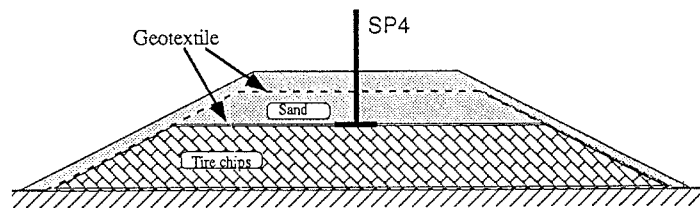


# Intern rapport nr. 1626

## Oppkuttete bildekk i lette fyllinger Erfaringer fra USA



Oktober 1993

# Intern rapport nr. 1626

## Oppkuttete bildekk i lette fyllinger Erfaringer fra USA

### Sammendrag

Brukte bildekk er et økende miljøproblem i den vestlige verden. I Norge oppstår det årlig 25 000 tonn brukte bildekk, og fra 1994 blir det ikke tillatt å plassere bildekk i søppelfyllinger.

Ved gjenbruk av bildekk i lette fyllinger får en et rimelig konstruksjonsmateriale og blir kvitt et miljøproblem.

I USA er oppkuttete bildekk brukt i en rekke vegfyllinger. Bildekkbiter har en romvekt på 700 til 900 kg/m<sup>3</sup> ferdig utlagt i fylling, og har gode drenerende egenskaper.

Denne rapporten omhandler en gjennomgang av materialegenskapene for bildekkbiter basert på undersøkelser foretatt i USA. Det er også beskrevet en rekke prosjekter med bruk av bildekkbiter i lette fyllinger.

Rapporten ble utarbeidet under et 4 ukers stipendopphold ved Universitetet i Wisconsin, Madison, med stipend fra Norges Forskningsråd, avdeling NTNf.

*Emneord: Lette fyllinger, bildekkbiter, materialegenskaper, prosjekteksempler*

Seksjon: 47 - Geoteknisk  
Saksbehandler: Jan Vaslestad  
Dato: Oktober 1993

/JFB

---

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Veglaboratoriet  
Postboks 8142 Dep, 0033 OSLO  
Telefon: 22 63 99 00 Telefax: 22 46 74 21



**Innhold:****Summary in English**

<b>1. INNLEDNING</b>	<b>Side 1</b>
<b>2. MATERIALEGENSKAPER</b>	<b>2</b>
2.1. Gradering	2
2.2. Spesifikk vekt og absorpsjon	2
2.3. Densitet og tyngdetetthet	3
2.4. Skjærstyrke	3
2.5. Kompressibilitet og setningsegenskaper	3
2.6. Hviletrykkskoeffisient $K_0$	5
2.7. Permeabilitet	5
2.8. Isolerende egenskaper	6
2.9. Absorpsjon av forurensning fra organiske væsker	7
<b>3. OPPBYGGING AV FYLLINGER</b>	<b>7</b>
3.1. Utstyr for oppkutting	7
3.2. Bygging av fylling	7
<b>4. MILJØMESSIGE VIRKNINGER</b>	<b>8</b>
4.1. Undersøkelse av lekkasjevann	8
4.2. Tiltak	8
<b>5. EKSEMPLER PÅ UTFØRTE FYLLINGER</b>	<b>9</b>
5.1. Dane County, Wisconsin	9
5.2. Camas Valley, Oregon	12
5.3. Ramsey County, Minnesota	19
5.4. Eden Prairie, Minnesota	20
5.5. Middlesex, Vermont	20
<b>Referanser</b>	<b>21</b>

## Summary in English

### *Shredded tires for lightweight fill. Experience from the United States*

Waste tires is a growing environmental problem in the Western World. In the United States 240 million tires are generated each year. 25 000 tons of tires (approximately 2.5 million tires) are generated annually in Norway.

The use of waste tires for lightweight fill provides the significant benefit of utilizing a problem waste material in a beneficial highway construction problem.

Shredded tires are now used in many highway embankments in the United States. Shredded tires have a in-situ compacted density ranging from 700 to 900 kg/m<sup>3</sup> and the material has good drainage characteristics.

This report summarizes the material properties for shredded tires based on research in the United States. Several case histories using shredded tires as lightweight fill are described.

The report was written during a 4 week stay as a visiting scholar at the University of Wisconsin - Madison. The scholarship was granted from The Research Council of Norway, Department for Scientific and Industrial Research.

## 1. INNLEDNING

Brukte bildekk er et økende miljøproblem i den vestlige verden. I USA øker mengden av bildekk med 240 millioner dekk i året. I Norge oppstår det årlig 25 000 tonn brukte bildekk. Fra 1994 blir det ikke tillatt å plassere bildekk i søppelfyllinger i Norge, og det er viktig å finne bruksområder for bildekkene.

