

Intern rapport nr. 2357

GJENBRUKSPROSJEKTET

Prosjektrapport nr 5:

**Gjenbruk av bildekk i
vegbygging – Tekniske og
miljøtekniske vurderinger**



Juni 2004

Teknologiavdelingen

Intern rapport nr. 2357

GJENBRUKSPROSJEKTET

Prosjektrapport nr 5:

Gjenbruk av bildekk i vegbygging – - Tekniske og miljøtekniske vurderinger



Sammendrag

Rapporten inngår i en serie rapporter fra Gjenbruksprosjektet 2002-2005 (etatsprosjekt).

En bransjeordning sikrer i dag at kasserte bildekk innsamles slik at de kan anvendes til material- eller energigjenvinning. I 2003 ble en stor del av de innsamlede bildekkene sendt til material- og energigjenvinning i utlandet, og bare en mindre andel ble gjenvunnet i Norge.

Det pågår i Norge tre pilotprosjekter hvor oppkuttete bildekk anvendes. Materialets utlekking av miljøfarlige stoffer overvåkes og tekniske forhold dokumenteres. Prosjektene viser at bildekk generelt tilfredsstillende norske retningslinjer til et gjenvunnet material. Det er fortsatt noe usikkerhet knyttet til om materialet i denne sammenheng kan karakteriseres som ”rent”.

Innenfor vegsektoren er det mange muligheter for gjenbruk. Oppkuttete bildekk har lav romvekt, høy permeabilitet, samt gode komprimerings- og isolasjonsegenskaper. Ved vegbygging anvendes materialet som lett fyllmasse i vegen eller støyvoller, ved tilbakefylling mot landkar og støttemurer, samt teleisolerende lag.

Materialets miljømessige egenskaper viser at miljøfarlige stoffer er sterkt bundet i materialet. Dersom materialet anvendes i henhold til spesifiserte retningslinjer er det svært liten sannsynlighet for at kritiske mengder farlige stoffer frigis i løpet av konstruksjonenes levetid. Det er viktig at materialet har riktig kvalitet og renhet, samt anvendes i egnede konstruksjoner.

En livsløpsanalyse utført på støyvollen ved Huggenes viser at miljøbelastningen ved bruk av oppkuttete bildekk er mindre enn de tilsvarende belastningene ved bruk av steinmateriale. Inkluderes også positive forhold ved å gjenvinne kontra uttak av nye materialer, kommer gjenbruk av oppkuttete bildekk best ut.

Det anbefales at flere prosjekter gjennomføres. Prosjektene skal fremskaffe bedre kunnskap om de tekniske egenskapene av materialet, samt ytterligere dokumentasjon og bedre kunnskap om materialets miljøegenskaper.

Emneord: Oppkuttete bildekk, tekniske egenskaper, miljørelaterte egenskaper, pilotprosjekter, miljøpåkjenning
Kontor: Veg- og trafikkfaglig senter
Saksbehandler: Roald Aabøe (GEOTUN)
Dato: Juni 2004

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Teknologiavdelingen

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 32 65

Forord

Statens vegvesens Gjenbruksprosjekt er ett av fem etatsprosjekter i perioden 2002 - 2005. Prosjektet ble startet på Vegteknisk avdeling i Vegdirektoratet. Fra og med 2003 tilhører prosjektet Teknologiavdelingen, Veg- og trafikkfaglig senter i Trondheim. I tillegg til fagpersoner i Statens vegvesen, består både Prosjektrådet og arbeidsgrupper av ressurspersoner fra BA-næringen, forskningsmiljøer og administrative instanser.

Prosjektets overordnede mål er å *tilrettelegge* for gjenbruk. Dette skal gjøres ved å:

- øke kunnskapen om materialenes tekniske og miljømessige egenskaper
- implementere kunnskap underveis ved utførelser i Vegvesenets regi
- vurdere muligheter for ressursvennlig prosjektering
- studere økonomiske sider ved anvendelsen av resirkulerte materialer
- gjennomgå relevant regelverk, revidere eller supplere Vegvesenets håndbøker og veiledninger

Statens vegvesens Gjenbruksprosjekt består av åtte delprosjekter:

- DP 1 Avfallshåndtering
- DP 2 Miljøpåvirkning
- DP 3 Gjenbruk av betong
- DP 4 Gjenbruk av asfalt
- DP 5 Lette fyllmasser og isolasjonsmaterialer
- DP 6 Gjenbruksvegen
- DP 7 Prosjektering, økonomi og administrative forhold
- DP 8 Nye ideer, materialer og tiltak

Gjenbruksprosjektet ledes av Gordana Petkovic, Vegdirektoratet.

Delprosjekt 5 "Lette fyllinger og isolasjon" (DP5), som denne rapporten tilhører, har som overordnet målsetting å tilrettelegge og øke gjenbruket av alternative lette materialer som skumglass, oppkuttete bildekk og aske. Noen av materialene er også aktuelle til frost-sikringsformål. Materialene skal defineres og spesifiseres i størst mulig grad som ferdige produkter, for å lette arbeidet for Vegvesenet eller andre byggherrer (bestillere). Bl.a. skal det etableres ordninger for materialdeklarasjon. En omtale av DP 5 er gitt i vedlegg på slutten av denne rapporten.

DP5 ledes av Roald Aabøe, Vegdirektoratet.

Denne rapporten er utarbeidet av følgende arbeidsgruppe:

- Arnt-Olav Håøya (aktivitetsansvarlig), Guro Thue Unsgård, Anne Kibsgård, Rambøll AS
- Roald Aabøe og Gordana Petkovic, Vegdirektoratet
- Iselin Johnsen, NTNU student (diplomoppgaven er arbeidsrapport nr 01/DP5 fra Gjenbruksprosjektet)
- Kaare Flaate, Dr Kaare Flaate

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	6
1.1	MILJØPOLITIKK OG GJENVINNING	6
1.2	BRUK AV KASSEKASSE BILDEKK	7
1.3	LOVER OG FORSKRIFTER	8
1.4	INTERNASJONALE RETNINGSLINJER FOR GJENBRUK AV BILDEKK.....	9
2	EGENSKAPER	10
2.1	TEKNISKE EGENSKAPER.....	10
2.1.1	<i>Bildekets struktur og sammensetning</i>	10
2.1.2	<i>Klassifisering av dekkfraksjoner</i>	11
2.1.3	<i>Romvekt og egenvekt</i>	12
2.1.4	<i>Porøsitet</i>	13
2.1.5	<i>Permeabilitet</i>	13
2.1.6	<i>Komprimerbarhet</i>	13
2.1.7	<i>Vannopptak</i>	14
2.1.8	<i>Elastiske egenskaper</i>	14
2.1.9	<i>Skjærfasthet</i>	14
2.1.10	<i>Jordtrykk</i>	14
2.1.11	<i>Isolasjonsevne og telehiv</i>	15
2.1.12	<i>Brennverdi og antennelse</i>	15
2.1.13	<i>Oppsummering</i>	16
2.2	MILJØRELATERTE EGENSKAPER	17
2.2.1	<i>Sammensetning</i>	17
2.2.2	<i>Utlekking</i>	20
2.2.3	<i>Oppsummering</i>	24
3	PILOTPROSJEKT I NORGE	26
3.1	STØYVOLL HUGGENES - RYGGE KOMMUNE	26
3.1.1	<i>Kartlegging av miljøpåkjening</i>	26
3.1.2	<i>Utforming</i>	27
3.1.3	<i>Resultater</i>	29
3.2	STØYVOLL KNAPSTAD – SPYDEBERG KOMMUNE	30
3.2.1	<i>Utforming og resultater</i>	30
3.3	LETT FYLLING VED SOLGÅRD – MOSS KOMMUNE.....	31
3.3.1	<i>Utforming</i>	31
3.3.2	<i>Resultater</i>	32
3.4	NANNESTAD HESTESPORTSENTER.....	34
3.4.1	<i>Feltundersøkelser</i>	34
3.4.2	<i>Resultater</i>	35
4	DISKUSJON	36
5	REFERANSELISTE	37
6	VEDLEGG	39
	Vedlegg 1. Massebalanse for innsamling og bruk av kasserte bildekk	39
	Vedlegg 2. "Beneficial End Use of Waste Tires"	40
	Vedlegg 3. Direkte skjærforsøk på oppkuttete bildekk Etter Yang et al. (2002) og andre	43
	Vedlegg 4. Treaksialforsøk på oppkuttete bildekk. Etter Yang et al. (2002) og andre	43
	Vedlegg 5. Kryp/langtidsdeformasjoner i oppkuttete bildekk (Heimdahl og Drescher)....	44
	Vedlegg 6. Utlekking av metall, PAH, fenol og etoksilat	45

Vedlegg 7. Avrenning fra bildekk, effekter på grunnvann. 5-års studie (Humphrey/Katz)	46
Vedlegg 8. Utlekking fra bildekk, konklusjon fra ASTM.....	47
Vedlegg 9. Foreslåtte akseptkriterier for vannkvalitet i overflatevann.	48
Vedlegg 10. Utlekking, resultater fra et utvalg av finske undersøkelser.....	50
Vedlegg 11. Beskrivelse av Delprosjekt 5 ”Lette fyllinger og isolasjon”.....	51
Vedlegg 12. Rapportoversikt pr. 30.06.2004, Gjenbruksprosjektet 2002-2005.....	53

1 Innledning

1.1 Miljøpolitikk og gjenvinning

Vår nasjonale miljøpolitikk har som målsetning både å redusere avfallsmengden og å redusere risiko for utslipp av miljøfarlige stoffer til naturen [36]. Utslipp fra våre veger er under langsom forandring som følge av endringer i valg av byggematerialer, konstruksjon, teknologi, trafikkmengde og vedlikehold. Det er i dag liten grad av helhetlig vurdering av disse utslippenes effekt på miljø og helse. Miljøriktig prosjektering og drift av veg handler om å redusere, eller å kontrollere utslipp slik at ikke miljø og helse belastes mer enn det som er akseptabelt.

Vegdirektoratet startet et arbeid med å anvende kasserte bildekk i vegkonstruksjoner i Norge tidlig på 1990-tallet med bakgrunn i erfaringer fra USA og Frankrike. Støyvollen på Knapstad er et slikt eksempel (kapittel 3.2). Det viste seg vanskelig å få materialet godkjent som material og vegvesenet ble i 1994 pålagt av SFT å behandle bildekk som avfall som skulle deponeres med tillatelse fra fylkesmann. Hovedårsaken til dette pålegget var manglende langtidserfaring samt forurensingspotensialet som følge av brann i dekkene, dersom dette skulle oppstå. I forbindelse med dette arbeidet foreligger det en rapport som oppsummerer erfaringer fra en studiereise til USA. Rapporten oppsummerer bl.a. materialeegenskaper, miljøeffekter og erfaringer fra fem konstruksjoner i USA [52]. Innsamling av kasserte bildekk gjøres gjennom en landsdekkende bransjeavtale mellom RagnSells AS og Norsk Dekkretur AS. RagnSells AS har etablert et nettverk av innsamlere og henteavtaler med mer enn 4500 kunder fordelt på dekkforhandlere, kommunale og interkommunale avfallsselskaper, samt biloppsamlingsplasser spredt over hele landet. I Norge betaler man en avgift ved kjøp av nye bildekk (varierer mellom 10 og 100 kroner avhengig av størrelse). Denne avgiften er forutsatt å bl.a. dekke utgiftene som produsentene og importørene har i forbindelse med innsamling av kasserte dekk.

De kasserte bildekkene må i dag enten anvendes til material- eller energigjenvinning. Det stilles krav til hva som er samfunnsnyttig materialgjenvinning av kasserte bildekk (Tabell 1).

Tabell 1. Hva er gjenvunnet materiale? [40].

Egenskapene i materialet må ha en funksjon	Materialet må i sin nye bruksform ha en funksjon ut over volumet, for eksempel ved at nedknust glass har isolerende egenskaper.
Materialet må tilfredsstillende forhåndsfastlagte spesifikasjoner	Det må på forhånd kunne spesifiseres egenskaper for materialet, for eksempel en bestemt sortering for nedknust betong.
Materialet må kunne omsettes i et marked	Materialet må ha en verdi for noen. Disponeringen må skje fordi mottaker har bruk for det, og ikke bare fordi leverandøren vil bli kvitt det.
Materialet må være rent	Materialet må ikke være forurenset av annet avfall/spesialavfall eller av komponenter som kan være til skade eller ulempe for miljøet.

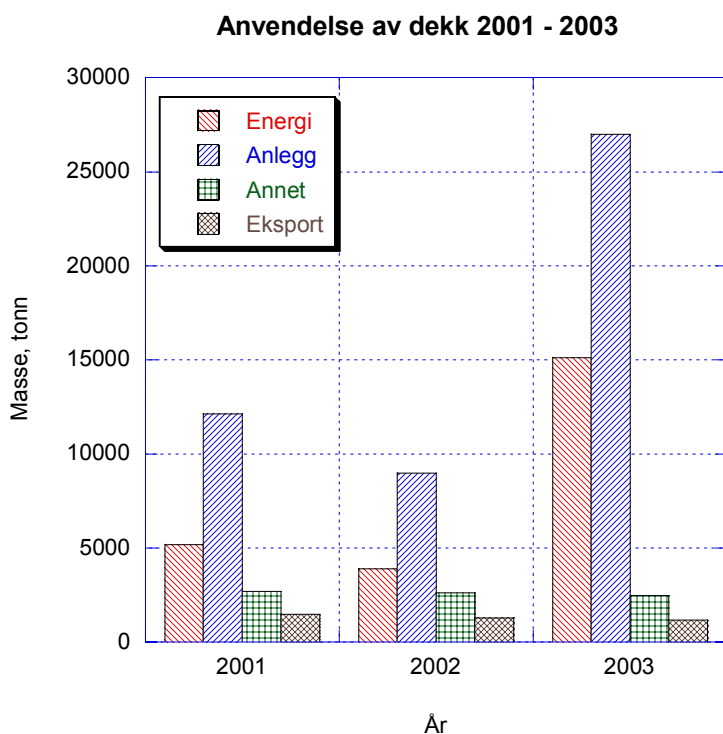
Målsettingen med denne rapporten er å vurdere kravene slik de er angitt i Tabell 1. Rapporten legger særlig vekt på om materialet kan karakteriseres som ”rent”.

Energigjenvinning utnytter brennverdien til dekkene (kapittel 2.1.13) mens materialgjenvinning anvender materialets tekniske egenskaper (kapittel 2.1). De forskjellige formene for gjenvinning henvender seg til to forskjellige markeder og påvirker også miljøet på forskjellig måte. I denne rapporten dokumenteres utslipp til vann og dekkenes totale innhold av miljøgifter.

1.2 Bruk av kasserte bildekk

Gjenbruk av bildekk varierer sterkt fra land til land. Mange steder blir dekkene anvendt til brensel for industrielle formål. Den vesentlige mengden blir imidlertid omgjort til nye produkter innenfor et vidt spekter. En CEN-publikasjon [8] angir ikke mindre enn 22 forskjellige bruksområder for materialet. Det er særlig innen bygg- og anleggsteknologi, idrettsdekker, sikkerhetsflater, deponier, industriområdet og energiproduksjon at gjenvunnet materiale fra bildekk kan anvendes.

Årlig samles det inn ca. 4 millioner dekk i Norge, noe som utgjør over 30 000 tonn. Dette er en fordobling siden 1997. Den gang gikk mesteparten av de innsamlede dekkene til energigjenvinning i sementproduksjonen. Anvendelsesområder for innsamlede dekk i perioden 2001-2003 er vist i figur 1 (se Vedlegg 1 for bakgrunnsdata). Figuren viser en dreining av bruken mot anleggsformål i denne perioden og indikerer at avsetning i dette markedet har blitt mer lønnsomt for innsamleren av dekk. Hittil har det i Norge vært slik at innsamleren av dekk (RagnSells 2004) har måttet betale sementprodusentene for å ta i mot de kverne de bildekkene.



Figur 1. Anvendelse av bildekk 2001 - 2003

Vedlegg 2 viser innsamlede mengder og anvendelse for de fire siste årene. I 2003 ble det samlet inn 36 000 tonn og funnet anvendelse for 49 000 tonn, dvs. at det ble tatt 18 000 tonn fra lager. Av dette gikk ca. 27 000 tonn til anleggsformål, hvorav 20 000 tonn ble eksportert til Finland for teknisk gjenbruk, 6000 tonn ble anvendt i støyvollen ved Huggenes (kapittel 3.1) og 1000 tonn ble anvendt til norskproduserte sprengningsmatter. 500 tonn ble eksportert til dansk landbruk og anvendt ved tildekking av silofoer. 1000 tonn ble eksportert til gjenbruk eller regummiering. 15 000 tonn gikk til energigjenvinning, hvorav 1/3 ble eksportert til Sverige.

1.3 Lover og forskrifter

Forurensningsloven skal bidra til å verne det ytre miljøet mot ny og gammel forurensning. I tillegg omhandler den reduksjon av avfallsmengder og arbeid mot en bedre avfallsbehandling. Loven skal sikre en forsvarlig miljøkvalitet, slik at forurensninger og avfall ikke fører til helseskade, dårligere trivsel eller skader naturens evne til produksjon og selvfornyelse. I § 2, punkt 4 om forurensningslovens retningslinjer står det skrevet at *”avfall skal tas hånd om slik at det blir minst mulig til skade og ulempe. Det skal gjenvinnes der dette ut fra en avveining av miljøhensyn, ressurs-hensyn og økonomiske forhold er berettiget”* [34].

Miljømyndighetene vedlikeholder tre lister over kjemikalier. Bildekk inneholder stoffer fra disse listene. ”Stofflisten” omfatter ca. 3000 helse og miljøfarlige stoffer, ”Obs-listen” ca. 250 av disse mens ”Prioritetslisten” er et siste prioritert utvalg (ca. 30) hvor kjemikalierne skal utfases eller hvor utslipp skal reduseres vesentlig. Utslipp eller reduksjon av flere av stoffene på ”Prioritetslisten” er hjemlet i ”Forskrift om begrensninger i bruk mm. av enkelte farlige kjemikalier” (FOR-2002-12-20-1823). Forskriften har som formål å forebygge at enkelte skadelige stoff eller stoffblandinger medfører helseskade eller miljøforstyrrelse.

