaskin. Materialet ble utlagt i tykkelse på 50 cm og komprimert med skuffen. Televeven ble så brettet inn over skumglasslaget med 1 meter. På toppen av skumglasslaget ble det lagt en TeleGrid 80/30 som er bredere enn skumglasslaget, og dermed ligger ca 30 cm ned langs sidene.

Figur 17. viser oppbyggingen.



Figur 17: Oppbygging

4.2.6 Rv 120

Fylling– Skumglass, 10-50 mm
Prosjektår: 2001

Skumglass (HASOPOR Lett) ble benyttet i en 100 meter lang strekning som lett fylling på undergrunn av sensitiv leire. Totalt ble det benyttet 2359 m³. Figur 18 viser utlegging, avretting og komprimering av skumglass på separasjonsduk.

Massene ble fordelt ut over separasjonsduk av klasse 3 på eksisterende grunn. Utlegging og komprimering ble utført med beltegående doser med et marktrykk på 56 kN/m². Massene ble lagt ut i minimum 1 meter tykke lag og komprimert gjennom belting under utlegging. Separasjonsduken ble brettet inn for å dekke sideskråningen, og ny separasjonsduk ble lagt på toppen. Til slutt kunne forsterkningslag, bærelag og dekke legges ut.

Det ble utført undersøkelser av densitet og vanninnhold, samt slangesetningsmålinger.



Figur 18: Utlegging, avretting og komprimering

4.2.7 Rv 17- Rosendal

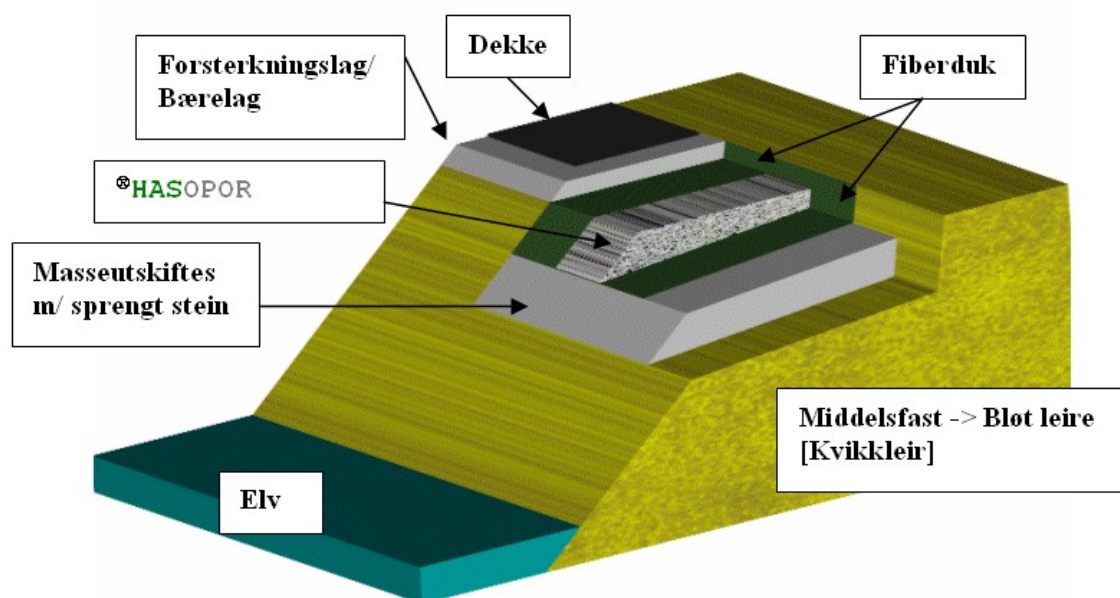
Underbygning – Skumglass, 10-50 mm (HASOPOR tung)
 Prosjektår: 1999

Et parti på omkring 30 meters lengde av ei skråning mellom RV 17 og Skogaelva ved Rosendal på Høylandet hadde rast ut, og det var vanskelige grunnforhold i området med bløt- og kvikk leire langs elva og innover i skråningene. Masseutskifting med sprengstein for ny fyllingsfot langs elva og gjenoppbygging av RV 17 med bruk av lette fyllmasser ble vurdert som det beste alternativet. Figur 19 viser oppbyggingen.

Skumglasset som ble benyttet var fra en tidlig produksjonsfase og er i utgangspunktet tyngre enn det produktet som i dag kalles "HASOPOR type lett". Fokus var på å bygge opp fyllinga og åpne vegen etter raset, og ingen prøver ble tatt under utlegging av materialet.

Skumglass ble fordelt på fiberduk med en lagtykkelse på 70 cm før komprimering, utleggingen ble utført med 30 tonn gravemaskin. Skumglasset hadde en komprimeringsfaktor på 1,4, og det tok 1,5 time å komprimere. Komprimeringen ble utført under utlegging, og det ble punkt komprimert med gravemaskinsskuffen. Skuffen ble også brukt i skråningene. Total tykkelse etter komprimering var på 1 meter i innerkant og 2 meter i ytterkant. Lagtykkelsen ble på ca 50 cm.

Det ble utført undersøkelser av densitet og vanninnhold, samt korngradering tatt fra materialer i fyllingen.



Figur 19: Oppbygging

4.2.8 Rv 769, Heminskaret Namsos

Fylling – skumglass, 10-50 mm (HASOPOR lett)
 Prosjektår: 2002

Skumglass, HASOPOR lett, ble lagt ut som lett fylling mellom EPS blokk og fjell skråning. Massen ble utlagt med gravemaskin, og komprimert med en liten vibroplate og skuffe (gravemaskin). Lagtykkelsen var 200 cm.

Figur 20 viser skumglass, EPS-fylling og utlegging av betong på toppen.