Gjenbruk av bildekk i lette fyllinger er et aktuelt bruksområde. Brenning av bildekk til bruk som energi ved fremstilling av sement er brukt i Norge og andre land, og er en effektiv metode til å bli kvitt store mengder bildekk. Sammenlignet med gjenbruk av bildekk er brenning en dårligere løsning sett fra et samfunnsøkonomisk synspunkt.

Ved fremstilling av bildekk blir det lagt vekt på å få frem gode egenskaper som styrke, fleksibilitet og høy friksjon. Alle disse egenskapene blir borte ved brenning. Ved gjenbruk av dekk kan disse gode egenskapene utnyttes igjen på en konstruktiv måte.

Ved bruk som lette fyllinger får en et rimelig konstruksjonsmateriale og blir samtidig kvitt et miljøproblem.

Ved Universitetet i Wisconsin, Madison, har det pågått et forskningsprosjekt over flere år for å undersøke materialegenskaper og utvikle dimensjoneringsgrunnlag for gjenbruk av oppkuttete bildekk i vegbygging. Ved flere andre universiteter i USA har det også pågått forskning med gjenbruk av bildekk.

Følgende stater i USA har pr. i dag (1993) brukt oppkuttete bildekk i lette fyllinger: Minnesota, Wisconsin, Oregon, Washington, Nord Carolina, Vermont. I Minnesota er det bygd 23 fyllinger med bildekkbiter.

I USA er også finmalt granulat av bildekk brukt som tilsetning i asfalt. The Intermodal Surface Transportation Efficiency Act (ISTEA) krever at en femtedel av alle vegprosjekter i USA skal inneholde et antall kg brukte bildekk pr. tonn asfalt. Fremstilling av finmalt granulat er mye dyrere enn oppkutting i biter, og mye større volum av bildekk går med som bruk i lette fyllinger.

Denne rapporten gir et sammendrag av forskning og utprøving med gjenbruk av bildekk i USA. Prosjektet ved Universitetet i Wisconsin, Madison, ble startet opp i 1988. I prosjektbeskrivelsen ble det lagt vekt på både laboratorieforsøk, instrumenterte feltforsøk og dimensjonering. Materialegenskapene til dette nye konstruksjonsmaterialet var ukjent, og det ble lagt vekt på å gjøre omfattende undersøkelser.

Denne rapporten ble utarbeidet under et 4 ukers opphold ved Universitetet i Wisconsin, Madison, sommeren 1993. Oppholdet ble gjort mulig ved hjelp av et stipend fra Norges Forskningsråd, avdeling NTNf, og velvillig bistand fra Veglaboratoriet.

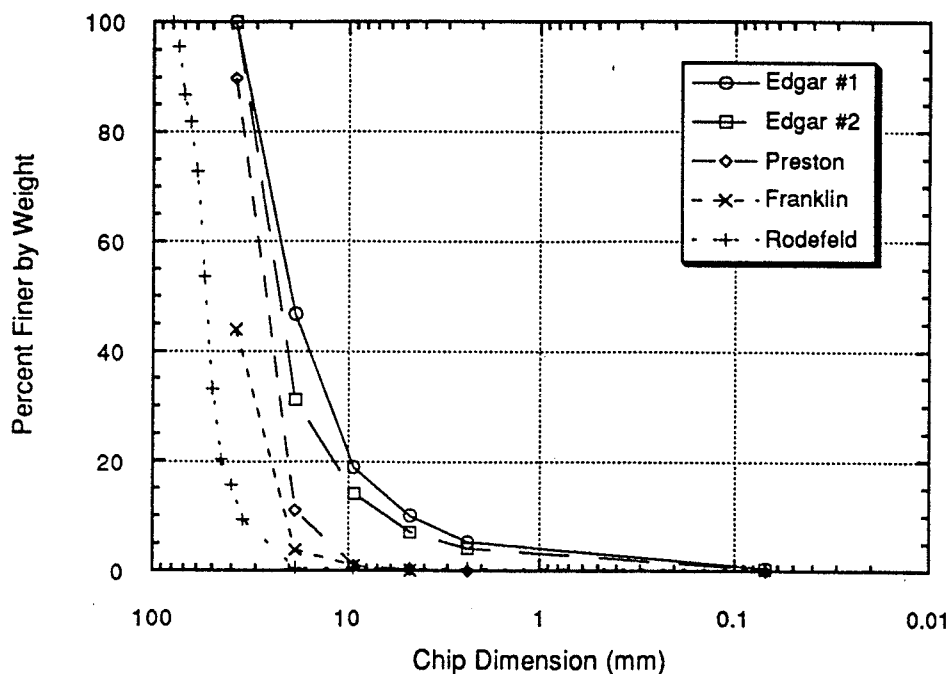
## 2. MATERIALEGENSKAPER

Det er viktig å kjenne materialegenskapene til oppkuttete dekk for vurdering av alternative bruksområder, herunder dimensjonering av lette fyllinger. Følgende materialegenskaper er viktig å kjenne til:

- \* Gradering
- \* Spesifikk vekt og absorpsjon
- \* Densitet og tyngdetetthet
- \* Skjærstyrke
- \* Kompressibilitet og setningsegenskaper
- \* Hviletrykkkoeffisient  $K_0$
- \* Permeabilitet

### 2.1. Gradering

Gradering av dekkbitene er avhengig av type oppkuttingsmaskin, kuttertype og skarphet av kutterne. Dekkbitene er relativt ensgraderte, og i størrelse stort sett innenfor grusfraksjonen, se figur 1.