I ”Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)” (kapittel 9) av 2004 er det spesifikt nevnt at deponering av hele eller oppkuttete bildekk ikke er tillatt [33]. I denne forskriften inngår også innsamling og gjenvinning av kasserte bildekk (kapittel 5). EUs avfallsdirektiv [9] forbyr deponering av hele dekk fra og med juli 2003 og oppkuttete dekk fra juli 2006. Direktivet sier at dette ikke gjelder ved teknisk anvendelse av dekkene.

For at et avfall skal bli et byggemateriale må det ha en funksjon i konstruksjonen, tilfreds- stille på forhånd fastsatte spesifikasjoner, omsettes i et marked og være rent (Tabell 1). Begrepet ”rent” kan knyttes til miljørisiko ved en spesifikk anvendelse i f.eks. en konstruksjon eller til miljørisiko ved fri anvendelse av f.eks bildekk. Hva som kan karakteriseres som miljørisiko og forurensning er beskrevet, eller kan utledes fra, veiledere for jord [42], vann og sediment [41]. I vurderingene må det skilles mellom hva som er lokal (stedsspesifikk) helse- og miljørisiko fra anvendelse av oppkuttete bildekk, og den generelle risiko som kan knyttes til produksjon og anvendelse av dekk.

1.4 Internasjonale retningslinjer for gjenbruk av bildekk

Miljøvernmyndighetene i de fleste stater i USA har utarbeidet retningslinjer for bruk av oppkuttete dekk. Disse retningslinjene tar utgangspunkt i forskning og utredning som blant annet er støttet av Federal Highway Administration (FHWA) og American Society for Testing and Materials (ASTM). Dette er bearbeidet videre og supplert av lokale myndigheter.

Et eksempel på slike retningslinjer er vist i Vedlegg 2 ”Beneficial Use of Waste Tires”. I dette dokumentet fra Department of Environment and Conservation, State of Tennessee understrekes det at bruken skal være fornuftig både ut fra tekniske og miljømessige hensyn og at det ikke må føre til uakseptabel skade på miljø, helse og sikkerhet. Det gis også en rekke tekniske krav til renhet, størrelse på de oppkuttete bitene, lagtykkelse og tildekking. Dette gir det nødvendige grunnlag for prosjektering og utførelse av anlegg med bruk av oppkuttete dekk til en rekke formål.

I USA er det utarbeidet en standard veiledning for bruk av kasserte dekk i anleggssektoren, ”Standard Practice for Use of Scrap Tires in Civil Engineering Applications” [3]. Veiledningen tar blant annet for seg oppkuttete dekk i konstruksjoner, som for eksempel lette fyllmasser, dreneringslag og isolasjonslag i veg og bygninger. Veiledningen angir hvordan de ulike fysiske og kjemiske egenskapene skal testes.

I Europa jobbes det for å få godkjent et tilsvarende referansesystem som i USA, og i løpet av 2004 skal det foreligge et CEN-dokument som er basert på eksisterende arbeidsdokument (CEN, *Workshop Agreement. Post-consumer Tyre Materials and Applications. CWA 14243:2002E*). CWA-dokumentet [8] er utviklet for å skaffe et europeisk referansesystem for materialer produsert av brukte dekk og gummiavfall, og er basert på oppgitte fysiske materialegenskaper.

Hensikten med CWA er å skaffe veiledning til produsenter, kjøpere og leverandører i valget av praktisk og kommersielt tilgjengelige materialer. I tillegg ønsker man å skaffe en metode for å beskrive disse materialene ved bruk av enkle midler for kategorisering. I CWA nevnes det en rekke eksempler på bruksområder innen gjenbruk av gamle gummi-dekk. Det er særlig innen bygg- og anleggsteknologi og energiproduksjon at materiale fra bildekk kan anvendes. Produkter som additiver til betong og asfalt, lyd- og varmeisolasjon, maling, lette fyllmasser, tildekking av fyllplass, gulvfliser og skotøy illustrerer variasjonen i varespekteret der brukt materiale basert på bildekk kan inngå.

2 Egenskaper

Råstoffet til oppkuttete bildekk er kasserte person- og lastebildekk. Materialets egenskap bestemmes av råstoffet som anvendes samt forhold tilknyttet bruk, innsamling, lagring, oppkutting og anvendelse. Tekniske egenskaper avhenger av råstoff og oppkutting mens miljørelaterte egenskaper i tillegg avhenger av bruk, innsamling, lagring og anvendelse. Egenskapene som beskrives er i sin helhet gyldig for oppkuttete bildekk slik de anvendes i vegkonstruksjoner. Det innebærer at dekkene er klippet i relativt grove fraksjoner (f.eks. 10 cm x 30 cm).

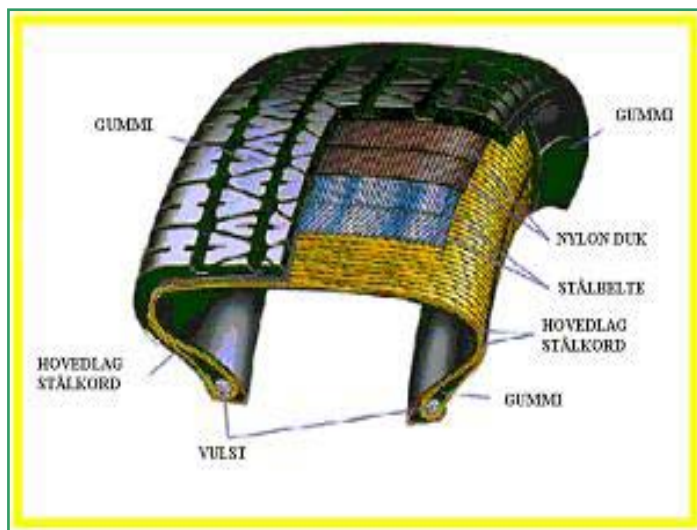
Bildekk er oppbygd av tekstil, stål og gummiblanding. Personbildekkets funksjonstid opphører når spordybden er 1-2 mm, og har mistet egenskapene som trafiksikkert dekk. Personbildekket har da blitt inntil 2 kilo lettere og lastebildekk inntil 12 kilo lettere. Mange dekk regummieres og gjenbrukes, men deretter er bildekket et ”råstoff” som må anvendes på en miljømessig, teknisk og markedsøkonomisk forsvarlig måte. En slik materialanvendelse er å la oppkuttete bildekk inngå som et byggemateriale innen bygg- og anleggsvirksomhet.

2.1 Tekniske egenskaper

2.1.1 Bildekkets struktur og sammensetning

Et bildekk består av tre hoveddeler; dekkstamme, vulstring og slitebane. Dekkstammen bygges opp av gummibelagte kordlag av rayon, nylon eller polyester. Vulst betyr ringformet kant og vulsten langs kanten av bildekk har innstøpte ståltråder. Disse tjener til å holde dekket på plass på felgen.

Kordlaget legges rundt vulstringen. Slitebanen har en gummiblanding med god slitestyrke, mens sideveggene har en relativt myk blanding. De enkelte elementene bygges sammen på en trommel og "rådekket" blir deretter vulkanisert i presser hvor det får sin endelige form og mønster. Tabell 2 viser en generell sammensetning av person- og lastebildekk mens figur 2 angir oppbygning. Innholdet av karbon ("Carbon black") vil være ca. 20 %. Av tilleggsstoffene vil stoffer som beskytter mot nedbryting, slik som antioksidanter, utgjøre 1- 2 %.



Figur 2. Bildekkets oppbygning

Under dekkproduksjonen tilsettes dekk blant annet høyaromatiske oljer (HA-oljer, se kapittel 2.2.1) fordi disse bedrer friksjonsegenskapene til dekket. HA-oljer anvendes som regel ikke i gummiblandingen som anvendes i lastebildekk.

Naturgummi stammer fra saften til gummitreet *Hevea Brasiliensis*. Hvert år tappes over 7 millioner tonn rågummi (rå-latex) fra gummitreet, og hele 75 % går i dag til produksjon av bildekk. I senere år har polymerindustrien klart å fremstille en rekke syntetiske gummier, blant annet kunstig naturgummi, styren-butadiengummi og butadiengummi som anvendes i bildekk¹.

Tabell 2. Innhold av ulike stoffer i personbil- og lastebildekk [8]

Materiale	Personbil vekt %	Lastebil vekt %
Gummi/elastomerer	48	45
Carbon black (og kisel)	22	22
Metall	15	25
Tekstil	5	-
Sinkoksid	1	2
Svovel	1	1
Tilleggsstoffer	8	5

Vulkaniseringsprosessen endrer rågummi eller en rågummiblanding fra en klebrig, plastisk eller flytende masse til det ferdige gummiprodukt med gode elastiske egenskaper. Omvandlingen skyldes kjemiske reaksjoner som knytter gummimolekylene sammen til et molekylært nettverk. Vulkaniseringen må skje etter at gummien er formet slik det endelige produktet skal være, dvs. i støpeformen eller etter at gummien er formet ved ekstrudering, belegging eller andre prosesser.

2.1.2 Klassifisering av dekkfraksjoner

Dekk som konstruksjonsmateriale kan forekomme både som hele dekk og i ulike fraksjoner. Det eksisterer ulike systemer for navnsetting på disse fraksjonene. De to mest brukte klassifiseringene er gjengitt i Tabell 3. I denne rapporten tas det utgangspunkt i det europeiske systemet. "Shred" (20-300 mm) er den fraksjonen som generelt anbefales i bygg- og anleggskonstruksjoner som vegfyllinger eller lignende. Det stilles krav til klassenes innhold av andre fraksjoner og annet materiale [3].

Tabell 3: Klassifisering av dekkfraksjoner

Europa [8]		USA [3]	
Fine powder	< 500 µm	Powdered/particulate	< 425 µm
Powder	< 1 mm	Granulated	425 µm - 12 mm
Granulate	1 - 10 mm	Ground rubber	425 µm - 2 mm
Chips	10 - 50 mm	Chips	12 - 50 mm
Shred	50 - 300 mm	Shred	50 - 305 mm
Cuts	> 300 mm	Rough shred	50×50×50 mm til 762×50×100 mm

¹ Indianerne brukte gummisaften til å gjøre tekstiler vanntette. Når vannet fordampet fikk de vanntett rågummi. Ved å blande inn svovel klarte C. Goodyear i 1839 å gjøre indianernes rågummi usmeltelig. Han ble så begeistret for sin oppfinnelse at han kalte prosessen vulkanisering til ære for guden Vulkan.

2.1.3 Romvekt og densitet

Romvekt er materialets vekt per volumenhet i konstruksjonen, mens densitet er masse per volumenhet av materialene i dekket (uten konstruksjonens hulrom).

Romvekt av oppkuttete bildekk er vist i Tabell 4. Siktet PV grovkutt inneholder dekk fra personbiler, blandet 50 mm × 50 mm inneholder oppkuttet materiale fra alle typer dekk, og blandet grovkutt består av alle typer dekk kuttet i grovere biter. Romvekt av ukomprimert "tire chips" ligger i intervallet 3,2-4,9 kN/m³, mens den for komprimert materiale i en ferdig konstruksjon kan forventes å ligge rundt 5,7-7,3 kN/m³ [4]. Tabell 4 viser en sammenheng mellom økt vertikaltrykk på en slik konstruksjon og økt romvekt.

Romvekten er avhengig av fraksjonsstørrelse og fraksjonsfordeling. Grove og ensartede fraksjoner har lavest romvekt mens fine og uensartede fraksjoner har høyest romvekt [37]. Oppkuttete bildekk har en romvekt som er mellom 1/2 og 1/3 av vanlige vegfyllingsmaterialer [3]. Den lave romvekten gjør oppkuttete bildekk godt egnet i lettfyllinger som for eksempel støyvoller på bløt grunn, men vil også kunne være et alternativt materiale i vanlig vegfylling.

Tabell 4: Romvekt av grov- ("shred") og finkuttet ("chips") bildekk ved forskjellig vertikaltrykk

Partikkelstørrelse [mm]	Vertikaltrykk [kPa]	Romvekt [kN/m ³]	Referanse
Siktet PV grovkutt "Shred"	0 - 8.85	2,95 - 3,85	[44]
Blandet 50 × 50 "Chips"	0 - 14.55	5,25 - 6,00	[44]
Blandet grovkutt	0 - 11.4	3,95 - 4,60	[44]
50 × 50	0	4,40 - 4,50	[53]
50 × 50	30 - 50	5,00 - 7,00	[53]
50 × 50	400	8,10 - 9,90	[53]

Tabell 5: Porositetsmålinger for ulike dekkfraksjoner

Partikkelstørrelse [mm]	Vertikaltrykk [kPa]	Porøsitet [%]	Referanse
50 × 50	41.7	52.3	[15]
50 × 50	42.7	55.3	[15]
20 - 76	Ikke oppgitt	53	[16]
20 - 76	Ikke oppgitt	37	[16]
300	Ikke oppgitt	79	[38]
20 - 46	Ikke oppgitt	55 - 60	[38]

Tabell 6. Permeabilitet

Partikkelstørrelse [mm]	Vertikaltrykk [kPa]	Romvekt [kN/m ³]	Permeabilitet k [cm/s]	Referanse
50 × 50	400		3-8	[53]
25 - 64		4,69 - 6,08	2.9 - 23.5	[3] [5]
10 - 38			0.58 - 6.9	[3, 21, 19] [2]
20 - 76		6,01 - 8,03	4.8 - 15.4	[3, 21, 19]
10 - 51			2.1 - 7.7	[3, 21, 19]
38			1.4 - 2.6	[3] [13]
19			0.8 - 2.6	[3] [13]
5 - 51		4,70 - 8,33	2.1 - 59.3	[3] [5]

2.1.4 Porøsitet

Porøsitet angir forholdet mellom hulrom (porevolum) og det totale volumet. Porøsiteten for hver enkelt (bildekk-)partikkel er ubetydelig. Oppkuttete bildekk i vegkonstruksjoner vil samlet ha en høy total porøsitet. I tabell 5 er et utvalg porøsitetmålinger listet opp.

2.1.5 Permeabilitet

Permeabiliteten til dekkfraksjoner avhenger av jordtrykk, partikkelstørrelse og partikkelfordeling. Av tabell 6 sees at permeabiliteten til materialet er i samme størrelsesorden som for grus [53]. Grovere fraksjoner enn det som er vist i tabellen vil ha høyere permeabilitet. Mengden kapillærbundet vann vil være ubetydelig i en konstruksjon med oppkuttete bildekk, og materialet vil være egnet som drenerende lag.

2.1.6 Egendeformasjon og komprimerbarhet

Grovkuttete bildekk ("shreds") er et komprimerbart og elastisk materiale. Komprimering reduserer porevolumet og gir bedre mekaniske egenskaper i form av en stivere struktur, høyere skjærfasthet og mindre langtidsdeformasjoner. En svensk laboratorieundersøkelse [53] viser deformasjonsøkningen med økende belastning. I en prøve med gummikutt (fraksjon 50 mm × 50 mm) som ble utsatt for et vertikalt trykk på 30 kPa ble det påvist deformasjoner (vertikaltøyning) på ca. 10 % økende til 40 % ved et vertikalt trykk på 400 kPa. Lignende tall er rapportert i amerikanske studier [3].

SCC Viatek (Rambøll) [51] kom frem til at det oppnås en mer effektiv pakking av materialet med en statisk belastning enn gjennom vibrasjon. Komprimeringen er størst ved første pålastningscyklus eller første passering med komprimeringsutstyret [53], [21].

Amerikanske erfaringer med oppkuttete bildekk brukt som lett fylling i en vegkonstruksjon viser at det er nødvendig med en overbygning på i størrelsesorden 0,8-2,0 meter med steinmateriale, noe avhengig av trafikkbelastningen og trolig også vegstandard [3].

I kap. 3.3 er det dokumentert målte korttids- og langtidsdeformasjoner fra en lettfylling ved Solgård Skog i Moss, på RagnSells' område. Målinger utført rett etter utlegging av sprengsteinslaget viser deformasjoner på i størrelsesorden 15-20 % av lettfyllingens tykkelse. Det er senere målt inntil 10 % deformasjon som følge av ytterligere belastning og langtidsdeformasjoner.

I en fylling (vegkonstruksjon eller lignende) vil de oppkuttete gummibitene over tid langsomt bevege seg fra hverandre og presses sammen slik at romvekten øker. Langtidsdeformasjonen avhenger av vertikalt og horisontalt trykk, samt bitenes form og størrelse. Vedlegg 5 viser eksempel på forsøk hvor langtidsdeformasjoner er målt med og uten horisontalt trykk. Forsøket viser deformasjoner på 2-4 % i løpet av ca. 100 dager og ytterligere 1-2 % fra 100-400 dager etter utlegging.

Erfaringene så langt viser at deformasjoner registreres hovedsakelig i en kort periode etter utlegging, men også at deformasjon foregår over lang tid. For en typisk vegkonstruksjon

med overdekning 0,5 – 1,5 m (dvs. belastning inntil 30 kPa) er langtidsdeformasjonene ubetydelige for vegens funksjon.

2.1.7 Vannopptak

Vannopptak vil være neglisjerbart på grunn av at kun en liten andel av porøsiteten utgjøres av porer som holder på vann (dvs. vanntrykk < 1 atm). Rapporterte verdier for vannopptak ligger rundt 2-4 vekt-% for oppkuttete bildekk [3, 18].

2.1.8 Elastiske egenskaper

Elastisitetsmodul (M) for oppkuttete bildekk er dokumentert til å være i størrelsesorden 770-1250 kPa [47] og er et mål på stivheten til materialet.

2.1.9 Skjærfasthet

Fyllinger av oppkuttete bildekk (50 mm × 50 mm) som ikke er komprimert har en naturlig maksimum helningsvinkel i størrelsesorden 37° - 43°, mens komprimert materiale har en rasvinkel opp mot 85° [12]. Resultater fra noen konvensjonelle treaksialforsøk på materialet (små fraksjoner – i hovedsak under 50 mm) er vist i Vedlegg 4. Forsøkene viser en friksjonsvinkel i størrelsesorden $\phi = 25^\circ - 35^\circ$.

2.1.10 Jordtrykk

Jordtrykkskoeffisienten K_0 , forholdet mellom vertikal og horisontal spenning, er oppgitt til å variere mellom 0,26 og 0,47 [3]. Dette er spesielt interessant i tilfeller hvor man skal benytte oppkuttete bildekk i fylling mot stiv vegg (f. eks. landkar, støttemur). Dimensjoneringsmessig kan det reduserte jordtrykket utnyttes ved f.eks. at støttemurer lages slankere.