Figur 20: Til venstre vises skumglass lagt mot EPS-fylling, i midten vises skumglass og EPS ovenfra, og til høyre legges det betong på skumglass og EPS

4.2.9 Flere eksempler på bruk av skumglass som lett masse

Fv 868 Troms – Lett fyllmasse av skumglass i sortering 10-50 mm brukt til rassikring av veg
Holmsveden, Gang- og sykkelveg – Bruk av skumglass som underbygning i en gang- og sykkelveg.
Kai, Levanger – Lett fyllmasse mot kai, parkeringsareal
Nordkjosbotn, Troms – forsterkningslag av skumglass brukt som rassikring
Rian bru – Lett fyllmasse mot brukar
Väg 322, Staa-Sandvika – Forsterkningslag og underbygning av skumglass

4.3 Eksempler på bruk av oppkuttete bildekk som lett fyllmasse

4.3.1 Støyvoll Huggenes – kvernet bildekk

Støyvoll – dekkklipp, 100-500 mm

Prosjektår: 2002

På grunn av at grunnen over enkelte strekninger besto av bløte og ustabile leir- og siltmaser, ville plassering av tradisjonelle støyvoller med steinmasser medført stabilitetsproblemer for voll, og setningsproblemer for voll og tilstøtende E6. Det ble derfor besluttet å bygge en lett støyvoll, og en indre kjerne av grovkvernet bildekk ble valgt. Én seksjon av støyvollen ble bygget for miljøovervåking, og skulle overvåkes med hensyn på utlekking av utvalgte miljøgifter i fem år (frem til februar 2008). Om forurensningsnivået fra dekkmaterialet skulle vise seg uakseptabelt, kunne Statens vegvesen bli pålagt å fjerne dekkbitene fra området. Figur 21 viser byggingen av støyvollen.

Støyvollen er ca 450 m lang, og 4 m høy, og inneholder ca 1 million oppkuttete bildekk. For hver 70-80 m er det et 1 m tykt vertikalt jordlag som fungerer som en brannmur. Dekklippene har sortering 100-500 mm, og er lagt ut i en tykkelse på opptil 400 cm. Skråningsvinkelen er 1:1,5.

Utlegging er gjort vha hjullaster og gravemaskin m/beltes. Over planerte masser er det lagt et ca 20 cm tykt gruslag og en duk av geotekstil, før dekkmaterialet ble lagt ut. Over dekklaget er det lagt en bentonittmembran for å hindre vanngjennomgang i vollen. Til slutt ble det lagt et 30-40 cm tykt jordlag. Dekklippene er komprimert vha gravemaskin med belter.

Det ble utført en risikovurdering i forkant av prosjektet iht. SFTs Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. Avstand til drikkevann var 500m, og høyeste grunnvannsstand var 0,5 m



Figur 21: Bygging av støyvollen ved Huggenes

Rapporter fra Gjenbruksprosjektet som omtaler støyvullen og bruk av bildekk generelt:

- Prosjektrapport nr 2/Teknologirapport nr 2310 "Bruk av bildekk støyvoller – Livsløpsvurdering"
- Prosjektrapport nr 5/teknologirapport nr 2357 "Gjenbruk av bildekk i vegbygging - Tekniske og miljøtekniske vurderinger"
- Prosjektrapport nr 5a/Teknologirapport nr 2375 "Miljøovervåkning av 3 pilotprosjekter med oppkuttete bildekk 2001-2003"
- Prosjektrapport nr 5b/Teknologirapport nr 2375 "Gjenbruk av bildekk i geokonstruksjoner. Miljøovervåkning 2001-2007".
- Prosjektrapport 14c /Teknologirapport nr 2435: "Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i veg – Oppkuttete bildekk"

5 Materialer til frostsikring

5.1 Hva er frostsikringsmaterialer

Materialer til frostsikring (isolering) av vegkonstruksjoner karakteriseres ved lav varmeledningsevne, samt materialenes langtidsegenskaper, slik som bestandighet mot fuktopptak. Vanlig benyttede isolasjonsmaterialer er bl.a. skumplast (for eksempel ekstrudert polystyren XPS) og lettklinker (ekspandert leire, ”Leca”).

I fortsettelsen er det gitt noen eksempler på bruk av skumglass som isolasjonsmateriale. Det vises også til prosjektrapport nr 21 ”Gjenbruk av avfallsglass som granulert skumglass i vegkonstruksjoner”.

5.2 Eksempler på bruk av skumglass og lettklinker som frostisolering

5.2.1 E6 Melhus

Frostsikring/isolasjon – Skumglass
Prosjektår: 2002-2005

I forbindelse med bygging av ny E6 gjennom Melhus ønsket Gjenbruksprosjektet å bruke flere typer gjenbruksmaterialer. Byggingen omfatter 8 km ny E6 og 1,7 km ny Rv 708 (tverrforbindelse) inkl en 400 m lang bru over Gaula. Grunnforhold er siltig, sandig grus.

Det ble etablert et forsøksfelt med ulike typer isolasjon for å sikre at retningslinjene i vegnormalene gir ønsket frostsikring, og for å oppnå et riktig konkurranseforhold mellom ulike materialer og løsninger. I tillegg ble det benyttet skumglass som frontisolasjon mot ei bru.

For å unngå ujevnt telehiv ble skumglass brukt til utkiling inn mot sørenden av Lenmælbrua. Skumglasset ligger under vegoverbygningen som har en total tykkelse på 1,0 m. Lagtykkelsen på skumglasset var 20 cm inne ved brua og avtagende til 5 cm 25 m fra brua. Ideelt sett skal utkilingen gå helt ned til 0 cm men dette er ikke praktisk mulig med en så grov masse som skumglass (gradering ca 0-50 mm). Det ble lagt fiberduk både under og over skumglasslaget. Dette ser ut til å være en gunstig løsning både anleggsteknisk og økonomisk. Sammenlignet med tradisjonell utkiling sparer man en større masseflytningsjobb og kommer billigere ut av det på den måten. Sammenlignet med ekstruderte polystyrenplater er skumglass billigere. På tilsvarende måte ble det benyttet skumglass som frostisolasjon under Jaktøya kulvert, som er en 2,40 meter bred stålrørskulvert på nordre parsell.