Figur 1. Kornfordeling av dekkbiter, etter Edil and Bosscher (1992)

### 2.2. Spesifikk vekt og absorpsjon

Spesifikk vekt på dekkbitene varierer fra 1,13 til 1,36 avhengig av metallinnhold. Den midlere spesifikke vekt ligger på 1,22. Dekkbiter uten metall har spesifikk vekt på 1,15. Dekkbitene har relativt lav absorpsjon av vann fra 2,0 - 4,3 %, Edil and Bosscher (1992).

### 2.3. Densitet og tyngdetetthet

Løs densitet av dekkbiter varierer fra 350 - 500 kg/m<sup>3</sup>.

Tyngdetetthet ble undersøkt ved hjelp av forsøk lignende Proctor, men med større sylinder pga. størrelsen på dekkbitene. Det ble brukt en sylinder med diameter 254 mm og høyde 254 mm og volum 0,072 m<sup>3</sup>. Dekkbitene ble komprimert i 3 lag med et 4,536 kg lodd fra 0,457 m høyde. Økt komprimeringsenergi og våte kontra tørre dekkbiter hadde bare liten effekt.

Komprimert tyngdetetthet av tørre dekkbiter med 60 % Standard Proctor energi varierte fra 6,18 kN/m<sup>3</sup> til 6,42 kN/m<sup>3</sup>, Edil and Bosscher (1992).

Densitet målt in situ etter komprimering er funnet å variere fra 720 til 896 kg/m<sup>3</sup> på forskjellige prosjekter.

Med en løs densitet på 500 kg/m<sup>3</sup> går det ca. 50 oppkuttete dekk pr. m<sup>3</sup> (100 oppkuttete dekk veier ca. et tonn).

### 2.4. Skjærstyrke

Ut i fra observert helning på skråninger i hauger med dekkbiter er det funnet en friksjonsvinkel på 37<sup>0</sup> til 43<sup>0</sup>. For å undersøke nærmere friksjonsvinkelen ble det bygget et stort direkte-skjær apparat ved Universitetet i Wisconsin - Madison, Edil and Bosscher (1992).

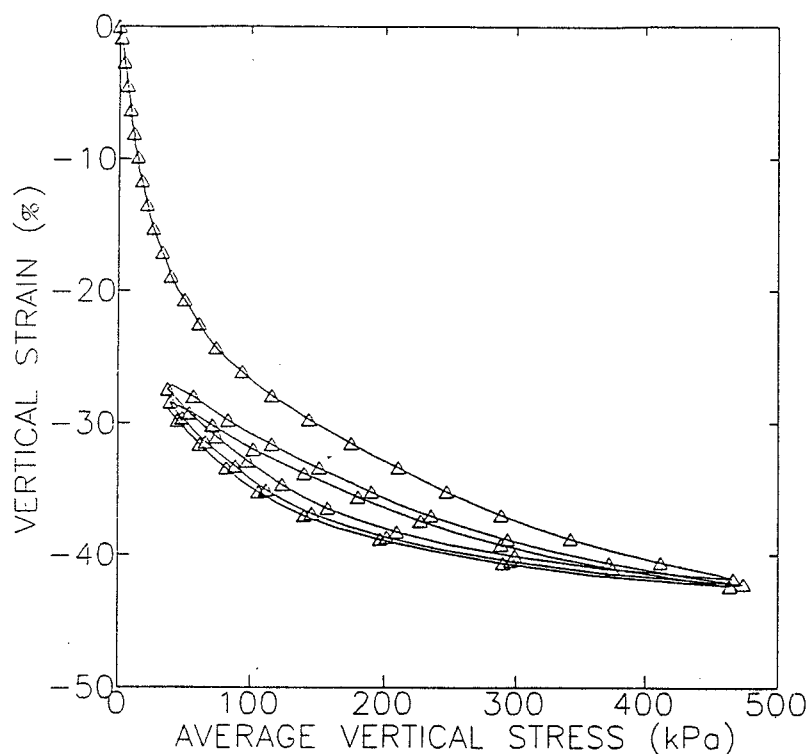
Undersøkelser på kun dekkbiter ga en friksjonsvinkel på 28<sup>0</sup> og ingen kohesjon. Dette er lavt i forhold til hva som er observert i felten. Skjærboksforsøk utført ved Universitetet i Maine viste friksjonsvinkel fra 19<sup>0</sup> til 25<sup>0</sup> og en kohesjon mellom 8 og 11 kPa, Humphrey et. al. (1993). Treksialforsøk som er under utførelse ved Purdue University gir resultater som er mer i samsvar med det som er observert, men data fra disse er ennå ikke publisert.