Horisontalt jordtrykk kan være opptil 50 % lavere ved bruk av bildekk som tilbakefylling ved støttemurer enn ved bruk av vanlige tilbakefyllingsmasser [3] [48].

2.1.11 Isolasjonsevne og telehiv

Gummi har lav termisk ledningsevne. Oppkuttete bildekk har i tillegg høy permeabilitet og inneholder ubetydelige mengder kapillært bundet vann. Materialet er derfor egnet til å isolere mot frost og motvirke telehiv. Amerikanske [18] og svenske [15] undersøkelser har vist at bruk av bildekk i stedet for jord i vegkonstruksjoner begrenser frostnedtrengning med opptil 50 %.

Termisk ledningsevne til oppkuttete bildekk øker med økende partikkelstørrelse, vanninnhold og komprimering [3]. Verdier for termisk ledningsevne er gjengitt i Tabell 7.

Tabell 7 Varmeledningsevne for oppkuttete bildekk og noen andre materialer

Materialtilstand	Størrelse [mm]	Vanninnhold [%]	Termisk ledningsevne K [W/m °C]		
			Løst lagret materiale	Fast lagret materiale	Referanse
Frosset	?	2	0.138	0.142	[32]
Frosset	?	5	0.163	0.171	[32]
Frosset	25	5		0.147	[43]
Opptint	1	< 1	0.084		[43]
Opptint	?	2	0.123	0.124	[32]
Opptint	?	5	0.149	0.164	[32]
XPS, tørr		-	-	0.026	[14]
Lettklinker				0.1 - 0.2	
Tre		-	-	0.12 - 0.17	[14]

2.1.12 Brennverdi og antennelse

Brennverdien til dekk ligger mellom 28–35 MJ/kg [39]. Det kreves en flammetemperatur på 350 °C for å antenne gummien. Flere branner oppsto i USA på en tid da det var laget 70 fyllinger hvor bildekk var anvendt. Dette resulterte i en gjennomgang av årsakssammenhenger [45] man konkluderte med å stille krav til materialets renhet, tilvirkning og anvendelse [3]. Det har kun forekommet brann i konstruksjoner som er tykkere enn 6 m, og hvor materialet ikke har vært rent (iblandet avfall, oljesøl mm) [17]. Det anbefales derfor å stille krav til renhet etter tilvirkning, samt primært ikke å bygge konstruksjoner med bildekk i mer enn 3 m tykkelse.

Risikoen for selvantennelse senkes ytterligere ved å stille krav til mengde (lengde) med eksponert stålkord på materialbitene. Oksidasjon av stålkord kan være en medvirkende årsak til brann ved at prosessen hever temperaturen så mye at andre brennbare forurensninger i fyllingen antenner. Oppkuttete bildekk som materiale skal ikke være tilgriset av lett brennbare stoffer eller inneholde andre forurensninger. Uten tilgang på annet brennbart materiale kan ikke oppkuttete bildekk selvantenne. Krav til lengde på stålkord, mengde av gummipartikler og høyde på fylling er satt for å redusere risiko for antennelse dersom annet lett brennbart materiale er til stede i konstruksjonen.

2.1.13 Oppsummering

Internasjonalt har en i dag god kunnskap og erfaring om tekniske egenskaper for oppkuttete bildekk til bruk på veganlegg. Det mest aktuelle materialet for vegbygging i Norge så langt har dimensjonene 100 mm × 300 mm.

Ved anvendelse i vegbygging har materialet, kort oppsummert, følgende tekniske egenskaper:

- Romvekt i konstruksjoner er 3-6 kN/m³, dvs. 3-6 ganger lavere enn vanlige fyllmasser.
- Porøsitet er i størrelsesorden 50-60 %. Materialet har en høy permeabilitet.
- Stivheten dvs. elastisitetsmodulen (M) er ca. 800-1300 kPa.
- Naturlig helningsvinkel for løst lagrede oppkuttete dekk er ca. 40 grader, mens maksimum helningsvinkelen for en kompakt fylling tilsynelatende er nærmest vertikal (ca. 85 grader).
- Jordtrykkskoeffisienten (K_0) varierer fra 0,25-0,5. Horisontaltrykket kan ved tilbakefylling være opp til 50 % lavere enn for vanlige stein- og jordmasser.
- Termisk ledningsevne er fra 0,08-0,17 W/m °C, som gir en betydelig isolasjonseffekt.
- Gummiblandingen brytes ikke ned i løpet av konstruksjonens levetid.

Egenskapene tilsier anvendelse til flere formål hvor det er ønskelig med høy permeabilitet, lav romvekt og relativt gode isolasjonsmessige egenskaper.

2.2 Miljørelaterte egenskaper

Bildekk har i mer enn 40 år [1] inneholdt de samme stoffene som i dag betraktes som miljøfarlige. Anvendelse av oppkuttete bildekk i vegkonstruksjoner innebærer, til forskjell fra bruk av bildekk på biler, at stålkord forvitrer samt at materialet får betydelig lengre levetid. Konstruksjonen vil ha en levetid på 50-100 år mens et bildekk har en levetid på mindre enn 10 år. Etter endt levetid for konstruksjonen skal materialet kunne tas ut og gjenbrukes eller gjenvinnes.

Det er fra flere kilder samlet informasjon om bestanddeler, kjemisk sammensetning og utlekking [11]. I dette arbeidet er resultater fra svenske [31, 52], amerikanske [16] og norske arbeider [27, 26, 24, 30] vektlagt. Det pågår også prosjekter i Finland som vil være med på å dokumentere lang tids utlekking fra bildekk (Vedlegg 10).

Ved gjenbruk av oppkuttete bildekk i lette fyllinger har miljømyndighetene satt krav til at miljøovervåkning skal omfatte tungmetaller, PAH-forbindelser samt 4-t-oktyl- og nonyl-fenoler. Det vektlegges at bildekk inneholder stoffer som er på ”prioritert” liste over kjemikalier hvor man ønsker redusert bruk eller utfasing.

2.2.1 Sammensetning

Generelt

Et vanlig personbildekk veier ca. 8 kilo. Av disse er omtrent 0,4 kilo tekstilfiber, 1 kg stål og 6,6 kilo gummiblanding [28]. Lastebildekk har en gummiblanding med liknende sammensetning, men med mer sinkoksid og mindre tilsetningsstoffer. Tabell 8 viser hvilke bestanddeler som anvendes i en gummiblanding. Av disse bestanddelene er det særlig kjemiske mykgjørere, aktivatorer, antioksidanter og akseleratorer som medfører utslipp som kan ha negativ effekt på helse og miljø.

Tabell 8. Bestanddeler i gummiblanding (vekt %) [31] og [1].

Bestanddeler	Innhold (vekt %)
Polymer (natur- og syntetisk-gummi)	40 - 60%
Forsterkningsmiddel (carbon black, silika)	25 - 35%
Mykgjører (oljer, <0.1% PAH)	25 - 30%
Aktivator (f.eks. sinkoksid, amin)	2 - 5%
Antioksidant (f.eks. parafenyldiaminer, fenoler) og antiozonanter (f.eks. voks)	1 - 2%
Vulkaniseringsmiddel (svovel)	1 - 2%
Akselerator (f.eks. sinksalt av thiofosfat)	0,5 - 2%
Herder (f.eks. svovel og svoveldonorer)	0 - 3%
Fordrøyningsmiddel	< 1%
Annet	< 1%

Metaller

Tabell 9 viser totalinnhold av utvalgte stoffer i bildekk samt sammenlikning med akseptabelt innhold i jord. Analysene viser varierende kjemisk innhold, både som følge av at stålkord ikke er tatt ut i enkelte prøver, samt varierende innhold i selve gummiblandingen (funksjon av produsent, type dekk og produksjonsår). Av metaller inneholder

gummiblandingen sinkforbindelser (se Tabell 8) hvor det også inngår noe forurensning av kadmium. Dekket som helhet vil i tillegg inneholde metallene jern og mangan, samt varierende mengder arsen, krom, kobolt, kobber, nikkel og bly.

Tabell 9: Totalinnhold av utvalgte metaller. Miljørelatert akseptkriterium () er beregnet fra SFTs veileder for miljørisikovurdering av forurenset jord. Kriteriene er relatert til helse.**

Parameter [mg/kg]	Dekk uten wire [mg/kg] [53]	Dekk uten wire* [mg/kg] [46]	Beregnet miljørelatert akseptkriterium ** [mg/kg]
Al		280	-
As	< 9.95	4.1	2
Ca		1160	-
Cd	< 1.99	3.6	4
Cr	< 1.99	3.3	25
Co	< 1.99	107	-
Cu	32.1	30	18500
Hg		0.1	1
Fe	452	4480	-
Mg		< 500	-
Mn	3.51	28	-
Ni	< 1.99	3.3	52
Pb	< 9.95	52	60.6
Ti		48	-
Zn	174	15500	13700

* Prøven inneholdt rester av wire

** I beregningen er det forutsatt at det ikke skal dyrkes grønnsaker i "jorden."

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Polysykliske aromatiske hydrokarboner er en del av de høyaromatiske oljene som anvendes som mykgjørere (Tabell 8, 25-30 vekt-%). Totalt innhold av PAH i oljene varierer fra 10 til 357 mg/kg [55].

I et eksempel fra svenske Kemikalieinspektionen ble totalt PAH-innhold i en høyaromatisk (HA) olje angitt å være ca. 700 mg/l HA- olje [31]. Dette tilsvarer at opp til 80 mg per kilo gummiblanding (Tabell 10). Beregnet innhold er i samme tabell sammenliknet med analysert totalinnhold fra en svensk undersøkelse [53].

Beregnet innhold av PAH i gummiblandingen er basert på kjent total innhold av PAH i en HA -olje (se kolonne # i tabell 10) og maksimalt prosentvis innhold av HA-olje i personbildekk. Teoretisk og analytisk innhold av PAH er sammenlignbare. I tabellen er også konservative miljørelaterte akseptkriterier angitt.

Akseptkriteriet for den kreftfremkallende PAH-forbindelsen benzo(a)pyren velges som et konservativt akseptkriterium for en jord. Gummiblandingen inneholder da i størrelsesorden 10 ganger mer benzo(a)pyren enn det som er tilrådelig innhold i en jord brukt i en park, skole eller barnehage.

Tabell 10: PAH-sammensetning av i to gummiblandinger. Analysert på gummi fra bildekk og beregnet innhold ut fra konservativ vurdering av PAH-andel i HA olje og andel HA olje i gummiblanding. Bildekk og høyaromatisk olje kan også inneholde andre PAH-forbindelser. Miljørelatert akseptkriterium () er beregnet fra SFTs veileder for miljørisikovurdering av forurenset jord {SFT, 1999 #42}. Kriteriene er relatert til helse**

Undersøkelse og norsk norm PAH forbindelse	Innhold av PAH i gummi fra bildekk. Soxhlet ekstraksjon (n-hexan). [53]. Enhet mg/kg gummi.	# Eksempel på sammensetning av 100% PAH -olje [31]. Enhet mg/l olje	Beregnet innhold av PAH i bildekk gummi ($\rho=1.3$) basert på 30% HA-olje med 30% av PAH-oljen. Enhet mg/kg gummi	Beregnet miljørelatert akseptkriterium ** [42]. Enhet mg/kg jord
naftalen	0.55			68
acenaftylen	5.6			
acenaften	0.3			
Fluoren	<0.15			602
fenantren	4.3			
antracen	0.83	4.6		
fluoranten	4.3	11	1.3	
pyren	17	25.6	3.0	1303
bens(a)antracen*	8.5	34.2	4.0	
Krysen*	6	395.3	46.3	
bens(a)fluoren		0.9	0.11	
bens(b)fluoranten*	3.3	72.9	8.5	1741
bens(k)fluoranten*	2.5			
bens(a)pyren*	3	13.4	1.6	0.40
bens(e)pyren		113.2	13.2	
Dibens(ah)antracen*	< 0.47	5.7	0.67	
benso(ghi)perylen	6	17.9	2.1	
Indeno(123cd)pyren*	0.21	6.2	0.73	
antantren		6.6	0.77	
Σ PAH *	24	567	62	
Σ PAH	62 (Σ 16 EPA)	707	82	6.4

* carcinogen

** I beregningen er det forutsatt at det ikke skal dyrkes grønnsaker i jorden.

Fenoler (bis-, nonyl- og 4-t-oktylfenol og deres etoksilater)

Det foreligger per i dag ikke data på totalt innhold av fenoler og deres etoksilater i gummiblanding til bildekk. Blanding inneholder derimot i størrelseorden 1-2 % antioksidanter og antiozonanter. Et konservativt anslag vil være å anta at fenolforbindelser utgjør mindre enn 1 % av gummiblandingen.

Stoffenes industrielle bruk, utslipp og fare for miljø og helse er utredet i tre stoffspesifikke miljørisikoutredninger [6, 49, 50].

Antioksidantene har en reaktiv funksjon som skal virke i dekkets levetid, og det må følgelig forventes at mindre mengder av fenolene deres frigjøres når gummiblandingen forvitrer. Norske myndigheter har valgt å sette fokus på nettopp disse stoffene som følge av at de er listet i kjemikalielisten over stoffer hvor utslipp er prioritert betydelig redusert eller fjernet.

Tabell 11 angir mengde fenol som lekker ut ved en ordinær ”ristetest” med væske-faststoff forhold på 10 (L/S = 10). Bisfenol og etoksilater frigjøres i størst mengde, men likevel i små mengder i forhold til gummiblandingens antatte totale innhold.

Tabell 11. Fenol og total organisk karbon (TOK) fra utlekkingstest ved naturlig nøytral pH med L/S 10 (CEN/TC292) fra oppkuttete bildekk [2] (5 cm x 5 cm). Tre parallelle prøver er testet (Vedlegg 6)

Stoff	L/S=10 innhold [mg/kg TS]	L/S=10 konsentrasjon [µ/l] ¹
4-tert-Octylfenol	0.002 - 0.05	2 - 5
Oktylfenoletoksilates (1-10)	0.01 - 0.03	1.5 - 2.4
4-n-Nonylfenol	1.001×10^{-5} - 0.003	0.01 - 0.03
iso-nonylfenol (teknisk)	0.005 - 0.007	0.5
Nonylfenoletoksilates (1-10)	0.14 - 0.18	13.8 - 16.5
Bisfenol-F	0.007 - 0.03	2.2 - 2.5
Bisfenol-A	0.02 - 0.06	5.6 - 14.3
Total organisk karbon (TOK)	53 - 61	2900 - 6100

2.2.2 Utlekking

Utlekking av metall og organiske komponenter fra oppkuttete bildekk er dokumentert ved felt- og laboratorieforsøk. Det er her anvendt resultater fra laboratorieforsøk som er utført ved universitetet i Luleå [53] og ved Analycen AS [24]. Resultater fra feltforsøk er hentet fra nordamerikanske arbeider [14, 16] og tre pågående norske overvåkningsprosjekter som hittil har pågått i opptil tre år.

Resultatene som er presentert her er fra vann som har filtrert gjennom oppkuttete bildekk [16, 23] eller er i konstant kontakt med materialet [22]. Ved transport til resipient vil en konservativ fortyning ha en faktor på 10-100. Analyseresultatene som vises her er fra vann som er samlet opp i lysimeter like under av konstruksjonen av oppkuttete bildekk. Når resultater fra feltforsøk og laboratorieforsøk tolkes, må det korrigeres for forhold som påvirker biologisk nedbryting, kjemisk mobilitet og hydraulisk fortyning.

Metaller

Utlekking av metaller er dokumentert fra laboratorie- og feltforsøk. Undersøkelsene har hatt som mål å dokumentere massetransport av metaller fra bildekkene. De fleste analysene er derfor utført på ufiltrerte vannprøver. Metallene er bundet både i dekkenes gummi-blanding og i stål.

Anvendelse av bildekk over grunnvann vil ha et geokjemisk miljø hvor mobilitet av metaller vil variere med pH og oksygeninnhold til infiltrert vann. Generelt kan det sies at metallene er mindre mobile ved nøytral pH og tildels lav pH enn ved høy pH (Tabell 12). Saltkonsentrasjonen i vannet som infiltrerer materialet vil også påvirke mobilitet av metallene; økt konsentrasjon vil gi økt mobilitet. Det kan forventes at metallkonsentrasjoner i avrenning fra bildekk stort sett følger kjemiske likevektsberegninger, og forventes å være forutsigbare ved bruk av geokjemiske beregninger.

Tabell 12 viser laboratorieresultater fra vann med nøytral og basisk pH (Tabell 11). Humphrey [22] dokumenterer utlekking fra oppkuttete bildekk plassert i grøfter hvor det

strømmet gjennom grunnvann fra henholdsvis torv- (sur), morene- (mindre sur) og leirjord (nøytral). I de tre årene det ble analysert på jern, mangan og sink var konsentrasjonen i bildekkene relativ lik, mens nedstrøms konsentrasjon (spredning) var betydelig høyere når grunnvannet beveget seg i torvjord (ikke vist i tabell).

Tabell 12: Utlekking av metaller fra bildekk (µg/l, filtrert). (IP = ikke påvist)

Parameter [ug/l]	[53] L/S 10, pH 7 Laboratorium	[53] L/S 10, pH 13.6 Laboratorium	[24], Vedlegg 6 L/S 10 , pH 6.8 Laboratorium	[22] Torvjord / Leirjord / Morenejord Feltforsøk i GV, etter tre år 6/1997
As	2.27	1.69	1	
Cd	0.078	0.12	0.52	
Co	5.33	5.81	5	
Cr	2.95	5.96	<5	
Cu	5.77	383	6.2	
Fe	284	462	705.2	49600/ - / 21800
Mn	56.4	5.57	74.8	619 / 376 / 780
Ni	4.31	1.37	<5	
Pb	8.44	48.8	<10	
Zn	1310	7050	188.4	14 / IP / IP
Al	8.49	901		
Ba	10.6	8.08		
Ca	3460	<600		
Hg	< 0.02	0.0386		
K	1430	9140		
Mg	125	<270		
Na	3090	22200 000		
S	25000	10100		

Feltforsøk hvor oppkuttete bildekk anvendes over grunnvann, viser betydelig lavere konsentrasjon av de samme metallene. Det kan ved nøytral pH og moderat salt-konsentrasjon forventes et innhold av jern på ca. 700 µg/l, mangan ca. 30 µg/l og sink ca. 50 µg/l [23].