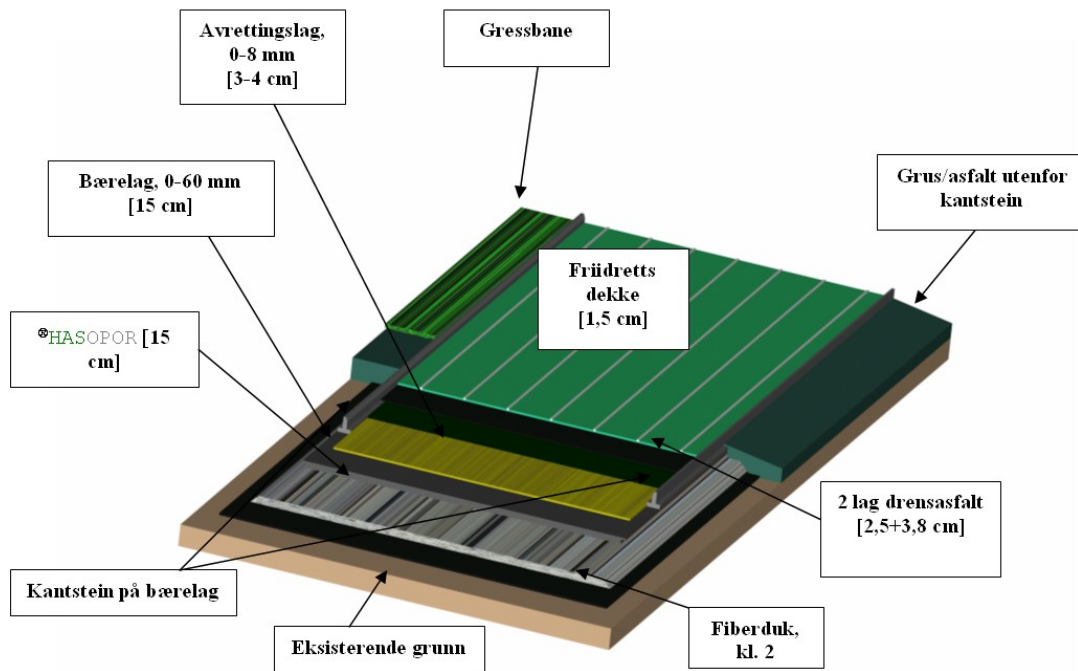
I tillegg til prosjektrapport nr 21 om bruk av skumglass vises det til:
Prosjektrapport nr 12/Teknologirapport nr 2423 ”Gjenbruksvegen E6 Melhus”

5.2.2 Friidrettsbane, Dalgård (Trondheim)

Forsterkningslag – Skumglass, 10-50 mm
 Prosjektår: 2001

Under utbedring av Dalgård idrettsanlegg vedtok Trondheim kommune å prøve med lette materialer. Bruk av skumglass ble gjort med tanke på frostisolering av løpebanene og tilløp for spyd og høyde. 15 cm HASOPOR ble lagt på fiberduk på grunn, deretter bærelag av 0-60 mm grus/pukk, 2 lag med drensasfalt og dekke. Massene ble lagt ut med 12 tonn gravemaskin og komprimert med 2,5 tonn Vibrovals (antall passeringer: 2 stk). Figur 22 viser oppbygging.

Bæreevne ble undersøkt ved falloddsmålinger, beregnet bæreevne var 9 tonn.



Figur 22: Oppbygging

5.2.3 E6 Steinkjer, Eggevammen

Forsterkningslag/frostisolasjon – Skumglass, 10-50 mm

Forsterkningslag/frostisolasjon – Lettklinker

Prosjektår: 2002

Ved siden av E6 ble det lagt en G/S-veg som ble frostisolert med lettklinker og skumglass, ikke for å redusere teleskader, men for å kunne dokumentere isolasjonseffekten. Målet med undersøkelsene er å skaffe data om hvordan disse materialene oppfører seg i felt hvor de opplever den faktiske belastningen som materialer på veg utsettes for.

Frostsikringslaget ble lagt så tynt at frosten ville nå igjennom, siden hensikten var å dokumentere isolasjonseffekten, ikke å redusere teleskader. Det ble ikke lagt fiberduk mellom fylling og frostsikringslag, og mellom frostsikringslag og bærelag.

Begge materialene ble lagt ut med beltegående gravemaskin, og komprimert med vals av ukjent tyngde etter at bærelaget var lagt. Lettklinkerlaget ble til en viss grad komprimert før bærelaget ble lagt ved at gravemaskinen kjørte over det.

Prosjektet er et prøveprosjekt i regi av Gjenbruksprosjektet. Følgende undersøkelser gjennomført på HASOPOR standard og Leca ISO 10-20:

- Kornkurver og densitet av levert og komprimert material
- Fallodmålinger
- Platebelastninger
- Temperaturmålinger
- CPT-målinger
- Slangesetningsmålinger

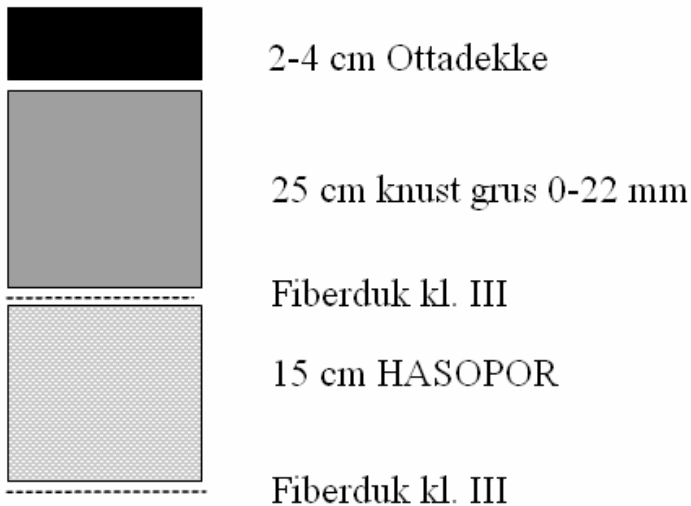
5.2.4 Rv 219 Atna-Mogrenna

Forsterkningslag/frostisolasjon – Skumglass, 10-50 mm
 Prosjektår: 2000

Strekningen var plaget av teleproblematikk og det ble valgt å bruke skumglass fra HASOPOR i forsterkningslaget som frostisolasjon. Strekningen hadde en ÅDT på ca 250 med 14 % lange kjøretøyer. Den totale lengden var på 300 meter, bredde 6,5 meter og et volum på ca 400 m³.

Skumglass ble fordelt på fiberduk med en lagtykkelse på 70 cm før komprimering. Utlegging ble utført med en 30 tonn gravemaskin. Materialet ble komprimert under utlegging og punkt-komprimerte med gravemaskinsskuffen. Man brukte skuffen også i skråningene. Total tykkelse etter komprimering: 1 meter i innerkant og 2 meter i ytterkant. Lagtykkelsen på skumglasslaget var på ca 50 cm. Figur 23 viser oppbygging.

Arbeid gjennomført i 2000. Under befaring i 2002 ble det ikke registrert synlige skader/deformasjoner på strekningen. I tillegg er det utført spor- og jevnhetsmålinger.