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH forbindelsene er vulkanisert sammen i gummiblandingens mykningsmidler. Laboratorie- og feltforsøkene viser at utlekking av PAH forekommer i svært lave konsentrasjoner, og da med lette komponenter som er relativt lett nedbrytbare. Forbindelsene er kjemisk bundet i gummiblandingen og vil i ubetydelig grad frigjøres.

En ”ristetest” (CEN/TC 292) med væske-faststoff forhold på 10 (L/S=10) viste ingen vesentlig frigjøring av PAH-forbindelser (Vedlegg 6). Konsentrasjonen er for enkelt-forbindelser 0,02 µg/l (Tabell 13).

Overvåkningsresultater fra RagnSells’ testområde ved Solgård nær Moss er kun i enkelte tilfeller sporbar for lett nedbrytbare PAH’er som naftalen [23]. Resultatene er sammenliknbare med laboratorieanalysene. Undersøkelser fra USA viser også liknende resultater [21].

Analyse av vann med flere års kontakttid viser at gummiblandingen etter 12 års opphold i grunnen kan frigjøre PAH-forbindelser. Dette vannet, med et høyt partikkelinnhold og en lang "reaksjonstid", har et innhold av disse stoffene som er sammenlignbart med kanadiske grenseverdier i ferskvann [30] (Vedlegg 9). Kanadiske miljømyndigheters kriterier for vann gjelder for et klima som kan sammenliknes med Skandinavia, og omfatter flere stoffer. Vannprøven ble samlet inne i dekkringene i en støyvoll av hele bildekk ved Knapstad (kapittel 3.2), og representerer vann og partikler som er sedimentert i ringen, ikke vann som infiltrerer gjennom dekkfyllingen (Tabell 13).

Tabell 13: Utlekking av PAH fra bildekk

PAH forbindelse [ug/l]	[53] L/S 10, pH 7	[53] L/S 10, pH 13.6	[24], Vedlegg 6 (1 test) L/S 10, pH 6.9	[30] Knapstad Dekkring	Kanadiske retningslinjer for ferskvann
Naftalen	11	< 0.29	0.02	0.7	1.1
Acenaftylen	< 0.14	0.46	< 0.02	0.03	
Acenaften	< 0.5	< 0.5	0.02	0.23	
Fluoren	< 0.2	2.8	0.02	0.1	3.0
Fenantren	0.1	< 0.05	< 0.02	0.02	0.4
Antracen	< 0.01	< 0.01	< 0.02	0.04	0.012
Fluoranten	< 0.01	0.09	< 0.02	0.07	
Pyren	< 0.05	< 0.06	0.02	0.08	0.025
Benso(a)antracen*	0.03	< 0.01	< 0.02	< 0,02	0.018
Krysen*	< 0.01	< 0.01	< 0.02	< 0,02	
Benso(b)fluoranten*	< 0.01	< 0.04	< 0.02	< 0,02	
Benso(k)fluoranten	< 0.01	< 0.01	< 0.02	< 0,02	
Benso(a)pyren*	< 0.01	< 0.02	< 0.02	< 0,02	0.015
Dibenso(ah)antracen*	< 0.01	< 0.01	< 0.02	< 0,02	
Benso(ghi)perylen	< 0.05	< 0.06	< 0.02	< 0,02	
Indeno(123cd)pyren*	< 0.01	< 0.01	< 0.02	< 0,02	
PAH Σ16 (EPA)	11	3.4	0.3	1.18	
PAH Σ16 (carcinogen)	0.03	< 0.05	< 0.02	< 0.02	

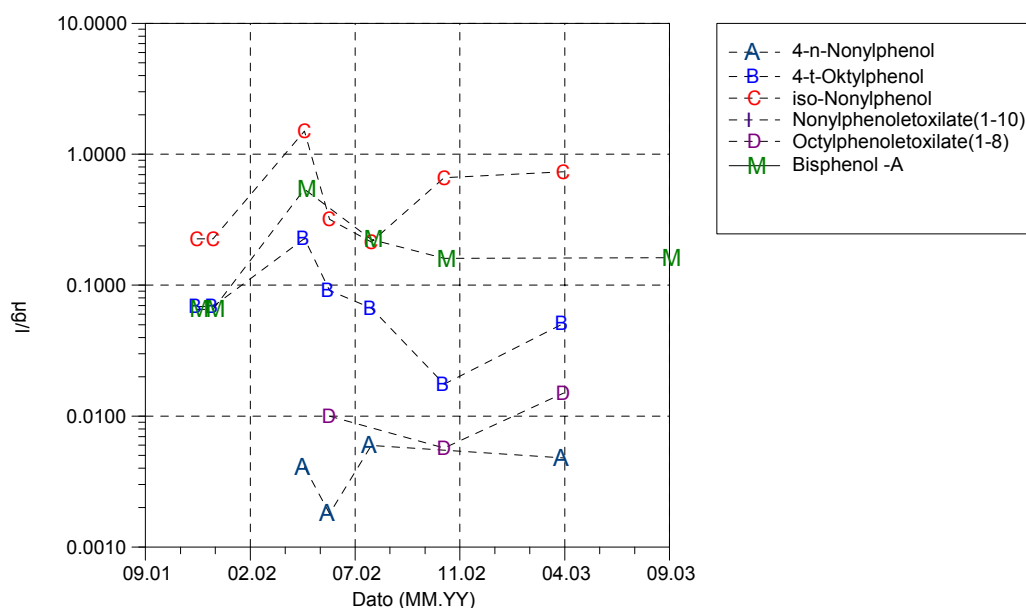
Fenoler

Undersøkelsen hvor oppkuttete bildekk ble gjennomstrømmet av grunnvann fra henholdsvis torv-, leir- og morenejord dokumenterer også utlekking av blant annet sum fenoler [22]. Lengre tids utlekking av fenol fra oppkuttete bildekk i grunnvann viste i første del av undersøkelsen (1994-95) opp til 50 µg/l. I perioden 1995-97 var innholdet <10 µg/l. Deteksjonsgrensene til analysene som er vist i Tabell 13 er til sammenlikning 0,001 til 0,02 µg/l. Analysert innhold av fenol er i Tabell 11 fra ca. 13 til 25 µg/l. Dette utgjøres av bisfenol. Konsentrasjonene av bisfenol er betydelig lavere i feltforsøkene.

Til sammenlikning viser feltanalyser fra Solgård konsentrasjoner som i hovedsak er lavere enn akseptgrense for overflatevann (figur 3). Akseptgrensen for bisfenol-A, nonylfenol og 4-teth-oktylfenol i resipient er oppgitt å være henholdsvis 1,6 µg/l, 0,3 µg/l og 0,12 µg/l [6, 49, 50] (Vedlegg 6). Resultatene fra "dekkringen" ved Knapstad viser 0,09 og 0,19 µg/l av henholdsvis 4-n-oktylfenol og bisfenol-A.

Lange nonylfenol-n-etoksylyter vil i naturlige miljø brytes ned til kortere nonylfenol-n-etoksylyter. Under aerobe forhold brytes etoksylytene raskt ned til nonylfenol, for så etter hvert å gjennomgå en fullstendig mineralisering.

Bisfenol-A ansees å være biologisk nedbrytbart, og vil brytes raskt ned under aerobe forhold [49]. Halveringstid i jord er beregnet å være 30 dager. Nonylfenol brytes langsommere ned enn nonylfenoletoksylytene, og vil adsorberes på organiske partikler. Halveringstiden for 4-n-nonylfenol og 4-n-oktylphenol er ca. 150 dager, men ved biologisk nedbrytning i jord er halveringstiden det dobbelte.



Figur 3. Konsentrasjon av fenoler og etoksylyter i avrenning fra oppkuttete bildekk, Solgård ved Moss [23]

Oppkuttete dekk vil i vegkonstruksjoner alltid ha tilgang på oksygen og dermed være utsatt for oksidasjonsprosesser. Vann fra nedbør som infiltreres i oppkuttete dekk vil få økt konsentrasjon av fenoler. Konsentrasjoner i avrenning vil være en funksjon av vannets reaksjon med oppkuttete dekk, fortynning med annet vann og biologisk/kjemisk nedbrytning av stoffene over tid. Nedbrytningen medfører at det i første rekke er nonylfenol og oktylphenol som vil kunne eksponeres til organismer i resipienten.

Andre organiske stoffer

Feltforsøk viser at grunnvann i kontakt med oppkuttete bildekk vil inneholde flere flyktige (VOC) og mindre flyktige organiske stoffer (SVOC) [22]. Prøvetaking og analyser ble foretatt i perioden 1994-97. Analysene påviste mindre mengder med kloroethane, 4-metyl-2-pentanone, aceton, benzene, anilin, fenol og m&p creosol. Stoffene ble ikke påvist i overvåkningsstasjon utenfor forsøksfeltet.

2.2.3 Oppsummering

Overvåkning av konstruksjoner med oppkuttete bildekk har pågått i Norge siden 2001 og siden før 1990 i USA ([20, 16], Vedlegg 3). Overvåkningsprogrammene i Norge skiller seg ut ved at 4-t-oktylfenol, nonylfenol, etoksilater og bisfenol-A er inkludert med deteksjonsgrenser for vannanalyser som er tilstrekkelig lave til å dokumentere effekt på følsomme arter.

75-80 vekt % av bildekket utgjøres av gummiblanding. 1-2 vekt % av dette vil utgjøres av stoffer som motvirker oksidasjon og nedbryting, deriblant fenolforbindelser.

Laboratorieundersøkelse av tre paralleller med oppkuttete bildekk viser total fenolkonsentrasjon på ca 20 mg/l (Vedlegg 6). Dette kan sammenliknes med andre undersøkelser av bl.a. Humphrey hvor det ble påvist fenolkonsentrasjoner som varierte fra mindre enn 1 til ca. 50 µg/l. Tabell 14 generaliserer resultater fra laboratorie- og feltundersøkelse, og angir akseptgrenser for vannlevende organismer (PNEC). Vann oppsamlet like under oppkuttete bildekk har total fenolkonsentrasjon som er minst 20 ganger lavere enn feltmålingen. Når oppkuttete bildekk anvendes i en vegkonstruksjon over grunnvannstand kan det ikke forventes at konsentrasjonen av fenoler har negativ effekt på vannlevende organismer.

Tabell 14. Generalisert fenol og etoksilat konsentrasjon i laboratorium L/S=10 [23] eluat og felt måling [24] (L/S<<1). L/S betyr forholdstallet mellom vekten av vann og oppkuttete bildekk ("liquid/solid"). "PNEC=Predicted No Effect Concentration" er her konservative konsentrasjoner hvor det ikke forventes effekt på vannlevende organismer. Tallene basert på utredninger utført i EU og USA samt kanadiske retningslinjer for overflatevann.

Stoff	Laboratorium [µ/l]	Felt [µ/l]	PNEC – vann [µg/l]
4-tert-Oktylfenol	≈ 1	≈ 0.1	0.12
Oktylfenoletoksilat (1-10)	≈ 1	≈ 0.01	-
4-n-Nonylfenol	≈ 0.01	< 0.01	0.33 - 6
iso-nonylfenol (other)	≈ 1	≈ 1	(0.33 - 6)
Nonylfenoletoksilates (1-10)	≈ 10	< 0.01	-
Bisfenol-A	≈ 10	≈ 0.1	1.6

Fenolforbindelsene bindes i det naturlige miljøet til partikler hvor de vil brytes ned (halveringstid <1 år). Det er ikke påvist forhøyet konsentrasjon av de undersøkte fenolene i overflatevann (resipient).

PAH-olje kan utgjøre 10-30 % av gummiblandingen før vulkanisering. Gummiblandingen inneholder i tillegg ca. 20 vekt % "carbon black" (karbon). Carbon black fungerer som forsterkningsmiddel og inngår i bindinger sammen med bl.a. PAH-oljen. Kjemisk analyse av PAH-oljen og av gummi fra bildekk viser derimot at den inneholder <100 mg/kg eller <0,01 % av PAH-forbindelsene. Ved sammenlikning med konservativt omregnede norske kriterier for jord, er det kun benzo(a)pyren som er over akseptgrensen (<10 ganger). Det er i laboratorieforsøk og overvåkningsprogrammet ikke påvist konsentrasjoner som overskrider kanadiske retningslinjer for ferskvann.

Bildekk inneholder 15-25 vekt % metall, hovedsakelig jern, mangan og sink (se Tabell 8). Sinkforbindelser inneholder noe forurensning av kadmium. Et dekk vil i tillegg inneholde varierende mengder arsen, krom, kobolt, kobber, nikkel og bly. I gummiblandingen er det sink som dominerer av metallene (1-2 % sinkoksid).

Laboratorieforsøk og pågående feltforsøk viser så langt at oppkuttete bildekk anvendt over grunnvann hvor det infiltrerte vannet stammer fra normal nedbør, vil gi avrenning med et innhold av jern, mangan og sink på ca. 700, 30 og 50 µg/l [23]. Jernkonsentrasjonen i konstruksjonen er da ca. 4 ganger høyere enn EUs kvalitetskrav for drikkevann. Konsentrasjonen i avrenningen vil i stor grad kontrolleres av jordvannets surhetsgrad (pH) og oksygeninnhold (Eh). Oksidasjon av metallene medfører at lettløslige hydroksider dannes i selve konstruksjonen. Endringer i kjemiske betingelser vil medføre at metallene mobiliseres. Det er ikke påvist metallkonsentrasjoner som i resipient overskrider kvalitetskrav for drikkevann [10].

3 Pilotprosjekt i Norge

Statens vegvesen har gjennomført feltforsøk i forbindelse med støyvoller av bildekk ved E6 Huggenes [30] og langs E18 ved Knapstad [30]. I tillegg har 2 andre konstruksjoner, som ikke direkte er vegrelatert, blitt instrumentert og overvåket (Solgård [27] og Nannestad hestesportsenter [26]).

Overvåkningsresultatene fra disse konstruksjonene er samlet i en overvåkingsrapport som viser miljøparametre fra perioden 2001 til 2003 [23].

3.1 Støyvoll Huggenes - Rygge kommune

Målsetting med støyvollen på Huggenes er å samle erfaring med prosjektering og bruk av oppkuttete bildekk som lett fyllmateriale.

3.1.1 Kartlegging av miljøpåkjønning

For å kartlegge de viktigste miljøpåkjønningene fra en støyvoll med kjerne av bildekk, er det utført sammenligning med en tradisjonell støyvoll med kjerne av steinmaterialer ved hjelp av livsløpsanalyse (LCA) [54]. I sammenligningen er det benyttet belastningskategorier som kreftfremkallende stoffer, luftveissykdommer som følge av organiske stoffer og uorganiske stoffer, klimaendringer, stråling, nedbrytning av ozonlaget, miljøforurensing, forsuring, overgjødning, arealbruk, mineraler og fossilt brensel. Disse ulike kategoriene er gitt verdier over eller under 1, som refererer til den årlige miljøbelastningen en gjennomsnittlig europeer forårsaker.

Det finnes ulike metoder å fordele miljøbelastningen fra et resirkulerbart materiale på. Den gjennomførte livsløpsanalysen har tatt for seg to ulike allokeringsmetoder. Den ene metoden fordeler miljøbelastningene mellom den opprinnelige produksjonen og det resulterende produktet. Ved å bruke en 50/50 % allokering mellom produksjon og produkt, og deretter ta hensyn til at dekkene til en viss grad gjenvinnes, vil støyvollen med bildekk kunne tillegges 37,5 % av bidraget fra selve dekkproduksjonen. Etersom produksjon av bildekk er en mer energikrevende prosess enn produksjon av steinmateriale, vil en støyvoll med steinmaterialer gi lavest total miljøbelastning.

Den andre metoden baserer seg på en nordisk veileder som anbefaler at miljøbelastningene fra råvareproduksjonen tildeles det primære produktsystemet, i dette tilfellet produksjon av dekk til bruk på bil. Miljøbelastninger fra gjenvinningsprosessen tildeles systemet som omfatter gjenvunnet produkt, i dette tilfellet støyvollen. En slik fremgangsmåte tar hensyn til at bruk av bildekk i støyvoller er et alternativ til energigjenvinning når dekk skal avhendes. Med dette som grunnlag viser den utførte livsløpsanalysen at støyvoll med oppkuttete bildekk miljømessig vil komme bedre ut enn en støyvoll med steinmateriale.

Begge støyvollene er vist å gi miljøpåkjønninger lavere enn det en gjennomsnittlig europeer påfører miljøet årlig. I situasjoner hvor miljøbelastningene er små eller når de vurderte alternativene ikke har noen særlig forskjell i miljøpåkjønning, vil økonomiske betraktninger kunne legges til grunn for sammenligningen. Med tanke på at man ved å

bruke dekk i vollen både gjenvinner et avfall samtidig som man erstatter jomfruelig materiale, blir dekkvollen å foretrekke.

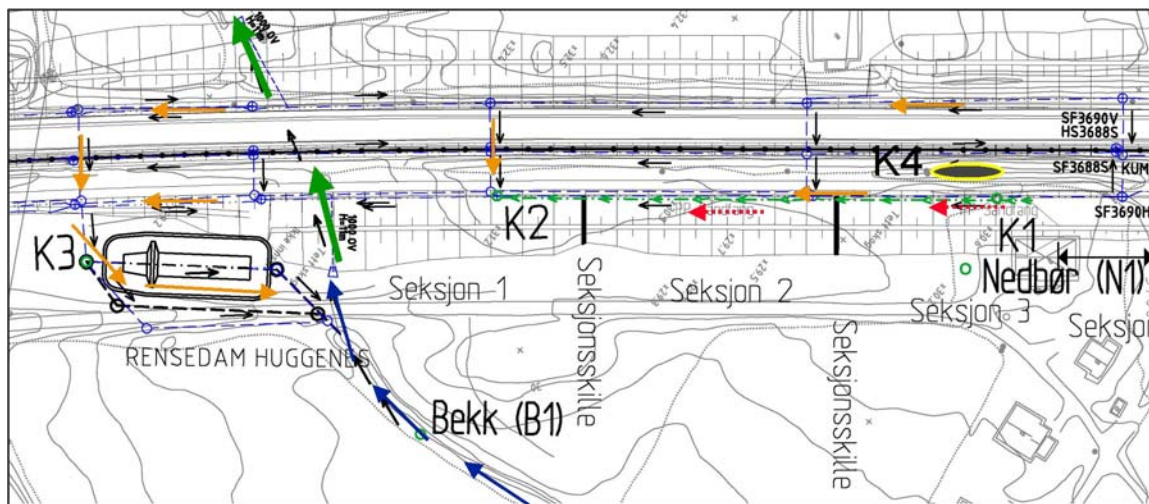
3.1.2 Utforming

Støyvollen ligger ved Huggenesvollen i Rygge kommune. Støyvollen er ca. 450 m lang og har en kjerne som er opp til 3 m høy. Støyvollen er bygd i seks seksjoner, hvorav fire har en indre kjerne av oppkuttete bildekk (Figur 4a). Det er benyttet oppkuttete bildekk av groveste fraksjon, og den ferdige vollen antas å inneholde omtrent 1 million oppkuttete bildekk ("cuts").

Seksjon 3 er bygget spesielt med tanke på oppfølging og overvåking (Figur 4 b&c). Bildene viser system for oppsamling av vann under seksjon 3 og fra lysimeter (3x3 meter). Øvrige deler av vollen er dekket av en tett bentonittmembran. Vollen er etablert over grunnvannsnivå og har et ca. 20 cm tykt drenerende gruslag i bunnen. Figur 5 viser overvåkningsstasjonene (K1-4 og B1) og drencsystem langs vollen (seksjon 1, 2 og 3).



Figur 4. a) Første seksjon med oppkuttete bildekk er lagt. Materialet skal dekket med bentonittmembran og jord. b&c). Oppsamling av vann under og i seksjon 3



Figur 5. Kart som viser seksjon 1-3 av støyvollen samt fordrøyningsbasseng (rensedam). Overvåkingsstasjonene **K1-4 og **B1** er angitt sammen med forskjellige vannstrømmene som overvåkes (piler). Rød stiplet pil angir vann fra oppkuttete bildekk, orange fra vegens drenering (som samles fordrøyningsbassenget), vann fra Vansjø er tykk blå pil og den samlede avrenning til Kuroa som en tykk grønn pil. Kort beskrivelse av stasjonene:**

K1 er kum hvor drenering fra oppkuttete bildekk i seksjon 3 (dersom membran legges) samt vann fra lysimeter fra seksjon 3 samles.

K2 er kum hvor vann som drenerer under vollene i seksjon 2 og 3 samles.

K3 er sedimentasjonsbasseng hvor alt vann som drenerer fra veisystemet samles.

K4 er vann fra vegbanen, samlet som overvann i grøften.

B1 er overvann fra Vansjø

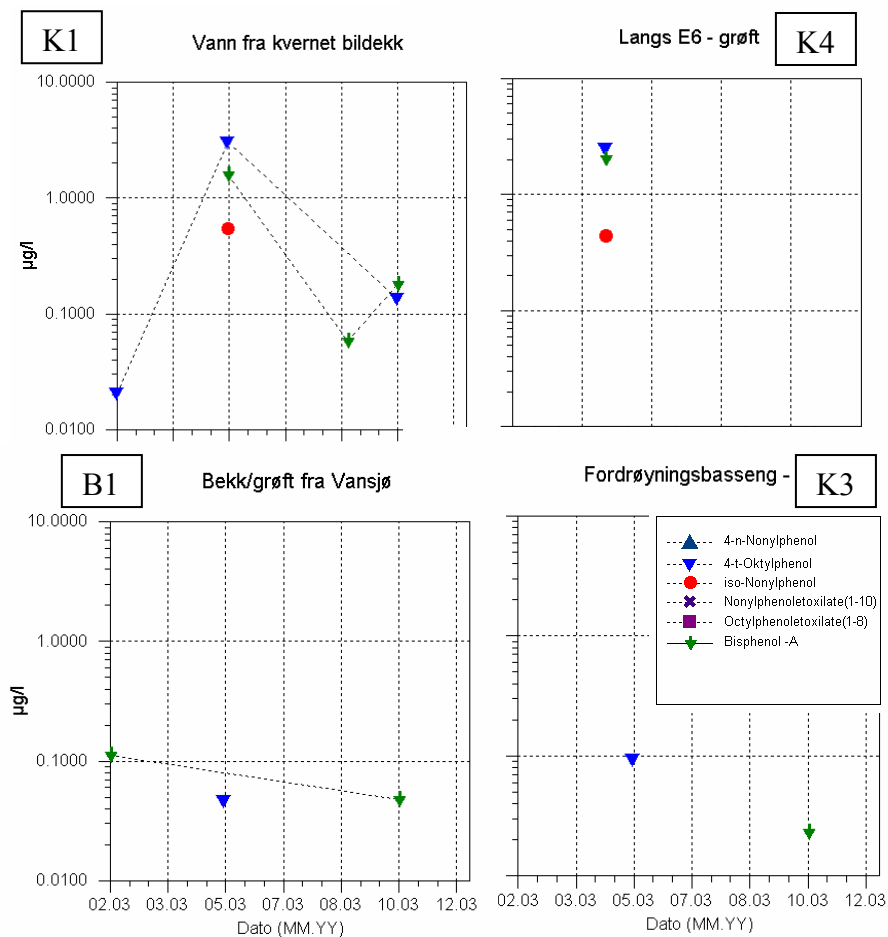
En fiberduk omslutter de oppkuttete bildekkene og hindrer at jord blandes inn. Etter krav fra Fylkesmannen, er det benyttet bentonittmembran som hindrer infiltrasjon av markvann. Denne membranen vil virke selvreparerende ved penetrering av stål/wire fra dekk eller røtter. Støyvollen blir vanntett, men ikke diffusjonstett.

Over vollens kjerne og bentonittmembran er det lagt et 30-40 cm tykt jordlag. På toppen av dette skal det gro naturlig vegetasjon. Ved hver 70-80 meter er det lagt en 1 meter tykk vertikal vegg med jord. Seksjonsskillet er en ekstra sikkerhet dersom brann skulle oppstå.

3.1.3 Resultater

Resultatene fra overvåkingen foreligger som Prosjektrapport 5A fra Gjenbruksprosjektet. Det utføres overvåking av setninger, jordtrykk og temperatur i vollen. Her presenteres resultater av miljøteknisk overvåking av kum 1, langs E6 og i bekk/grøft som drenerer fra Vansjø (figur 6). Kilder for fenolutslipp fra bildekk er både biltrafikk og støyvollen.

Målingene langs E6 indikerer at konsentrasjonene her er sammenliknbare med det som samles i lysimeteret under oppkuttete bildekk. Det foreligger kun én måleserie. Konsentrasjonen av fenolforbindelser i resipienten indikerer at vannet fra Vansjø kan inneholde høyere konsentrasjoner av bisfenol-A enn det som renner inn i fordrøyningsbassenget som drenering fra E6. Dette tyder på at overvannet kan ha et noe høyere innhold av 4-t-oktylfenol. Konsentrasjon i vannet som samles i lysimeteret indikerer at konsentrasjonen avtar med tid.



Figur 6. Konsentrasjon av fenolforbindelser i vann fra støyvoll og E6, samt overflatevann fra Vansjø og fordrøyningsbasseng [25]. Se Figur 5 for plassering og beskrivelse av overvåkningsstasjonene.

3.2 Støyvoll Knapstad – Spydeberg kommune

Prosjektet hadde som målsetting å samle erfaring med anvendelse av hele bildekk i et område med bløt grunn. Prosjektet var en del av Statens vegvesens satsing på å anvende bildekk tidlig på 1990-tallet [52].

3.2.1 Utforming og resultater

Støyvullen ved Knapstad i Spydeberg kommune ligger langs E18. Vollen er bygget opp av hele bildekk. Den ble bygget av Statens vegvesen i 1991 og ligger i et gammelt våtmarksområde. Vollen ligger på finkornige marine avsetninger. Det foreligger ingen tilgjengelig beskrivelse av vollen, verken hvordan den er bygget eller arbeidsrutiner. Det er derfor



uklart hvor store volum av bildekk denne vollen inneholder. Støyvullen ved Knapstad er trolig bygget opp etter samme prinsipp som støyvoll ved riksveg 61 på Eidskrem på Sula i Møre og Romsdal (Figur 7).

I februar 2003 ble det ved hjelp av gravemaskin gravd frem to profiler i støyvullen ved Knapstad. I den ene profilen ble det ikke avdekket noen bildekk, men det ble tatt 3 jordprøver med jordspyd.

Figur 7. Støyvoll av bildekk bygget ved riksveg 61 i Møre og Romsdal

I det andre profilet ble et lag med hele bildekk avdekket. Blant dekkene lå det biter av isopor og plast og over dekkene var det lagt ut fiberduk. 3 – 4 dekk var komprimert i høyden i dette profilet. Vollen inneholdt også et lag med asfalt som var tilfeldig lagt ut, men lå høyere opp enn laget med bildekk. I dette andre profilet ble det tatt 3 jordprøver ved ulik dybde, samt en vannprøve av vann som hadde samlet seg opp inne i dekkene.

Vannprøvene ble analysert for kvikksølv, PAH og fenoler. Analysene ble gjort på ufiltrert vann fordi man ønsket å få oversikt over ”worst case” scenario for utlekking. Jordprøvene som ble tatt ble analysert for metaller og PAH. Miljøundersøkelse kunne ikke påvise spredning av metaller, fenolforbindelser eller PAH. Det er liten vanngjennomstrømming i vollen. Det ble tatt prøve av vann og partikler som er fanget inne i dekkene. Analysene viste et innhold av PAH på 1,2 µg/l som ikke vil kunne medføre at akseptgrensen overskrides i overflate- eller grunnvann (se Tabell 13). Innhold av fenoler var under akseptgrense (Vedlegg 9).

3.3 Lett fylling ved Solgård – Moss kommune

Målsettingen for prosjektet var å samle erfaring og teknisk informasjon knyttet til bruk av oppkuttete bildekk som lett fylling under asfaltert produksjonsareal. Erfaringene kan også relateres til anvendelse i veg.

3.3.1 Utforming

Området hvor oppkuttete bildekk er benyttet til oppfylling er en del av Solgård avfallsfylling og disponeres av RagnSells. Arealet skal anvendes til materialgjenvinning. Ferdig utbygget område vil ha et tett dekke av asfalt. Asfaltering planlegges utført i 2004. Mot nord og øst er tilgrensende område et skogholt med vekslende myr og fjell i dagen. Mens det mot syd og vest pågår aktiviteter tilknyttet avfallshåndtering.

Prosjektområdet er fundamentert på et horisontalt lag av knust betong. Oppkuttete bildekk er brukt som lett fyllmasse for å løfte området til ønsket kotehøyde. Materialet er lagt ut med inntil 3 meter tykkelse. Overbygningen over lettfyllingen er totalt ca. 1,3 m, se figur 9. Overbygningen består av ca. 1 m sprengstein (forsterkningslag) og 0,2 m bærelag (mekanisk stabilisert, ca. 0,1 m bærelag (bituminøst) og asfaltdekke.



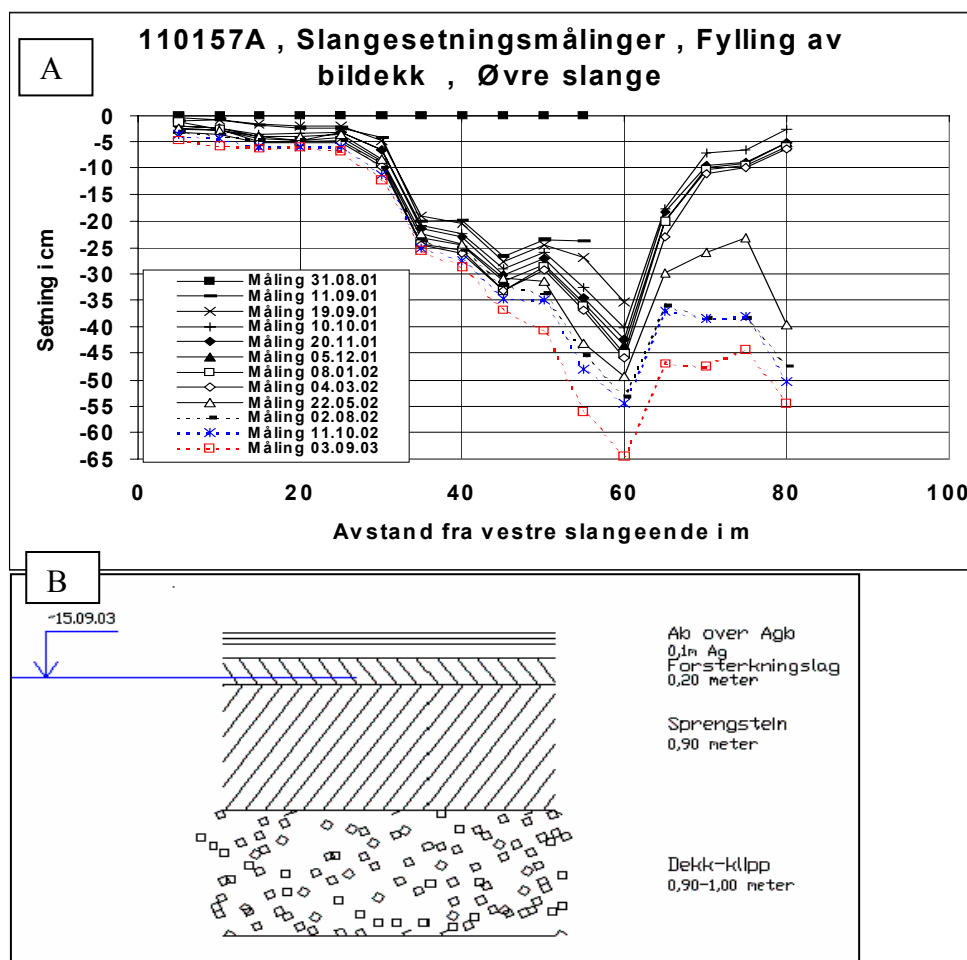
Figur 8. RagnSells område ved Solgård avfallsplass ved Moss. Lysimeter og trykksensorer anlegges og tilknyttes kum.

Konstruksjonen er instrumentert med trykksensorer og temperaturfølere (figur 8). Infiltrert vann er samlet opp i 5 meter × 5 meter lysimeter av membran beskyttet av grus, bildekk samt bærelag av stein og pukk. Det er regelmessig målt setninger av bærelag og fundament. Resultater fra undersøkelser og vurderinger foreligger som prosjektrapporter. Overvåkning er utført fra betongkum som er vist på figur 8.

3.3.2 Resultater

Korttids- og langtidsdeformasjoner og setninger (kryp) er målt i en 2 års periode, deler av resultatene er vist nedenfor. Målingene er utført fra august 2001 til september 2003 (A).

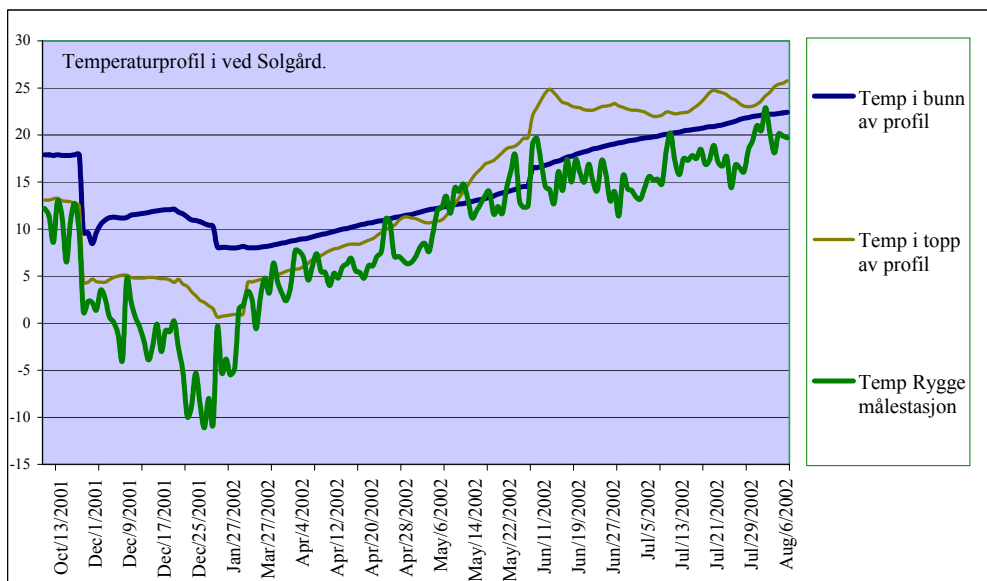
Tykkelsen på laget av oppkuttete bildekk øker fra punkt 0 til 80m fra 0,3 til 1,8 meter (per sept. 2003). Delfigur (B) ”15.09.03” angir konstruksjonens utforming ved siste deforma-sjonsmåling. Det er her ikke korrigert for setninger (ca. 5 cm) i undergrunn. Data fra 0-25 meter gir informasjon om lang tids setning mens resterende data vil gi informasjon om setning ved utleggingstidspunktet. Området er per 2004 asfaltert. Målinger er ikke utført etter asfaltering.



Figur 9. Måling av deformasjoner på fylling av oppkuttete bildekk, Solgård avfallsplass.

Temperatur måles kontinuerlig i fire nivå samt inne i kum. Temperatur ble logget for å registrere temperatursvingninger i fyllingen av oppkuttete bildekk (Figur). Målingene skal dokumentere temperaturgradienter og indikere om oksidasjonsprosesser genererer varme. Målingene viser at det ikke er unormale svingninger i løpet av en kontinuerlig overvåkingsperiode på 11 måneder. Lufttemperaturen ved Solgård er antatt å ikke avvike vesentlig fra lufttemperaturen målt på Rygge flystasjon (vist i figur 10).