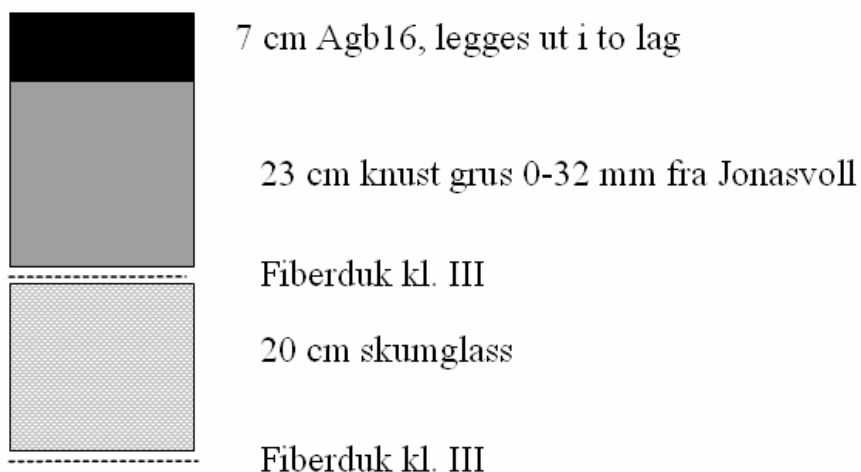
Figur 23: Oppbygging

5.2.5 Rv 31 ved Steinåsen

Forsterkningslag/frostisolasjon – Skumglass, 10-50 mm
Prosjektår: 2000

På grunn av problem med kraftige telehiv og oppsprekking på venstre side av veien (skjæringssida) ble det lagt ut skumglass som frostisolasjon i forsterkningslagnivå. Det var fra før lagt dypdrenering, men dette så ikke ut til å ha vært tilstrekkelig til å få hindret telehivet. Figur 24 og Figur 25 viser henholdsvis oppbygging og utlegging.

Eksisterende vegoverbygning ble trauet ut til dybde 55 cm. Ny overbygning med isolerende lag av skumglass ble lagt ut. Skumglasset ble fordelt utover med beltegående gravemaskin. Ingen komprimering direkte på skumglasset. Komprimeringen ble kontrollert med platebelastning. Komprimeringen ble kontrollert ved platebelastningsforsøk; $E_{v2} = 540$ MPa og $E_{v2}/E_{v1} = 1,97$ MPa. I tillegg ble det utført falloddsmålinger på ferdig lagt toppdekke, snittverdien var 12 tonns aksellast.



Figur 24: Oppbygging



Figur 25: Utlegging

5.2.6 Flere eksempler på bruk av skumglass som frostsikring

Väg 321, Hammarnäset (Sverige) – Frostisolering av stikkrenner med skumglass HASOPOR Lett, sortering 10-50 mm

Väg 322, Åre (Sverige) – Frostisolering med skumglass, HASOPOR standard, sortering 10-50 mm

Väg 504, Lillhårdal (Sverige) – Frostisolering med skumglass, HASOPOR standard, sortering 10-50 mm

6 Riving

Miljøriktig riving er en betingelse for gjenbruk. Fjerning av miljøfarlige stoffer er lovpålagt. Etter denne viktigste betingelsen er tilfredsstilt, er videre håndtering av riveobjektet og rivemassene avhengig av en hel rekke faktorer. Man skulle generelt etterstrebe bruk av massene på høyt teknisk nivå som mulig. Det er imidlertid også viktig å ta hensyn til summen av miljøbelastningen når transporten og/eller behandlingen er inkludert.

6.1 Eksempler på riving med tanke på gjenbruk

6.1.1 E6 Klemetsrud – Assurtjern

Riving og gjenbruk av kunst betong
Prosjektår: 2002

På anlegget E6 Klemetsrud - Assurtjern ble det revet fotgjengeroverganger og massene lagret for senere gjenbruk på samme anlegg. Rutiner for håndtering av riveobjekter og tilhørende rivemasser ble gjennomgått og forslag til prosedyrer for håndtering av rivemasser med tanke på gjenbruk ble formulert. Det ble laget en sjekkliste for kontroll av massenes egnethet for gjenbruk.

For mer informasjon, se Gjenbruksprosjektets prosjekttrapport 18 ”Gjenbruksvegen E6 Klemetsrud – Assurtjern”.

6.1.2 E6 Melhus

Riving og ombruk av bygninger
Prosjektår: 2002-2005

Bygging av ny E6 Melhus berørte mange bygninger, og det ble lagt vekt på å finne frem til miljømessig gode løsninger for håndtering av denne bygningsmassen. Totalt ble 41 bygninger revet, flyttet eller gjenbruk, fordelt på:

- 7 industribygg
- 23 eneboliger
- 7 campinghytter
- 4 mindre byggverk

Det ble valgt ulike løsninger for håndtering av bygningene:

- Helflytting
- Nedriving til deponi/avfallsmottak
- Selektiv riving med maskiner eller håndarbeid
- Styrketesting og annen forskning.
- 5 hus ble brukt til brannøvelser/testing av nytt utstyr

Figur 26 viser et eksempel på flytting av hus.

For de største riveoppdragene ble den første overfladiske miljøkartlegging utført av byggherren på anlegget. Etter det ble oppdraget ble satt bort gjennom anbudsrunder. Asbest/eternitt ble kjørt til mottak, PCB-forurenset betong gikk til internt godkjent deponi og ren betong gikk til gjenbruk i veg og til sidefylling.



Figur 26: Alternativ: flytting av hus i seksjoner

Les mer i følgende rapporter fra Gjenbruksprosjektet:

Prosjektrapport nr 12/Teknologirapport nr 2423 ”Gjenbruksvegen E6 Melhus”

Prosjektrapport nr 20 /Teknologirapport nr 2377 ”Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling”

6.1.3 Lofast - Riving av Kåkern og Djupfjorden bruer

Miljøsanering ved riving av bru med tanke på gjenbruk

Prosjektår: 2004

Kåkern og Djupfjorden hengebruer ble revet med tanke på gjenbruk, og det ble derfor utført en miljøsanering for betong og ståldeler. Bruene ble bygget i perioden 1958-1961, og det er ikke kjent at det ble brukt miljøskadelige tilsetningsstoffer i ordinær betong for anleggsformål i denne perioden. Kablene på den ene brua var spunnet i blymønje. Reparasjoner har vært gjort i perioden etter 1980. Selv om kommunene ikke krevde avfallplan, ble det utarbeidet en grov plan for stål og betong med tilhørende mengder. Restavfall ble levert på deponi. Farlig avfall ble levert til godkjente sluttbehandlere. Deklarasjonsskjema for levering av farlig avfall ble besørget av entreprenøren

Knust betong skulle nyttes til utfyllingsmål i kommunen, og knusing og mellomagring ble i hovedsak utført på byggeplassen. Med bakgrunn i miljøsaneringen var det rimelig å anta at betongen ikke inneholdt miljøfarkige stoffer (for eksempel PCB), og laboratorietester ble dermed ikke utført.

Både ubehandlet (armeringsjern og innstøpte stålbjelker) og overflatebehandlet stål ble sendt til Fundia for gjenvinning. Kablene ble klippet opp i ca 6 meters lengder på byggeplass, det ble lagt duk med sand/grus på bakken for å samle opp avfall som oppsto ved klipping. Avfallet som inneholdt en viss mengde bly fra malingen ble levert på lovlig deponi.

Totalt inneholdt bruene:

- Ca 1450 tonn betong
- Ca 136 tonn armeringsjern
- 220 tonn stål, hvorav ca 120 tonn var overflatebehandlet

Følgende overflatebehandling var brukt på bruene:

- Alle ståldeler inkl. skruer og bolter var galvanisert

- Grunning (1960): Calciumplumbat, som er en blymønje
- Dekkstrøk (1969): Episeal, epoxymaling
- Dekkstrøk (1969): Lagoline dekkmalning, produsent International. Malingen heter i dag Interlac 665

6.1.4 FV 251 – riving av Tjønnøybrua

Riving og ombruk av alle materialer
Prosjektår: 2004

Ved riving av den gamle Tjønnøybrua (290 m) på fylkesveg 251 i Møre og Romsdal ble det planlagt å rive med tanke på å gjenbruke alle materialer:

- Betongen pigges/bites ut og brukes på nærliggende fylling for fiskefabrikk. (1800 tonn)
- Armeringen/rekkverket tas ut og gjenvinnes i stålverk
- Lysmaster brukes om igjen av velforening

7 Andre materialer

Det anbefales å lese Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr 20 ”Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling”.

7.1 Flyveaske

7.1.1 Intern vei/transportområde Norske Skog, Skogn

Oppbygging av veg – Flyveaske fra biobrensel
Prosjektår: 2000

Norske Skog har tillatelse til deponering av flyveaske fra biobrenselanlegget på egen tomt i Skogn. Som et forsøk er det benyttet flyveaske i ca. 2 meter tykkelse på en del av det interne trafikkområdet for å teste ut bæreevne av massene. Rapportene under omtaler prøvinger som ble utført i forbindelse med prosjektet. Oppgraving viser at massene er blitt meget faste.

Rapporter som omtaler prosjektet ble skrevet av Scandiaconsult og kan fås ved henvendelse til Norske skog.

7.1.2 Flyveaske som tilsetning i kalksementpeler

Prosjektet: Nordre Avlastingsveg, Ila i Trondheim
Prosjektår: 2004

På Nordre avlastningsveg i Trondheim gjennomførte Statens vegvesen et prøveprosjekt med bruk av filteraske (flyveaske) fra forbrenningsanlegget til Norske skog i Skogn som tilsetning i kalksement peler.

Kalksement peler er i dag en utbredt metode for å stabilisere bløte og vanskelige jordarter, spesielt leire, i forbindelse med utgravinger, oppfyllinger etc. Vanligvis benyttes ulesket kalk og standard Portlandsement som stabiliseringsmiddel. Løsmassene som skulle stabiliseres i dette prosjektet, var til dels ren silt og egnet seg derfor ikke like godt til stabilisering som leirematerialer. Ved tilsetning av en finere fraksjon, flyveaske, vil massene kunne gjøres mer egnet til stabilisering med kalk/sement. Forhåndsundersøkelser av kalksementblanding med tilsatt flyveaske ble i forkant utført på Sentrallaboratoriet for Statens vegvesen.

Resultatene fra prøver blandet i laboratoriet og opptatte prøver herdet i laboratoriet viser at bruk av flyveaske i tillegg til kalk og sement har en positiv effekt på styrke- og deformasjonsegenskapene til det stabiliserte materialet.

Mer om prosjektet:

Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr 22 /Teknologirapport nr 2447 ”Flyveaske fra papirproduksjon brukt i kalksementpeler”.

7.2 Kompostert slam

7.2.1 E-134 Hegstad Damåsen - kloakkslam med bark

Vekstlag – Kompostert slam
Prosjektår: 2001

Ved E 134 Hegstad-Damåsen (Hokksund-Kongsberg) ble det brukt kompostert kloakkslam blandet med bark på skråninger pga. en del "skrinne" strekninger med lite vegetasjonsmasse i området. Blandingsforholdet var 33 % kloakkslam og 66 % bark. Massen hadde ligget ferdigblandet i et år hos leverandør, og var i praksis luktfri. Massen ble fordelt utover med spredevogn, noe som sikret jevn og fin utlegging. Figur 27 viser utlegging og resultat.

Slammassen holder på fuktigheten og sikrer gode forhold for gresset, trefibrene som er igjen i barken gir stabile skråninger mens røttene utvikler seg. Gress og markblomster trives godt i det næringsrike laget, samtidig er det ikke dypt nok til oppvoksing av busker og trær.

Slammet ble levert med varedeklarasjon, og var garantert fri for salmonellabakterier, det har TBK langt under kravet i slamforskriften, og tungmetallinnhold langt under kravene til SFT. Søknad om godkjenning ble sendt til Landbrukskontoret i Hokksund, godkjenning ble innvilget. Det var ikke drikkevannskilde i nærheten.

Slammet er lagt ut i tre felt. Massene ble fordelt utover med spredevogn, dette sikret en jevn og fin utlegging uten behov for etterarbeide med gravemaskin. To år etter utlegging vises ingen tegn til erosjon, og arealene er fine og grønne

Mer informasjon:

Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr 20/Teknologirapport nr 2377 "Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling".



Figur 27: Til venstre vises utlegging av masser og til høyre vises det endelige resultatet

7.2.2 E-6 Akershus Grense- Øsftold - Kompostert slam på skråninger

Erosjonssikring – Kompostert slam
Prosjektår: 2004

Ved E6 Taraldrud ble det benyttet slam på skråninger. Prosjektet var delvis mislykket på grunn av kraftig vekst av ugress (burot).

Mer informasjon:

Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr 20/Teknologirapport nr 2377 ”Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling ”.