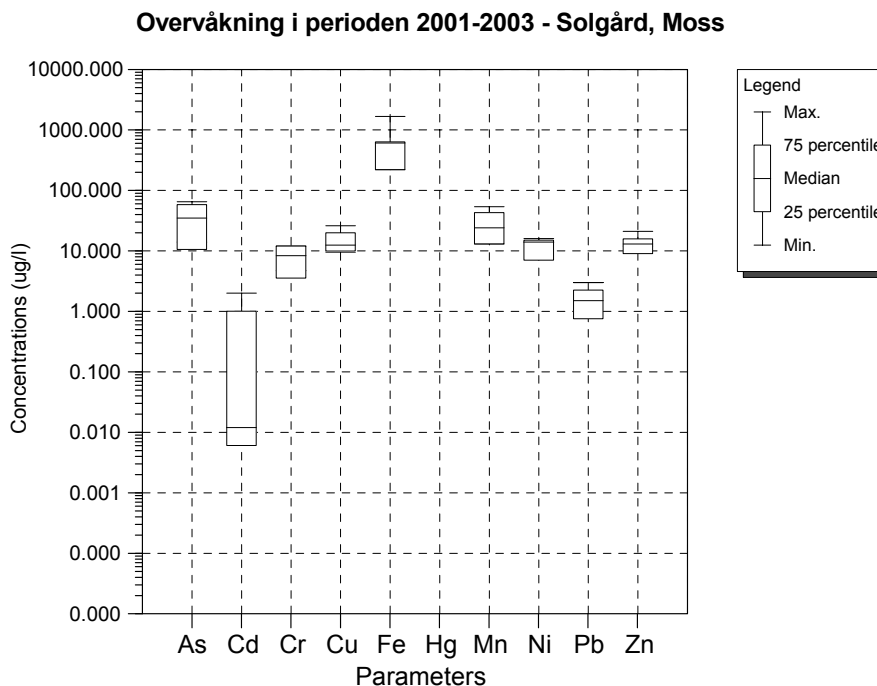
Jordtrykksmålingene viser at forholdet mellom horisontal og vertikal trykk-komponent er ca. 0,3 i de oppkuttete bildekkene og ca. 0,5 i steinfyllingen. Det kan tyde på at tallet for bildekkene øker med tid. Jordtrykksmålingene under fyllingen indikerer en romvekt på ca. 6 kN/m^3 for lettfyllingsmaterialet når det er tatt hensyn til overbyggningskonstruksjonen.



Figur 10. Temperaturovervåking i dekkfylling. Lufttemperatur er fra Rygge flyplass.

Overvåkingsresultater for utlekking av fenolforbindelser i perioden 2001-03 er vist i Figur 3, mens Figur 11 angir resultatene fra metallanalysene.

Arsenkonsentrasjonen tilskrives steinmaterialet i lysimeteret da laboratorieanalyser og øvrige felldata viser betydelig lavere konsentrasjoner.



Figur 10. Konsentrasjon av metaller for perioden 2001-03 (Solgård avfallsfylling).

3.4 Nannestad Hestesportsenter

Målsettingen med prosjektet er å teste om oppkuttete bildekks elastiske egenskaper vil gi bedre trykkfordeling for hestebeina og ideelt sett færre skader og like god eller bedre hastighet. Nannestad Hestesportsenter er svært entusiastisk og har stor tro på at dette vil fungere. Materialet er forsøkt dimensjonert for optimal funksjonalitet.

3.4.1 Feltundersøkelser

Nannestad Hestesportsenter ligger på Romerike nær Gardermoen. Det er anlagt 1000 m travbane som anvender en baneoppbygning hvor finkuttet bildekk inngår (maksimum 10 cm × 10 cm). Målsettingen var å lage en travbane med et godt fartspotensial som samtidig gir færre skader på hestebein. Det er utført en miljørisikovurdering [26] som nå følges opp med et overvåkningsprogram [23]. Det ble også utredet alternative metoder å behandle overflatevann på dersom det skulle vise seg at stoffer fra bildekkene spres til resipient. Banen var ferdig lagt sommeren 2003. Anlegget forventes å være ferdig sommer 2004.

Feltarbeid omfatter plassering av to 63 mm grunnvannsbrønner, en 25 mm peilebrønn og fire Prenart vakuump lysimeter. Lysimeter plasseres under banen i fire nivå over grunnvannsnivå. Grunnvannsnivået er på ca. 4 meter dybde. Løsmassene består av siltig finsand.

3.4.2 Resultater

Det er utført omfattende testing av banedekke ved Universitetet i Lund og i forbindelse med dette arbeidet er også Jagersro travbane i Malmø testet. Foreløpige rapporter foreligger. Det planlegges oppfølging av dette arbeidet sommeren 2004. Overvåkningsprogrammet omfatter analyse av markvann og resipient. Utførte analyser kan ennå ikke påvise at konstruksjonen påvirker mark- eller overflatevann [25].

Ved hjelp av beregningsmodellen "Risc 4.0" er transport og nedbrytning gjennom mark- og grunnvannssonen beregnet. Det er benyttet stedsspesifikk informasjon om hydrogeologiske forhold og de oppkuttete bildekks totale innhold av PAH'er og metaller. Innhold av bisfenol-A, 4-n-nonylphenol og 4-n-oktylphenol er til sammen antatt å være 3 % av "total PAH nivået" (3x0.5 mg/kg). Stoffenes vannløslighet er beregnet som om stoffene var bundet i jord, det er ikke kompensert for høyt innhold av aktivt karbon og "vulkanisert masse". Dette medfører at modellen beregnet konsentrasjoner som er betydelig større enn de som er målt under laboratoriebetingelser. Forventede konsentrasjoner må dokumenteres i felt.

Modellen er dynamisk og inneholder beregningsmodeller for mark-, grunn- og overflatevann (det er simulert for 100 år). I dette arbeidet er verktøyet benyttet til å synliggjøre følgende:

- Nedbrytning og mulig konsentrasjon av bisfenol-A, 4-n-nonylphenol og 4-n-oktylphenol like over grunnvannet (mg/l).
- Metallenes mobilitet og forventet konsentrasjon like over grunnvann (mg/l)
- Kildematerialets innhold av utvalgte PAH'er (mg/kg).

Dette synliggjør på en konservativ måte oppløsning av stoffer i gummimassen, oppholdstid, nedbrytning og mobilitet i markvannssonen.

4 Konklusjoner

Produkter av oppkuttete bildekk har en teknisk anvendelse som lett fyllmateriale i støyvoller, vegkonstruksjoner eller ved tilbakefylling mot for eksempel brokonstruksjoner. Teknisk kan slikt materiale klassifiseres som grovkutt eller finkutt (Tabell 3). Grovkutt anvendes til støyvoller, tilbakefylling og veg, mens finkutt i noen tilfeller har blitt brukt til tilbakefylling. Det pågår i Norge tre pilotprosjekter hvor oppkuttete bildekk er anvendt. Solgård ved Moss er en lett fylling som vil bli asfaltert og anvendt til industriell produksjon. Ved Huggenes i Råde anvendes materialet som en lett kjerne i en stor støyvoll langs E6. Nannestad Hestesportsenter ved Gardermoen er en ny travbane hvor materialet er anvendt som et element i banedekket. Prosjektene viser så langt at bildekk generelt tilfredsstillende norske retningslinjer til et gjenvunnet material [40]:

- Egenskapene i materialet må ha en *funksjon* i konstruksjonen.
- Materialet må tilfredsstillende forhåndsbestemte *spesifikasjoner*.
- Materialet må kunne omsettes i et *marked*.
- Materialet må være *rent*.

Funksjon: Materialets funksjon er forskjellig i de etablerte pilotprosjektene. Det er viktig at fremtidige pilotprosjekter får frem flere tekniske anvendelser samt flere erfaringer fra planlegging, prosjektering, bygging og vedlikehold av konstruksjoner hvor oppkuttete bildekk er anvendt. Vekten fra oppkuttete bildekk er 3-6 ganger lavere enn vanlige fyllmasser og isolasjonsevnen stort sett sammenlignbar med andre isolasjonsmaterialer.

Spesifikasjon: Av de pågående pilotprosjektene er det kun travbanen på Nannestad som hadde spesifikke krav til produksjonen av materialet. Fremtidige prosjekt må stille de nødvendige krav til materialproduksjonen for å oppnå de riktige egenskaper for konstruksjonen. Ved anvendelse i vegkonstruksjoner stilles det krav til partikkelstørrelse, romvekt og renhet (se også Vedlegg 2).

Marked: Oppkuttete bildekk har i andre land vist seg å fungere i et marked for lette fyllmasser. Lett fylling i vegkonstruksjoner (også hovedveger) og støyvoller er eksempler som bruker store volumer med material samtidig som de er tidlig inne i en byggeprosess. Materialets tilgjengelighet er viktig når større konstruksjoner skal etableres. God og langsiktig planlegging er derfor viktig. Fremtidige prosjekter må legge vekt på at riktig bruk av gjenbruksmaterialer krever at materialene kommer inn som et alternativ i en tidlig fase av byggeprosessen.

Rent: Pågående overvåkningsprogram og undersøkelse tilknyttet tidligere prosjekt viser at det ikke er sannsynlig at avrenning fra konstruksjonene medfører at nærliggende følsom ferskvannsresipient påvirkes. Også en livsløpsanalyse viste at miljøpåkjenningen ved bruk av oppkuttete bildekk i Huggenesvollen er mindre enn de tilsvarende belastningene ved bruk av steinmateriale.

Det anbefales at flere pilotprosjekter gjennomføres for å kunne implementere oppkuttete bildekk som et gjenbruksmaterial i vegbygging. Prosjektene skal fremskaffe bedre kunnskap og dokumentasjon om bygging med oppkuttete bildekk, samt bedre kunnskap om materialets miljøegenskaper, og da særlig lang tids utlekking.

5 Referanseliste

1. Abele M., C. et al *Manual for the rubber industry*. 1.5. 1972. ed Sigrid Koch. 1970: Farbenfabriken Bayer AG, Leverkusen, Germany.
2. Ahmed, I., *Laboratory Study on Properties of Rubber Soils*. 1993, Purdue University, West Lafayette, IN.
3. ASTM, *Standard Practice for Use of Scrap Tires in Civil Engineering Applications*. American Society for Testing and Materials. 1998.
4. Bosscher, P.J. et al. *Construction and Performance of a Shredded Waste Tire test Embankment*. in *71st Annual Meeting of the Transportation Research Board*. 1992. Washington, DC.
5. Bressette, T., *Used Tire Materials as an Alternative Permeable Aggregate*. 1984, Office of Transportation Laboratory, California Department of Transportation: Sacramento, CA.
6. Brooke D. , C Watts, R Mitchell & I Johnson, *ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT REPORT: 4-TERT-OCTYLPHENOL (CAS NO: 140-66-9) DRAFT*, UK Environment Agency, Editor. 2003, National Centre for Ecotoxicology and Hazardous Substances.
7. Canada, Environment. *Canadian Water Quality Guidelines*. 2002.
<http://www.ec.gc.ca/CEQG-RCQE/English/Ceqg/Water/default.cfm>
8. Comité Européen de Normalisation, CEN, *Workshop Agreement. Post-consumer Tyre Materials and Applications*. CWA 14243:2002E. 2002: Brüssel. p. 113.
9. Official Journal of the European Communities, *Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste*. 1999. http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/1999/l_182/l_18219990716en00010019.pdf
10. Drikkevannsforskriften. *Forskrift om vannforsyning og drikkevann*. 2003.
<http://www.lovdata.no/for/sf/hd/td-20011204-1372-006.html>
11. Edeskär, T., *Civil Engineering Application of Rubber from Post-consumer Tyre Materials, Literature review. DRAFT*. 2003, Department of Civil Engineering, Luleå University of Technology. p. 52.
12. Edil T.B., Bosscher, P-J., *Development of Engineering Criteria for Shredded Waste Tires in Highway Applications*. 1992, Wisconsin Department of Transportation, Madison.
13. Hall, T.J., *Reuse of Shredded Waste Tire Material for Leachate Collection Systems at Municipal Solid waste Landfills*. 1990, for Iowa Department of Natural Resources Waste Management and Authority Division, by Shive-Hattery Engineers and Architects, Inc.
14. Hong, Hanh N., *Geotechnical applications of crumbed tire rubber*. 2002, National Library of Canada = Bibliothèque nationale du Canada, : Ottawa.
http://www.nlc-bnc.ca/obj/s4/f2/dsk1/tape4/PQDD_0002/MQ59818.pdf
15. Huhmarkangas, H., *Gummiflis som lättfyllnad ved vägbyggnad. Rapport utgitt av Vägverket. Rapport nr: B3-00-04*. 2000.
16. Humphrey, D.N and Katz, L.E., *Five-Year Field Study of the Water Quality Effects of Tire Shreds Placed Above the Water Table*. Transportation Research Board, 79.th Annual Meeting, January 9-13, 2000, Washington, DC. 2000.
17. Humphrey, D.N., *Investigation of Exothermic Reaction in Tire Shred Fill Located on SR 100 in Ilwaco*. 1996, Federal Highway Administration, Washington, DC.
18. Humphrey, D.N. et al., *Laboratory and Field Measurements of the Thermal Conductivity of Tire Chips for Use as Subgrade Insulation*. Preprint No. 971289, Transportation Research Board, Washington, D.C., 1997.
19. Humphrey, D.N. et al., *Tire Chips as Lightweight Backfill for Retaining Walls - Phase I, A Study for the New England Transportation Consortium*. 1992, New England Transportation Consortium, Department of Civil Engineering, University of Maine, Orono, ME.
20. Humphrey, D.N., Lynn E. Katz. *Field Study of Water Quality Effects of Tire Shreds placed below the Water Table*. in *Conference on Beneficial Use of Recycled Materials in Transportation Applications*. 2001. Pittsburgh, PA: Air and Waste Management Association.
21. Humphrey, D.N., Sandford, T.C. *Tire Chips as Lightweight Subgrade Fill and Retaining Wall Backfill*. in *Symposium on Recovery and Effective Reuse of Discarded Materials and By-Products for Construction of Highway Facilities*. 1993. Federal Highway Administration, Washington, DC.
22. Humprey, Dana N., L. Katz. *Field study of water quality effects of tire shreds placed below the water table*. in *Beneficial Use of Recycled Materials in Transportation Application*. 2001. Arlington, Virginia: Recycled Material Resource Center, Univ. of new Hampshire, Durham, New Hampshire, USA.
23. Håøya, A.O., *Kvernet bildekk som byggematerial. Miljøovervåkning i perioden 2003 til juni 2005*. 2003, Scandiaconsult for Ragn-Sells og Statens Vegvesen. p. 8+5.
24. Håøya, A.O., *Stedsspesifikk risikovurdering. Oppdrag nr: 720024A, rapport fra Scandiaconsult AS*. 2002.
25. Håøya, A.O., G.T. Unsgård, *Miljøovervåknig 2001-03 - Avrenning fra kvernet bildekk*. 2004, Scandiaconsult AS. www.gjenbruksprosjektet.net
26. Håøya, A.O., H. Mohn, *Nannestad Hestesportsenter - Jessheim kommune. Kvernet bildekk som underlag til travbane . Vurdering av steds spesifikk miljørisiko og egnethet*. 2002, Scandiaconsult AS for Ragn Sells: Oslo.
27. Håøya, A.O., R. Olsson, S. Torsøe, *Civil Engineering Rubber. Pilotprosjekt: Solgård - Moss. Arbeidsbeskrivelse med foreløpige resultater*. 2002, Scandiaconsult AS for Ragn Sells.
28. Informationsråd, Däckbranschens, *Miljöbeskrivning av däck, in En översiktlig beskrivning av problematiken kring däckes miljöpåverkan*. 1998, Däckbranschens Informationsråd, c/o Promotion International, Slottsgatan 8,

- 432 44 VARBERG. Kontaktperson: Pontus Grönvall, Tel: 0340–67 30 00, Fax: 0340–849 50, E-post: pg@promotion.se.
29. Johnsen, I., *Kvernedde bildekk som gjenbruksmateriale i støyvoller.*, in *Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi*. 2003, NTNU, Trondheim, Norway. p. 57. www.gjenbruksprosjektet.net
 30. Johnsen, Iselin, *Arbeidsrapport nr 01/DP5. Kvernedde bildekk som gjenbruksmateriale i støyvoller*, in *Gjenbruksprosjektet*, Vegdirektoratet Statens Vegvesen, Editor. 2004, NTNU, Trondheim, Norway. <http://www.gjenbruksprosjektet.net/article/darchive/78/?Ref=/article/darchive/20&dpnr=5>
 31. KEMI, *HA-oljor i bildäck – förutsättningar för ett nationellt förbud – förutsättningar för ett nationellt förbud. Rapport från ett regeringsuppdrag*. 2003, Kemikalieinspektionen. p. 104. http://www.kemi.se/raw/documents/39107_ha-oljor3_03.pdf
 32. Knutsson, S, *Ang. Värmeledningsevne i gummiklipp*. Luleå tekniska universitet. Inst. för Väg- och Vattenbyggnad. 2001.
 33. Miljøverndepartementet. *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)*. 2004. <http://www.sft.no/lover/avfallsforskriften/avfallsforskriften.pdf>
 34. Miljøverndepartementet. *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven)*. (siste endret 2003-07-01). 2003. <http://www.lovdatabank.no/all/hl-19810313-006.html>
 35. Miljøverndepartementet. *Forskrift om innsamling og gjenvinning av kasserte dekk*. 1994. <http://www.lovdatabank.no/for/sf/md/td-19940325-0246-0.html>
 36. Miljøverndepartementet. *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand (1999-2000)*. 1999. <http://www.dep.no/md/norsk/publ/stmeld/022005-040006/index-inn001-b-n-a.html>
 37. Naser Ghani, A., *Shredded Scrap Tire Based Lightweight Geomaterial for Civil Engineering Works*, in *Geotechnical Engineering Program, School of Civil Engineering*. 2003, University Sains Malaysia. http://www.jica.go.jp/classroom/ronbun2003/pdf/k_07.pdf
 38. Newcomb, D. E., Drescher, A. *Engineering properties of shredded tires in lightweight fill applications*. 1994: Transportation Research Record 1437.
 39. Schnormeier, R. *Recycled Tire Rubber in Asphalt*. in *71st Annual Meeting of the Transportation Research Board*. 1992. Washington, DC.
 40. SFT. *Bygg- og anleggsavfall: Disponering av rene naturlige masser og gjenvunnet materiale*. 2002. <http://www.sft.no/publikasjoner/avfall/1853/ta1853.html>
 41. SFT, *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. TA: 1468/1997*, Statens forurensningstilsyn, Editor. 1997.
 42. SFT, *Risikovurdering av forurenset grunn.*, Statens forurensningstilsyn, Editor. 1999. <http://www.sft.no/publikasjoner/kjemikalier/1629/ta1629.pdf>
 43. Shao, J., *Thermal Conductivity of Recycled Tire Rubber for Insulation Beneath Roadways*. 1995, Transportation Research Board.
 44. Sjøbergh, Olov, *Ragnsells – densitetsbestämning av klippta däck i fältförsök*. 2001, Scandiaconsult Sverige AB, Region Väst, Geoteknik. p. 9.
 45. Stanley, L. P. Jr., *Scrap and Shredded Tire Fires. Special Report. Report 093 of Major Fires Investigation Project. December 1998. Federal Emergency management Agency. United States Fire Administration*. 1998.
 46. Tatlisoz, N., Edil, T., Benson, C., Park, J., and Kim, J., Dept. of Civil and Environmental Engineering, University of Wisconsin-Madison., *Review of Environmental Suitability of Scrap Tires*. 1996. <http://www.uwgeotech.org/bensongeoreport.htm>
 47. TFHRC. *Scrap Tires - User Guidelines - Embankment or Fill*. www.fthrc.gov/hnr20/recycle/waste/st4.htm
 48. Tweedie, J. et al., *Tire Chips as Lightweight Backfill for Retaining Walls - Phase II, Field Trial*. 1997, New England Transportation Consortium, Department of Civil Engineering, University of Maine: Orono, ME.
 49. European Union, *European Union Risk Assessment Report. 4-Nonylphenol (branched) and Nonylphenol*. 2001.
 50. European Union Risk Assessment. *4,4'-ISOPROPYLIDENEDIPHENOL (BISPHENOL-A)*. Final Report, 2003. CAS No: 80-05-7. EINECS No: 201-245-8. . European Chemicals Bureau. 3rd priority list vol. 37. <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/>.
 51. Viatek, SCC, *Noise barrier made of shredded tyres, experiences in Finland.*, SCC Oslo p.nr 110157A, Editor. 2002.
 52. Vaslestad, Jan, *Oppkuttete bildekk i lette fyllinger. Erfaringer fra USA*. 1993, Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. Internrapport nr. 1626.
 53. Westerberg, B, Mácsik, J., *Laboratorieproving av gummiklipps Miljøgeotekniske egenskaper*. Luleå Tekniske Universitet. 2000, Universitetet i Luleå. Institutionen för Väg- och vattenbyggnad. Avdelningen för Geoteknik.
 54. Østby, K.S., *Bruk av bildekk i støyvoller. Livsløpsvurdering. Prosjektoppgave høsten 2002 ved NTNU, institutt for bygg- og anleggsteknikk*, Vegdirektoratet Statens Vegvesen, Editor. 2002. <http://www.gjenbruksprosjektet.net/article/articleview/132/1/119/>
 55. CSTE, The scientific committee on toxicity, ecotoxicity and the environment, 2003, *Questions to the CSTE relating to scientific evidence of risk to health and the environment from polycyclic aromatic hydrocarbons in extender oils and tyres*, European commission health & consumer protection directorate-general http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/committees/sct/documents/out206_en.pdf

6 Vedlegg

Vedlegg 1. Massebalanse for innsamling og bruk av kasserte bildekk

Kilde: RagnSells v/Kjell Høiland

Massebalanse dekk

Per. 30.nov. 2003

Innsamlede mengder	2000	2001	2002	2003	Totalt
Mengde/år	8 685	34 117	33 503	36 270	112 575
Nord-Norge	1 207	4 539	3 874	3 786	13 406
Sør-Norge t.o.m Trøndelag	7 478	29 578	29 629	32 484	99 169

Anvendelse	2000	2001	2002	2003	Totalt
Kvernet masse til energi	0	5 181	3 885	15 110	24 176
Kvernet masse til anlegg	0	12 125	8 962	26 983	48 070
Baner for skytematteproduksjon	310	1 525	1 289	1 316	4 441
Dekksider til ensileringsformål	0	224	1 125	955	2 304
Dekksider til anleggsformål	0	691	0	0	691
Dekk til eksport	445	1 465	1 278	1 165	4 353
Anleggsdekk til fendere etc.	434	252	201	186	1 073
Deponiavfall/vann etc.	454	2 105	2 321	3 831	8 711
Sum anvendelse	1 643	23 568	19 062	49 545	93 819
Til lager/lager	7 041	10 549	14 441	-13 275	18 756
Sum	8 685	57 685	52 565	85 816	206 394

Anvendelse - summarisk	2000	2001	2002	2003	Totalt
Kvernet masse til energi	0	5 181	3 885	15 110	24 176
Kvernet masse til anlegg	0	12 125	8 962	26 983	48 070
Øvrig bruk	1 643	6 262	6 215	7 452	21 573
Sum anvendelse	1 643	23 568	19 062	49 545	93 819

Kontroll	2000	2001	2002	2003	Totalt
Anvend/Avsatt	1 643	23 568	19 062	49 545	93 819
Til lager	7 041	10 549	14 441	-13 275	18 756
Sum	8 685	34 117	33 503	36 270	112 575

Kommentar:

I Nord-Norge er det samlet inn i alt 13.406 tonn per 30.11.03. Det ligger ca. 1.000 tonn hele dekk på lager. Kvernet mengde leveres Norcem fortløpende i 2003.

På Gardermoen ligger et lager på ca. 780 tonn ferdig kvernet masse. Dette skal leveres som anleggsmateriale til Rena leir. Det er usikkert når dette leveres.

Restmengden er lagret på Skjerkøya. Dette utgjør ca. 15.500 tonn fordelt på ca. 3.000 tonn hele dekk og ca. 12.500 tonn kvernete dekk.

Vedlegg 2. "Beneficial End Use of Waste Tires".

Kilde: <http://www.state.tn.us/environment/dca/tires/tireuse.php>



Beneficial End Use of Waste Tires

POLICY GUIDELINES FOR CIVIL ENGINEERING APPLICATIONS APPROVED FOR BENEFICIAL END USE OF WASTE TIRES

PURPOSE:

This document is a statement of policy designed to describe civil engineering applications that are deemed appropriate by the Division of Community Assistance (DCA) for reimbursement through the solid waste grant program as a beneficial end use of waste tires generated in Tennessee, in accordance with T.C.A. 68-211-867(b)(5).

DEFINITIONS:

A beneficial end use of scrap tires in civil engineering applications is defined as the use of tires to serve as a replacement for another material, after it is processed so as to lose its identity as a solid waste or as a tire by providing a sound environmental or engineering advantage, or by the material becoming a value-added product that is returned to commerce. A beneficial end use shall not result in unacceptable damage to the environment or public health and safety, and not simply be a disposal method. Approved beneficial end uses shall be in general conformity with "ASTM Standard Practice for Use of Scrap Tires in Civil Engineering Applications" (D 6270-98). The definitions for all scrap tire terms used in this policy are contained in the ASTM Standard.

APPLICATIONS QUALIFIED FOR REIMBURSEMENT:

In all civil engineering applications using tire chips or shreds:

1. All tire chips or shreds shall have the bead wire removed,
2. Less than 1% (by weight) of the tire chips or shreds shall be free metal fragments which are not at least partially encased in rubber;
3. Tire chips or shreds should generally be unattached to one another by wires;
4. All tire chips or shreds shall be free of all flammable contaminants, including wood fragments, wood chips, any other fibrous organic matter, or the remains of tires that have been subjected to a fire.

Specific approved applications are as follows:

I. CLASS I LANDFILL CONSTRUCTION AND CLOSURE

- A. The underdrain layer beneath the liner;
- B. Pipe trenches associated with the leachate collection/recirculation system, landfill gas collection

system, and ground water control system;

- C. The leachate drainage and operations layers above the liner (but not as alternate cover material); and
- D. The drainage layer in the final cover design.

In all landfill construction and closure applications:

1. The application shall have the prior approval of the Division of Solid Waste Management;
2. The tire chips shall only be used as a replacement for and/or an amendment to gravel or sand;
3. The maximum dimension of any tire chip shall not exceed 102 mm (4 inches) nominal and at least 50% (by weight) of the material shall not exceed 51 mm (2 inches) nominal;
4. A maximum of 5% (by weight) shall pass the 4.75 mm (#4) sieve;
5. All tire chips shall not have belt wires protruding more than 38 mm (1 ½ inches) and 75% (by weight) shall not have belt wires protruding more than 12 mm (½ inch);
6. All tire chips shall have at least one (1) sidewall severed from the tread;
7. Any layers of 100% tire chips shall not exceed 1 meter in thickness; and
8. In no case shall tire chips intended for beneficial end use be mixed or disposed with solid waste.

These standards do not preclude the Division of Solid Waste Management from applying additional or stricter standards to the actual installation. DCA will consider the landfill operator or the party purchasing the chips from the processor to be the end user.

II. PUBLIC WORKS CONSTRUCTION

DCA will approve the beneficial end use of waste tires in the construction of paved roads, bridge approaches, and levees under the following conditions:

- A. As backfill material in an embankment or behind a retaining wall and
 1. The maximum dimension of any tire chip or shred shall not exceed 305 mm (12 inches) nominal, except in the top 0.61 m (2 feet) feet of the fill, 100% of the material shall not exceed 51 mm (2 inches) nominal;
 2. A minimum of 75% (by weight) shall pass the 203 mm (8 inch) sieve;
 3. A maximum of 25% (by weight) shall pass the 38 mm (1.5 inch) sieve;
 4. A maximum of 1% (by weight) shall pass the 4.75 mm (#4) sieve; and
- B. As a subgrade base beneath pavement and
 1. The maximum dimension of any tire chip shall not exceed 7.6 cm (3 inches) nominal;
 2. A maximum of 50% (by weight) shall pass the 38 mm (1.5 inch) sieve; and
 3. A maximum of 5% (by weight) shall pass the 4.75 mm (#4) sieve.
- C. When tire chips or shreds are used in public works construction:
 1. The tire material shall be protected from soil infiltration by a synthetic geotextile fabric;
 2. The tire material shall be placed above the water table;
 3. All tire shreds or chips shall not have belt wires protruding more than 38 mm (1 ½ inches) and 75% shall not have belt wires protruding more than 12 mm (½ inch);
 4. All tire shreds or chips shall have at least one (1) sidewall severed from the tread; and

5. The end user shall obtain a letter from the Division of Solid Waste Management stating approval of the application of tire shreds in each in-state project.
6. Any layers of 100% tire chips or shreds shall not exceed 3 meters in thickness.

D. In rubber-modified asphalt after the tires have been processed into crumb rubber.

DCA will consider the construction contractor or the party purchasing the chips from the processor to be the end user.

III. DRAINFIELD AGGREGATE

DCA will approve as a beneficial end use of waste tires the application of tire chips in the construction of subsurface sewage disposal systems and ground water/surface water diversion systems, i.e. French drains, for subgrade building foundations under the following conditions:

1. The substitution of tire chips for conventional drainfield aggregate has the prior approval of the local or state government agency having jurisdiction over installation of such systems;
2. The tire chips are sold by the processor to an installer/home construction contractor, or to a company that stockpiles the material for the purpose of selling it to installers/home construction contractors; and
3. The tire chips delivered to the end user meet the specifications of the local or state government agency having jurisdiction over installation of such systems.
4. Any layers of 100% tire chips or shreds shall not exceed 3 meters in thickness.

DCA will consider the installer/home construction contractor or the party purchasing the chips from the processor to be the end user.

*For more information on Tennessee's Waste Tire Program,
please contact Alan Ball at (615) 532-0090 or by email at alan.ball@state.tn.us*

Vedlegg 3. Direkte skjærforsøk på oppkuttete bildekk. Etter Yang et al. (2002) og andre

Kilde: Tommy Edeskär [11]

Maximum size [mm]	Density [kg/m ³]	Normal Stress [kPa]	Cohesion Intercept [kPa]	Friction angle [°]	Criterion of Failure Stress	Reference [11]
51	630	17-68	7.7	21	Peak or at 10 % displacement	Humphrey et al. (1993)
76	608	17-63	11.5	19		— —
38	606	17-62	8.6	25		— —
50, 100, 150	N.A.	1-76	3	30	Peak or at 9 % displacement	Foose et al. (1996)

N.A. = Not Available

Vedlegg 4. Treksialforsøk på oppkuttete bildekk. Etter Yang et al. (2002) og andre.

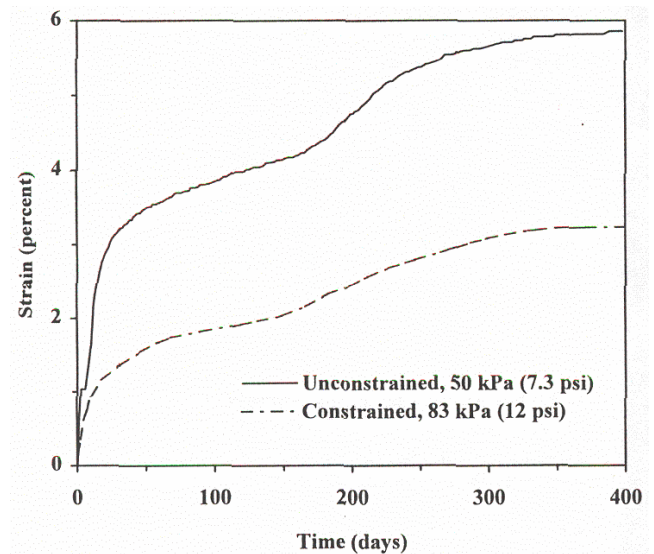
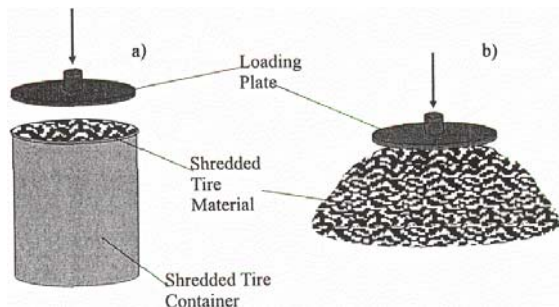
Kilde: Tommy Edeskär [11]. Resultatene fra Yang et al (2002) er komplettert med andre studier. Det er kun vist resultater for fraksjoner større enn ca. 20 mm. Målinger på mer finkornige har lavere friksjonsvinkel.

Maximum size [mm]	Density [kg/m ³]	Confining Pressure [kPa]	Failure criterion and shear strength				Reference
			10 % Strain		20 % Strain		
			c [kPa]	φ [°]	c [kPa]	φ [°]	
38	589	35-55	0	21.1	0	35.5	Benda (1995)
19	562	35-55	0	21.4	0	34.1	
25	632	31-199	25.4	12.6	37.3	22.7	
25	642	32-307	22.1	14.6	33.2	25.3	
25	675	32-199	24.6	14.3	39.2	24.7	

Vedlegg 5. Kryp/langtidsdeformasjoner i oppkuttete bildekk (Heimdahl og Drescher).

Data fra Heimdahl og Drescher (1998). Kilde: Tommy Edeskär [11].

Figurene a) og b) viser belastningen med og uten mottrykk. Figuren viser langtids deformasjon (%) som funksjon av tid (døgn).



Vedlegg 6. Utlekking av metall, PAH, fenol og etoksilat

CEN/TC 292, data for 5x5 cm biter ved L/S 10, enhet µg/l. Kilde: A.-O. Håøya [24].

Parameter	N.D	Average	Median	Max	Min	Std.dev.	Nr	PNEC	T.Klasse median/PNEC	Drink. water
Kadmium, Cd		0.54	0.5	0.6	0.5	0.055	5			5
Cobolt, Co	<	5	5	5	5	0.000	5			
Krom, Cr	<	5	5	5	5	0.000	5			50
Kobber, Cu		6.2	5	11	5	2.683	5		V	200
Jern, Fe		737	603	1250	497	298.624	5			
Mangan, Mn		72.2	71	85	61	8.556	5			
Nickel, Ni	<	5	5	5	5	0.000	5			20
Bly, Pb	<	10	10	10	10	0.000	5		V	10
Zink, Zn		191.6	212	228	134	38.273	5		V	300
Arsen, As	<	1	1	1	1	0.000	5			
TOC		5380	5900	6100	2900	1389.964	5			
4-tert-Octylphenol		2.9433	2.07	4.69	2.07	1.513	3	0.12	17.25	
4-n-Nonylphenol		0.0227	0.027	0.03	0.014	0.008	3	0.3	0.09	
iso-Nonylphenol (technical)		0.4707	0.467	0.48	0.467	0.006	3			
Bisphenol F		2.3	2.19	2.52	2.19	0.191	3			
Bisphenol A		11.383	14.3	14.3	5.55	5.052	3	1.6	8.9375	
OP 1 EO		0.6063	0.469	0.88	0.469	0.238	3			
OP 2 EO		0.544	0.58	0.58	0.472	0.062	3			
OP 3 EO		0.305	0.252	0.41	0.252	0.092	3			
OP 4 EO		0.1993	0.159	0.28	0.159	0.070	3			
OP 5 EO		0.111	0.107	0.12	0.107	0.007	3			
OP 6 EO		0.032	0.023	0.05	0.023	0.016	3			
OP 7 EO		0.013	0.005	0.03	0.005	0.014	3			
OP 8 EO		0.005	0.005	0.01	0.005	0.000	3			
NP 1 EO		5.3367	4.94	6.13	4.94	0.687	3			
NP 2 EO		3.5167	3.43	3.69	3.43	0.150	3			
NP 3 EO		2.05	2.05	2.05	2.05	0.000	3			
NP 4 EO		1.7267	1.6	1.98	1.6	0.219	3			
NP 5 EO		1.4833	1.34	1.77	1.34	0.248	3			
NP 6 EP		0.686	0.829	0.83	0.4	0.248	3			
NP 7 EO	<	0.5	0.5	0.5	0.5	0.000	3			
NP 8 EO	<	0.5	0.5	0.5	0.5	0.000	3			
NP 9 EO	<	0.5	0.5	0.5	0.5	0.000	3			
NP 10 EO	<	0.5	0.5	0.5	0.5	0.000	3			
Naftalen		0.02					1			
Naftalen-C1	<	0.02					1			<
Naftalen-C2	<	0.02					1			<
Naftalen-C3	<	0.02					1			<
Phenantren	<	0.02					1			<
Phenantren-C1	<	0.02					1			<
Phenantren-C2	<	0.02					1			<
Phenantren-C3	<	0.02					1			<
Dibenzothiopen	<	0.02					1			<
Dibenzothiopen-C1	<	0.02					1			<
Dibenzothiopen-C2	<	0.02					1			<
Dibenzothiopen-C3	<	0.02					1			<
Benzo(a)antracen	<	0.02					1			<
Krysen	<	0.02					1			<
Benzo(b,k)fluoranten	<	0.02					1			<
Benzo(a)pyren	<	0.02					1			<
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<	0.02					1			<
Dibenzo(a,h)antracen	<	0.02					1			<
Sum canerogena PAH	<	0.02					1			<
Naftalen		0.02					1			
Acenaftylen		0.02					1			
Fluoren	<	0.02					1			<
Acenaften	<	0.02					1			<
Fenantren	<	0.02					1			<
Antracen	<	0.02					1			<
Fluoranten		0.02					1			
Pyren		0.02					1			
Benzo(g,h)perylene	<	0.02					1			<
Sum øvrige PAH		0.3					1			

Vedlegg 7. Avrenning fra bildekk, effekter på grunnvann.