7.2.3 Hoppbakken i Vikersund

Erosjonssikring – Kompostert slam
Prosjektår: 2000

Skiflygingsbakken i Vikersund hadde i mange år vært plaget av erosjon på grunn av nedbør. Sommeren 2000 ble det investert i et nytt gressdekke i bakken. På et godt drenerende underlag ble det lagt en landbrukskompost som så ble sådd med kvitkløver. Resultatet ble meget vellykket; ikke en gang kombinasjonen av nysådd gress og store nedbørmengder ødela den nye bakken og unnarenet stod like fint. Figur 28 viser hoppbakken.



Figur 28: Hoppbakken i Vikersund

Mer informasjon:

Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr 20/Teknologirapport nr 2377 ”Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling ”.

7.3 Returplast

7.3.1 E-134 Drammen Mjøndalen

Støyskjerm – Returplast
Prosjektår: 2001

Ved E 134 Drammen Mjøndalen ble det brukt returplast til bygging av støyskjermer på to bruer og som overgang fra bru til nærliggende voll på begge sider av landkarene. Produktet er svensk og består av en blanding med 25 % sagmugg og 75 % returplast. Til støyskjerm blir det brukt bord/plank med eller uten not/fjør, og kan leveres i forskjellige farger.

Lengden på skjermene var 64 m fordelt på to bruer. Støyskjermen var bygd opp av planker som har not og fjør for å få en tett vegg, utenpå er det avstivende lameller, og på toppen var det lagt metallbeslag for å hindre innsig av vann. Dimensjonen var 37x140 mm på støyplanken og 20x100 på avstivningsbordet, og hadde en vekt på ca 40 kg/m². Byggehøyden var på 1,2 m over terreng. Siden stolpene til rekkeverkene på bruene er basert på HEA 120-profil, kunne støyskjermene av returplast plasseres i steghøyden til stolpene uten videre bearbeidelse. Skjermene ble montert av et arbeidslag på to mann, ved hjelp av en liten lastebil med kran. Samlet monterings tid var to dager, inkl. arbeid med fundamentering inn i jordvoll.

Mer informasjon:

Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr 20/Teknologirapport nr 2377 ”Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling”.

7.3.2 E6 Melhus

Støyskjerm – Returplast
Prosjektår: 2002-2005

I forbindelse med bygging av ny E6 gjennom Melhus ønsket Gjenbruksprosjektet å bruke flere typer gjenbruksmaterialer. Byggingen omfatter 8 km ny E6 og 1,7 km ny Rv 708 (tverrforbindelse) inkl en 400 m lang bru over Gaula. Grunnforhold er siltig, sandig grus.

Figur 29 viser støyskjerm under oppbygging. Støyskjermen som ble brukt var laget av massiv plast uten fiber eller hulrom. Plankene av plast ble levert i standard mørkegrå farge. Denne fargen var ikke som forutsatt på søndre parsell, og det ble derfor valgt å ikke bruke disse her. Plankene ble i stedet brukt på overgangsskjermer mot bruer på nordre parsell. Det er brukt plastplanker på innsiden av skjermen, mens det på den siden som vender ut mot omgivelsene er brukt vanlig trykkimpregnert treskjerm. I alt 180 meter skjerm med varierende høyde mellom 0,5 og 2,5 meter er satt opp.

Rapporter fra Gjenbruksprosjektet som omtaler prosjektet:
Prosjektrapport nr 20 /Teknologirapport nr 2377 ”Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling”.
Prosjektrapport nr 12 /Teknologirapport nr 2423 ”Gjenbruksvegen E6 Melhus”



Figur 29: Støyskjerm under oppbygging

7.4 Skumglass som skråningsdrenering

7.4.1 E6 Melhus

Skråningsdrenering – Skumglass pakket i fiberpølser ”Drain Bags”
Prosjektår: 2002-2005

I forbindelse med bygging av ny E6 gjennom Melhus ønsket Gjenbruksprosjektet å bruke flere typer gjenbruksmaterialer. Byggingen omfatter 8 km ny E6 og 1,7 km ny Rv 708 (tverrforbindelse) inkl en 400 m lang bru over Gaula. Bruk av gjenbruksmaterialer på E6 Melhus kommer inn under Gjenbruksprosjektets DP 6 Gjenbruksvegen. Grunnforhold er siltig, sandig grus.

I skråningen hvor skumglasspølsene ble brukt var det problemer med overflateerosjon som følge av stor grunnvannstrømning i siltige masser. Skumglass ble pakket i fiberdukpølser (”Drain bags”) med lengde ca 2,5 m, diameter ca 40 cm og vekt ca 30 kg. Filter- og dreneegenskapene til fiberduken er tilpasset de aktuelle skjæringsmassene. Skumglasspølsene ble lagt på fire ulike måter:

- 1) 5 m avstand med tildekking med kokosmatter
- 2) 5 m avstand uten tildekking med kokosmatter
- 3) 7,5 m avstand med tildekking med kokosmatter
- 4) 7,5 m avstand uten tildekking med kokosmatter

Se også prosjektrapport nr 12 /Teknologirapport nr 2423 ”Gjenbruksvegen E6 Melhus”.