Konsentrasjon av jern, mangan og sink i kontrollkonstruksjon, seksjon C og D. Kilde: Humphrey og Katz [16]

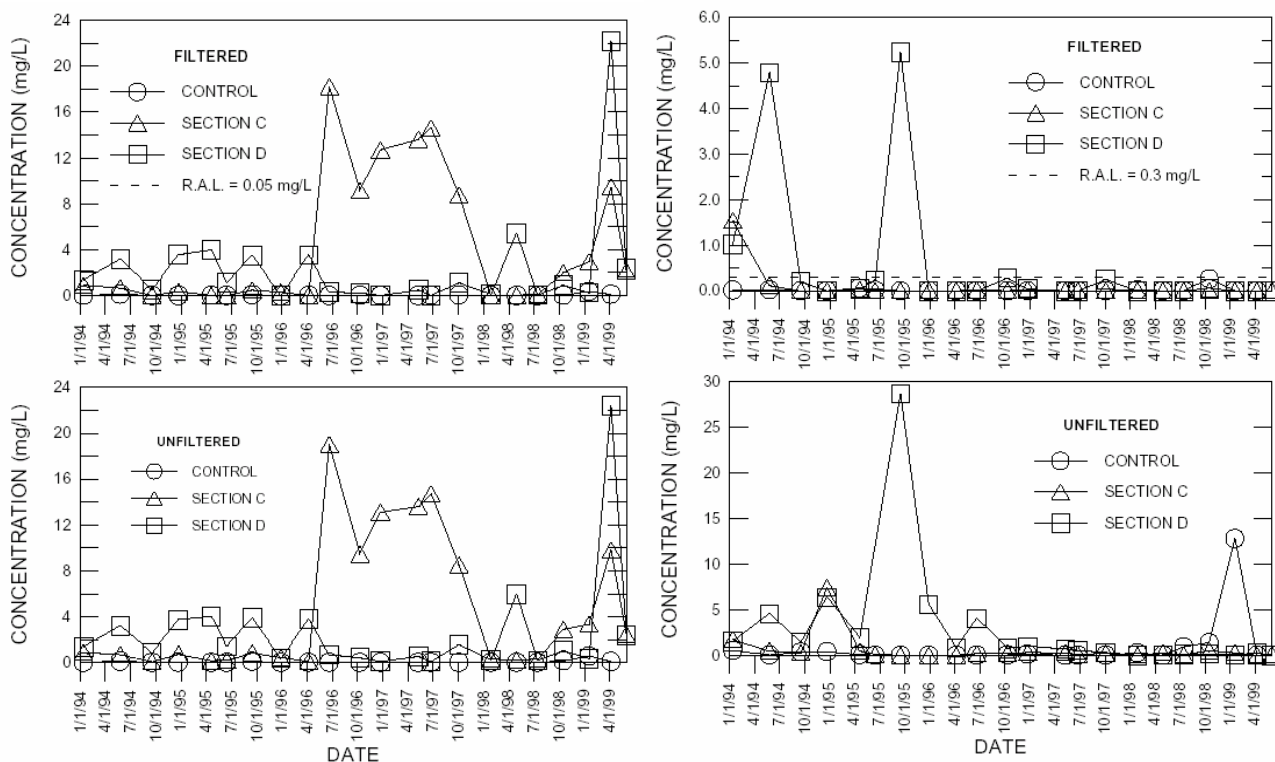


Fig. 8 Filtered and unfiltered manganese (Mn) concentrations.

Fig. 7 Filtered and unfiltered iron (Fe) concentrations.

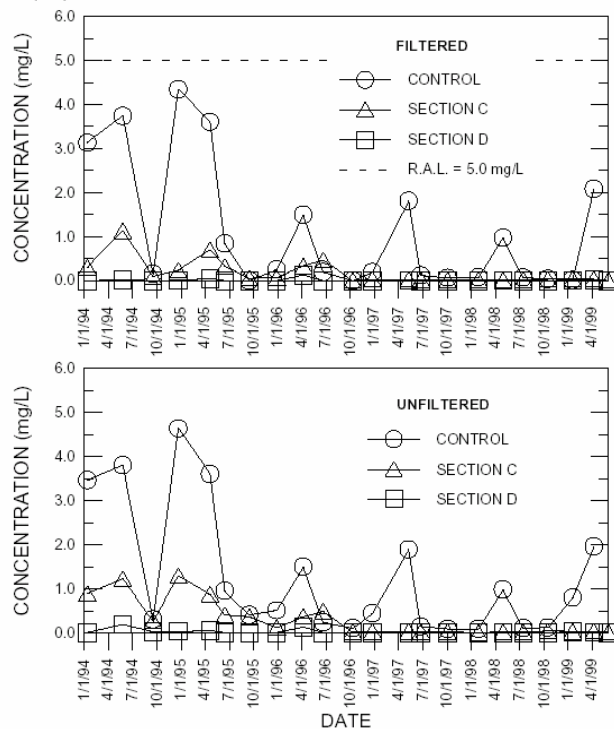


Fig. 9 Filtered and unfiltered zinc (Zn) concentrations.

Vedlegg 8. Utlekking fra bildekk, konklusjon fra ASTM

Kilde: *Standards Practice for Use of Scrap Tires in Civil Engineering Applications*, ASTM, 1998 [3]

7. Leachate

7.1 The Toxicity Characteristics Leaching Procedure (TCLP) (USEPA Method 1311) is used to determine if a waste is a hazardous waste, thereby posing a significant hazard to human health due to leaching of toxic compounds. The TCLP test represents the worst case scenario of acid rain percolating through the waste and exiting as leachate. For all regulated metals and organics, the results for tire shreds are well below the TCLP regulatory limits (**12, 13, 14**); therefore, tire shreds are not classified as a hazardous waste.

7.2 In addition to TCLP tests, laboratory leaching studies have been performed following several test protocols. Results show that metals are leached most readily at low pH and that organics are leached most readily at high pH (**14, 15**); thus, it is preferable to use tire shreds in environments with a near neutral pH.

7.3 Field studies of tire shred fills located above the ground water table show that tire shreds tend to leach manganese, and under some circumstances, iron at levels above their secondary drinking water standard (**4, 16**). Since secondary standards are based on aesthetic factors, such as color, odor, and taste, rather than health concerns, release of manganese and iron from tire shreds is not a significant concern. Release of organics from tire shreds placed above the water table generally is below test method detection limits (**16**); thus, release of organics from tire shreds placed above the water table is not a significant concern.

7.4 For tire shreds placed below the water table, tire shreds release levels of manganese and iron that are significantly above their secondary drinking water standards (**14**); thus, tire shreds should be used below the water table only where the aesthetic concerns raised by elevated levels of manganese and iron have been examined. Tire shreds placed below the water table leach low levels of a few organic compounds into the ground water (**14**). Further study is needed to determine if these levels are high enough to be of concern. Pending continued studies of the effect of tire shreds placed below the water table on organic levels, the use of tire shreds should be limited to above water table applications

REFERENCES:

- (4) Edil, T.B., and Bosscher, P.J., "Development of Engineering Criteria for Shredded or Whole Tires in Highway Applications," *Report No. WI 14-92*, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Wisconsin, Madison, WI, November, 1992.
- (12) Zelibor, J.L., "Leachate from Scrap Tires: RMA TCLP Report," Education Seminar on Scrap Tire Management, Scrap Tire Management Council, Washington, DC, September, 1991, pp. 381-391.
- (13) Ealding, W., "Final Report on Leachable Metals in Scrap Tires," Virginia Department of Transportation Materials Division, Virginia Department of Transportation Scrap Tire Task Force, 1992.
- (14) Downs, L.A., Humphrey, D.N., Katz, L.E., and Rock, C.A., "Water Quality Effects of Using Tire Chips Below the Groundwater Table," A Report Prepared by the Department of Civil and Environmental Engineering, University of Maine, Orono, Maine for the Maine Department of Transportation, 1997.
- (15) Twin City Testing, "Environmental Study of the Use of Shredded Waste Tires for Roadway Sub-Grade Support," Twin City Testing Corp., St. Paul, MN, Waste Tire Management Unit, Site Response Section, Groundwater and Solid Waste Division, Minnesota Pollution Control Agency, St. Paul, MN, February, 1990.
- (16) Humphrey, D.N., Katz, L.E., and Blumenthal, M., "Water Quality Effects of Tire Chip Fills Placed Above the Groundwater Table," Testing Soil Mixed with Waste or Recycled Materials, ASTM STP 1275, ASTM, 1997. pp. 299-313 and By-Products for Construction of Highway Facilities, Federal Highway Administration, Washington, DC, 1993, pp. 5-87 to 5-99.

Vedlegg 9. Foreslåtte akseptkriterier for vannkvalitet i overflatevann.

Kriteriene er basert på undersøkelser hvor man med god sikkerhet har utledet grenseverdier hvor de nevnte stoffene ikke har effekt på organismer i ferskvann. Kilde: A.O. Håøya og G.T. Unsgård [25].

Parameter	Enhet	PNEC [6, 49, 50]	Quality Guidelines Fresh water - Canada [7]	Drikkevanns- forskriften [10]	Tilstands- klasse II - III [41]
Arsenic	µg/l		5,0	10	
Cadmium	µg/l		5,0	5,0	0,1
Copper	µg/l		2 - 4	10	1,5
Iron	µg/l			200	
Lead	µg/l		1 - 7	10	1,2
Mercury	µg/l		0,1	0,5	0,005
Nickel	µg/l		25 – 150	20	2,5
Zinc	µg/l		30		20
Acenaphtene	µg/l		5,8		
Acenaphthylene	µg/l		-		
Anthracene	µg/l		0,012		
Benzo(a)anthracene	µg/l		0,018		
Benzo(a)pyrene	µg/l		0,015	0,010	
Benzo(b)fluoranthene	µg/l		0,015		
Fluoranthene	µg/l		0,04		
Fluorene	µg/l		3,0		
Naphtalene	µg/l		1,1		
Phenanthrene	µg/l		0,4		
Pyrene	µg/l		0,025		
Phenols	µg/l		4,0		
Bisphenol A	µg/l	1,6			
4-n-nonylphenol	µg/l	0,3			
4-t-octylphenol	µg/l	0,12			

Vedlegg 10. Utlekking, resultater fra et utvalg finske undersøkelser.

Kilde: Mikko Smura

Ilola - Sannainen			
Road	Local road number 11863		
Made	1997		
Lenght	350 m		
Construction	asphalt	60 mm	
	subbase	300 mm	
	base	800 mm	
	shredded tires (50x50 mm2)	350-1350 mm	

Kehä II - noise barrier (bank)	
Road	Kehä II (Ring road II) in Espoo
Made	1999
Construction	shredded tires (100x300 mm2) in noise bank

Ilola-Sannainen, water in construction

Substance	Concentration	November 1997	November 1997	May 1998	October 1998	May 1999	October 1999	February 2000	May 2000	January 2001	July 2001	November 2001
		Sample 1	Sample 2									
Cr	mg/l	0,005	0,005	0,004	0,005	<0,002	<0,001	0,006	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cu	mg/l	0,044	0,031	0,025	0,047	0,13	0,010	<0,002	0,003	0,039	0,010	0,003
Zn	mg/l	0,12	0,068	0,91	0,15	0,17	0,010	0,005	0,007	0,0443	0,018	0,007
Pb	mg/l	<0,001	<0,001	0,005	0,004	<0,002	<0,001	<0,005	<0,0005	0,0018	<0,001	<0,0005
Mn	mg/l	1,2	1,2	4,7	3,7	1,7	2,2	0,003	0,008	5,6	4,4	2,7
Fe	mg/l	0,23	0,22	84	6,5	0,005	20	21	120	12,7	28	2,3
SO ₄ ²⁻	mg/l	370	380	600	590	215	79	63	860	650	650	360
pH	-	7,5	7,4	6,46	5,93	6,5	7,0	7,0	6,6	3,4	3,4	5,1
Conductance	mS/m	152	152	146	128	58	74	80	190	170	160	87
Redox-potential	mV	222	223	108	164	-	-114	77	-45	-	445	W 12
Kiintoaine	mg/l							74			8	15
TOTAL PAH	ng/l	174,2	184,6	98,6	207,2	200	804	815,19	299	379	65,2	200
^{3) 5)} PAH compound	ng/l	11,2	10,1	5,6	8,3		72,87	n,d	n,d	16	ND	ND
^{4) 5)} Benzo(a)pyreeni	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003	<0,003

Kehä II, Water in construction		Date								Quality requirement of water for household consumption in Finland	Quality recommendation of water for household consumption in Finland
Substance	Concentration	09.06.1999	03.01.2000	24.02.2000	04.05.2000	19.10.2000	29.03.2001	03.12.2001	07.05.2002		
pH			6,8	4,0	-	-	-	-	-		
Cr	mg/l	0,005	0,009	7,2	0,008	0,026	0,16	0,002	0,008	0,05	
Cu	mg/l	<0,004	0,008		0,004	0,005	0,034	0,004	0,004	2,0	
Zn	mg/l	0,630	0,013		0,019	0,020	0,33	0,067	0,060	-	-
Pb	mg/l	<0,0001	<0,001		<0,0005	0,001	0,007	<0,0005	<0,0005	0,01	
sulphate	mg/l	520	1100	470	440	73	53	630	280		250
Total PAH	ng/l	<50	<1000	926,02	385,13	853,49	1115,0	720	692	(200/ 100*)	
compound PAH*	ng/l			14,71	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	200/ 100*	
Bentso(a)-pyrene	ng/l			<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<3,0	3,6	0,7 µg/l (~700 ng/l**)	

* benso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni, indiaani(1,2,3-cd)pyreeni

** WHO Guideline

N.D. = not detected

Vedlegg 11. DELPROSJEKT 5 ”LETTE FYLLINGER OG ISOLASJON”

GJENBRUKSPROSJEKTET



Målet er å tilrettelegge og øke gjenbruket av alternative lette materialer som skumglass, oppkuttete bildekk, aske o.l. Noen av materialene er også aktuelle til frostsikringsformål. Materialene skal defineres og spesifiseres i størst mulig grad som ferdige produkter, for å lette arbeidet for Vegvesenet eller andre byggherrer (bestillere). Bl.a. skal det etableres ordninger for materialdeklarasjon. Deklarasjon av miljøegenskaper er vesentlig for å kunne vurdere miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer.

Delprosjekt 5 ”Lette fyllinger og isolasjon” er delt inn i 4 aktiviteter:

DP5-1	Bildekk
DP5-2	Skumglass
DP5-3	Flyveaske
DP5-4	Isolering med gjenbruksmaterialer

For alle aktivitetene vil følgende bli utført:

Gjennomgang av aktuelt bakgrunnsstoff

Hoveddelen av arbeidet dekkes av litteraturstudier i forbindelse med universitetsoppgaver (doktorgrad, hovedoppgave og prosjektoppgaver i Norge og Sverige) i tillegg til oppfølging og vurdering av utførte prosjekter i Norge og andre land.

Bedømmelse av materialenes brukbarhet

Aktiviteten skal munne ut i metodikk og kriterier for vurdering av brukbarhet av materialene. Fysiske, mekaniske og miljøtekniske egenskaper skal dokumenteres og testmetoder angis (laboratorietesting). Gjennom dette arbeidet skal krav til materialene formuleres.

Designforutsetninger, praktisk utførelse, kontroll

Det skal utarbeides grunnlag for dimensjonering av lette fyllinger og frostsikrede vegkonstruksjoner med gjenbruksmaterialer. Retningslinjer for praktisk utførelse og kontroll utarbeides på bakgrunn av erfaringer fra utførte prosjekter.

Feltprosjekter

Det bygges prøvestrekninger med gjenbruksmaterialer i lette fyllinger og isolerte vegkonstruksjoner som instrumenteres og følges opp for å dokumentere at de fungerer som forutsatt. Egenskaper som følges opp over tid er bl.a. romvekt (for å bestemme dimensjonerende verdi), egenetning (nedknusing av materiale), bæreevne, spor og jevnhet på ferdig veg, frosttekniske egenskaper, utlekking samt arbeidsmetoder (utlegging og komprimering av materialene).

Arbeid med produktspesifisering

Aktiviteten omfatter generell produktspesifisering, uttesting av deklarasjonsordning og praktisk miljøgodkjenning av det enkelte materiale.

Delprosjektgruppen for DP5 ”Lette fyllinger og isolasjon” består av:

- Roald Aabø, Vegdirektoratet/Teknologiavdelingen (delprosjektleder)
- Arnstein Watn, SINTEF
- Geir Refsdal, Statens vegvesen Region midt
- Kjell Eriksen, Statens vegvesen Region øst
- Øystein Myhre, Vegdirektoratet/Teknologiavdelingen
- Arve Weng, Mesta AS

Vedlegg 12. RAPPORTOVERSIKT PR. 30.06.2004, STATENS VEGVESENS
GJENBRUKSPROSJEKT 2002-2005



GJENBRUKSPROSJEKTET

Prosjekt-rapport nr.	Intern rapport nr. ¹⁾	Tittel	Del-prosjekt	Dato	Utarbeidet av
1	2309	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 1: Gjenbruk av knust betong og tegl i vegbygging Testing av mekaniske egenskaper – Erfaringsinnsamling	DP3	Feb. 2003	Joralf Aurstad, SINTEF
2	2310	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 2: Bruk av bildekk i støyvoller – Livsløpsvurdering	DP2 / DP5	Feb. 2003	Karin Synnøve Østby, stud. techn. NTNU
3	2350	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 3: Varm asfaltgjenvinning i verk	DP4	Jan. 2004	Olav Ruud, ATI et al.
4	2351	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 4: Kontroll og dokumentasjon av returasfalt	DP4	Jan. 2004	Olav Ruud, ATI
5	2357	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 5: Gjenbruk av bildekk i vegbygging – Tekniske og miljøtekniske vurderinger	DP5	Juni 2004	Arnt-Olav Håøya (Rambøll AS), Roald Aabøe (Statens vegvesen)

¹⁾ Teknologivdelingens rapportserie (internrapporter)