Figur 30: Skumglass pakket i fiberpølser som skråningsdrenering

Vedlegg 1

RAPPORTOVERSIKT STATENS VEGVESENS GJENBRUKSPROSJEKT 2002-2005

Prosjekt-rapport nr.	Intern rapport nr. ¹⁾	Tittel	Del-prosjekt	Utarbeidet av
1	2309	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 1: Gjenbruk av knust betong og tegl i vegbygging Testing av mekaniske egenskaper – Erfaringsinnsamling	DP3	Joralf Aurstad, SINTEF
2	2310	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 2: Bruk av bildekk i støyvoller – Livsløpsvurdering	DP2 / DP5	Karin Synnøve Østby, stud. techn. NTNU
3	2350	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 3: Varm asfaltgjenvinning i verk	DP4	Olav Ruud, ATI et al.
4	2351	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 4: Kontroll og dokumentasjon av returafalt	DP4	Olav Ruud, ATI
5	2357	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 5: Gjenbruk av bildekk i vegbygging – Tekniske og miljøtekniske vurderinger	DP5	Arnt-Olav Håøya, Rambøll AS og Roald Aabøe, Statens vegvesen
5A	2375	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 5A: Miljøovervåking av 3 pilotprosjekter med oppkuttete bildekk 2001-2003	DP5	Arnt-Olav Håøya og Guro Thue Unsgård, Rambøll AS
6	2408	Erfaringer fra feltstrekninger med kaldblandet gjenbruksafalt - Vurdering av tilstandsutvikling og dekkelevetid	DP4	Joralf Aurstad, SINTEF et al.
7	2420	Materialeegenskaper for kaldblandet gjenbruksafalt - vannfølsomhet og styrkeparametere	DP4	Johnny Stenshagen, Mesta as, Øivind Moen, Veidekke ASA et al.
8	2421	Feltforsøk med ubundet asfaltgranulat - Avsluttende undersøkelser på forsøksstrekningene på Fornebu	DP4	Ragnar Bragstad, ATI et al.
9	2410	Materialstrøm for gjenvunnet afalt	DP4	Ragnar Evensen, Via Nova et al.
10	2411	Frostbestandighet av resirkulert tilslag	DP3	Synnøve A. Myren, Statens vegvesen og Jacob Mehus, NBI /Standard Norge
11	2422	Gjenbruk av knust betong i vegbygging. Mekaniske egenskaper og testmetoder for resirkulert tilslag	DP3	Joralf Aurstad, SINTEF et al.
12	2423	Gjenbruksvegen E6 Melhus	DP6	Jostein Aksnes og Dag Atle Tangen, Statens vegvesen
13	2431	Materialdeklarasjon av resirkulert tilslag. Uttesting av deklarasjonsordning	DP3	Synnøve A. Myren, Statens vegvesen og Jacob Mehus, NBI /Standard Norge
14	2432	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging	DP2	Gordana Petkovic, Statens vegvesen et al.
14A	2433	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – sementbaserte materialer	DP2	Christian J. Engelsen, NBI /Sintef Byggforsk et al.
14B	2434	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – afalt	DP2	Torbjørn Jørgensen, Statens vegvesen et al.
14C	2435	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – oppkuttete bildekk	DP2	Arnt-Olav Håøya, Rambøll AS et al.

14D	2436	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – Skumglass	DP2	Arnt-Olav Håøya, Rambøll As et al.
15	2437	Finstoffinnhold i gjenbruksbetong	DP3	Joralf Aurstad, Statens vegvesen et al.
16	2438	Kjemisk nedbrytning av resirkulert tilslag. Forsøk med akselerert vanngjennomstrømning	DP3	Christian J. Engelsen, NBI /SINTEF Byggforsk et al.
17	2439	Konstruksjonsbetong med resirkulert tilslag	DP3	Synnøve A. Myren, Statens vegvesen og Jacob Mehus, NBI /Standard Norge
17A	2440	Støttemur ved E6 Taraldrud. Anleggstekniske erfaringer med bruk av knust betong i nye betong	DP3 /DP6	Dag Atle Tangen, Brobyggern AS /Statens vegvesen
18	2441	Gjenbruksvegen E6 Klemetsrud – Assurtjern	DP6	Dag Atle Tangen, Brobyggern AS /Statens vegvesen
19	2442	Reelle muligheter for gjenbruk – status ved avslutning av Gjenbruksprosjektet	DP7	Gordana Petkovic, Statens vegvesen
20	2377	Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling	DP8	Dag Atle Tangen, Brobyggern AS /Statens vegvesen
21	2445	Gjenbruk av avfallsglass som granulert skumglass i vegkonstruksjoner	DP5	Roald Aabøe, Statens vegvesen et al.
22	2446	Flyveaske fra papirproduksjon brukt i kalksementpeler	DP5	Guro Brendbekken, Optimal geoteknikk et al.

¹⁾ Teknologivdelingens rapportserie (Internrapporter, fra juni 2005 Teknologirapporter)

Vedlegg 2

RESIBA prosjektet – ”Resirkulert tilslag i bygg og anlegg”

Hensikten med RESIBA-prosjektet var å finne fram til anvendelsesområder for resirkulert tilslag som hovedsakelig består av knust betong og tegl.

Prosjektet startet 1999 og ble avsluttet i juni 2002. Prosjektet var finansiert av ØkoBygg-programmet (statlig finansiert gjennom GRIP-senteret). Prosjekteier var BA Gjenvinning AS (delvis eid av Veidekke ASA) og prosjektleder er Norges Byggforskningsinstitutt (NBI). Øvrige deltakere var Statens vegvesen, Kontrollrådet for betongprodukter, Akershus fylkeskommune, Oslo kommune (PBA), Optiroc AS (Leca).

Rapporter:

- Veileder for bruk av resirkulert tilslag
- Prosjektrapport 01/2000: Bruk av resirkulert tilslag i bygg og anlegg – status 2000
- Prosjektrapport 02/2002: Materialeegenskaper for resirkulert tilslag
- Prosjektrapport 03/2002: Miljøpåvirkning ved bruk av resirkulert tilslag
- Prosjektrapport 04/2002: Forslag til deklarasjonsordning for resirkulert tilslag
- Prosjektrapport 05/2002: Ubunden bruk av resirkulert tilslag i veger og plasser
- Prosjektrapport 06/2002: Ubunden bruk av resirkulert tilslag i VA-grøfter
- Prosjektrapport 07/2002: Bruk av resirkulert tilslag i sementbaserte produkter

Rapportene kan fås ved henvendelse til SINTEF Byggforsk.

Vedlegg 3

Gjenvinningsbransje i endring: resirkulert tilslag

Gordana Petkovic, Vegdirektoratet

Gjenvinningsbransjen i Norge har i løpet av de siste 10 år gjennomgått flere faser. Her er det fokus på resirkulert tilslag av knust betong.

På slutten av 90-tallet

- ...var det et stort engasjement fra byggebransjen om rasjonalisering av ressursbruk og dermed også resirkulering av avfall og bruk av avfallsbaserte materialer.
- Et bransjeprojekt RESIBA (RESirkulert tilslag I Bygg og Anlegg) med deltakelse fra Veidekke, BA Gjenvinning, Byggforsk, Statens vegvesen, Akershus fylkeskommune, Leca og Block Watne var starten på organisert utredning av muligheter for bruk av resirkulert tilslag. Prosjektet satte også rammer for dokumentasjon av egenskaper til resirkulert tilslag, et viktig skritt i utviklingen fra en "masse" via "materiale" til "produkt".
- På den tiden var det store og sterkt uttalte forventinger til Vegvesenet om å bidra til forbruket av resirkulert tilslag (knust betong) i vegbygging samt til å "åpne" for bruk av dette materialet i sitt regelverk.
- BA Gjenvinning var det eneste mottaket for rivemasser av betong i Osloområdet, men man antok at antallet slike gjenvinningsanlegg bare skulle øke i årene fremover.

År 2002 startet Statens vegvesen sin satsing på gjenbruk, Gjenbruksprosjektet - et FoU-prosjekt med offisiell prosjektperiode 2002-2005, men med aktivitet utover den perioden.

- Prosjektet hadde som målsetning å *tilrettelegge for gjenbruk* og resirkulert tilslag var det materialet vi satset mest på.
- Gjennom utredning i laboratorie- og feltprøving fikk vi dokumentert meget gode egenskaper av resirkulert tilslag. Det viste seg at dette materialet, brukt på riktig måte, kan erstatte gode steinmaterialer i flere bruksområder. Vi formulerte krav til egenskaper som dette materialet skulle tilfredsstillende for bruk i vegbygging og introduserte det i Statens vegvesens håndbok 018 Vegbygging, på lik linje med andre vegbyggingsmaterialer.
- De utvalgte bruksområder (forsterkningslag i veger, bærelag i gang- og sykkelveger) var tilstrekkelig til å bruke hele mengden resirkulert tilslag som ble produsert på den tiden i Norge, ca 1 mill tonn. Vi fikk også gjennomført utprøving av materialet i fullskala (E6 Klemetsrud - Assurtjern, E6 Melhus). Prøveprosjektene bekreftet gode egenskaper, i noen tilfeller bedre enn steinmaterialer.
- Gjenbruksprosjektet satset mye på utredning av *renhet* av resirkulert tilslag, og utviklet en metodikk for beregning av maksimalt tillatt innhold av miljøfarlige stoffer for bruk i en "standard" veg. Dette gjorde vi fordi en hovedbetingelse for gjenbruk er at betongmassene er rene, at de er et resultat av *miljøvennlig riving* eller miljøsanering. Om ikke man hadde kontroll på renhet, kunne man løse det ene miljøproblemet (reduere avfallshaugen), men skape et nytt problem (utlekking av miljøfarlige stoffer fra knust betong ut i naturen).
- Det at entreprenørvirksomheten ble skilt ut av Statens vegvesen 2003, fikk Statens vegvesen en utfordring å definere og tilspisse sine krav til entrepriser, bl.a. krav til avfallsplaner og miljøsanering (også i kommuner der dette ikke var krav), krav til alternative løsninger som inkluderer gjenbruksmaterialer, vektning av miljø i anbudskonkurranser med mer. Dette arbeidet er imidlertid tidkrevende. Viktige enkeltfremskritt ble gjort og gjøres i enkeltprosjekter.

Ca 2005, mot slutten av Gjenbruksprosjektet, var situasjonen slik:

- Resirkulert hadde blitt introdusert i "vegnormalen", det fantes en deklarasjonsordning for resirkulert tilslag, gode miljø- og anleggstekniske egenskaper var dokumentert for en rekke bruksområder.

- Materialet (resirkulert tilslag) var imidlertid ikke til å skaffe noe sted!!!
- BA Gjenvinning var fortsatt det eneste mottaket for rivemasser av betong, med synkende volum betongavfall levert til gjenvinning. Knust betong havnet alle andre steder enn på gjenvinningsanlegg. Den ble brukt til lavverdige formål, slik som fyllinger eller terrengutjevning og på kort avstand fra stedet der det oppsto som avfall. En del ble også ulovlig ”dumpet”.
- For Statens vegvesen (som forventet bruker) er en slik ordning (eller mangel på ordning) direkte hemmende. Vegvesenets prosjekter er avhengige av tilgang til større mengder resirkulert tilslag, med noenlunde *jevn kvalitet* og, ikke minst, *dokumentert kvalitet*, inklusivt renhet. Faktum at rivemassene av betong ikke ble levert til gjenvinningsanlegg hadde som konsekvens at man vanskelig kunne få til en *rutine* på produksjon, testing, omsetting og anvendelse av resirkulert tilslag. Ulønnsomhet i starten var et hinder til videre utvikling.
- Gjenbruksprosjektet protesterte mot tilsynelatende manglende interesse hos miljømyndighetene til å *styre* avfallet et sted der det kunne bli brukt til høyverdige formål, som *erstatning for gode steinmaterialer*, bl. a. av Statens vegvesen. Spørsmålet var: ønsker miljømyndighetene å bidra til at resirkulert betong brukes til høyverdige formål som erstatning for gode steinmaterialer? Eller godtar man at det er transportkostnader som styrer betongavfallet til fysisk nærliggende steder og lavverdige bruksområder? Hva som er samfunnsøkonomisk riktig er imidlertid ikke Vegvesenets oppgave å avgjøre.

Oppsummering av de siste punktene: Mangel på betongmasser levert til gjenvinning i tillegg til slapp oppfølging av forbudet til ”dumping” av betongavfall skapte en situasjon der produksjon, omsetning og anvendelse av resirkulert tilslag buttet mot en oppstartsulønnsomhet. Det var vanskelig å komme dit at gjenvinning og gjenbruk av betong kunne bli til en *rutine* som i neste omgang kunne lønne seg for alle aktører.

I disse årene, rett etter Gjenbruksprosjektets offisielle slutt (2005) så det ut som at Statens vegvesen hadde fått lite igjen for sin satsing på gjenbruk.

Ca 2009

- ... viser situasjonen i Osloområdet at endring er på gang – igjen! Hovedaktøren i Osloområdet, BA Gjenvinning har plassert sitt anlegg mer sentralt i Oslo (Bonnkall) og kan melde en god økning i mengde betongavfall som leveres til gjenvinning.
- Statens vegvesens arbeid med å introdusere krav til alternative løsninger med gjenbruksmaterialer i konkurransegrunnlaget i Vegvesenets prosjekter har visst også gitt resultater. Flere anlegg anvender resirkulert tilslag fordi byggherren har stilt krav om det. Resirkulert tilslag blir også introdusert på noen anlegg på initiativ fra entreprenøren som har kjennskap til materialets kvalitet.
- Hvis det nå er slik at hovedhinderet til videre gjenbruk ”kun” manglende informasjon om materialets kvalitet hos alle aktørene er dette slett ikke dårlig. Dette gjelder jo alle produkter på markedet og for resirkulert tilslag mangler det ikke på god dokumentasjon av egenskaper og bruksområder. Det gjenstår å kommunisere det godt nok frem. For Statens vegvesen som byggherre gjelder det å stille krav til bruk av resirkulerte materialer der det er mulig og i stadig større grad inkludere miljøhensyn i tildelingskriteriene ved anbud.



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005