Effekten av å blande inn dekkbiter i sand ble undersøkt med direkteskjær forsøk, Edil and Bosscher (1992). Forsøkene bekrefter at innblanding av dekkbiter har en forsterkende og armerende effekt. Det ble gjort forsøk med innblanding av 5 og 10 dekkbiter i sand og kjørt skjærboksforsøk. Dekkbitene ble plassert vertikalt i skjærplanet. Forsøkene viser at dekkbitene gir en forsterkende effekt i forhold til sand som er uten dekkbiter.

### 2.5 Kompressibilitet og setningsegenskaper

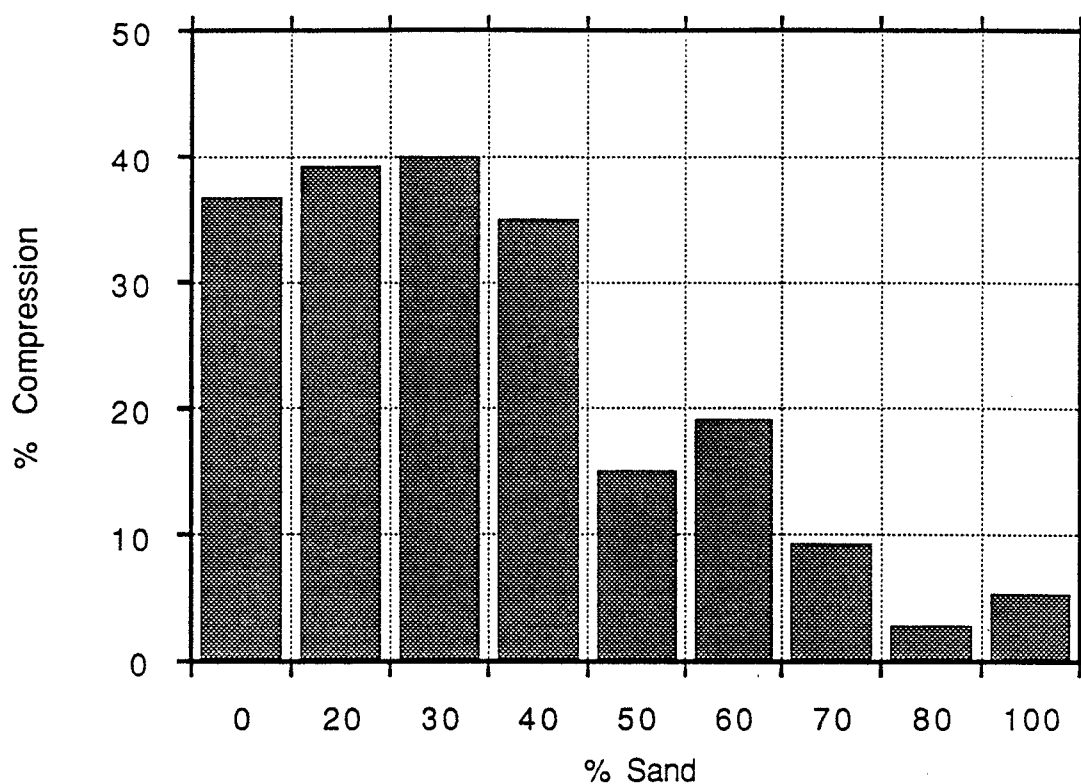
Dekkbiter er svært kompressible ved første gangs pålastning. Forsøk har vist at dekkbiter har en sammentrykning på opptil 40 % ved et spenningsnivå på 400 kPa. Et typisk resultat av kompressibilitet er vist på figur 2.





Figur 2. Kompressibilitet av dekkbiter, etter Humphrey et. al (1993)

Figur 2 viser at et vertikalt trykk på 100 kPa forårsaker en deformasjon på 27 %. Forsøkene viser at dekkbitene har avtagende kompressibilitet ved økende spenningsnivå. Forsøkene viser at det er en stor plastisk deformasjon ved første gangs pålastning. Ved videre pålastning er det reduserte plastiske og elastiske deformasjoner. Det er også gjort ødometerforsøk med en blanding av dekkbiter og sand. Resultat av disse forsøkene er vist i figur 3.



Figur 3. Kompressibilitet av dekkbiter blandet med sand, etter Edil et. al (1992)

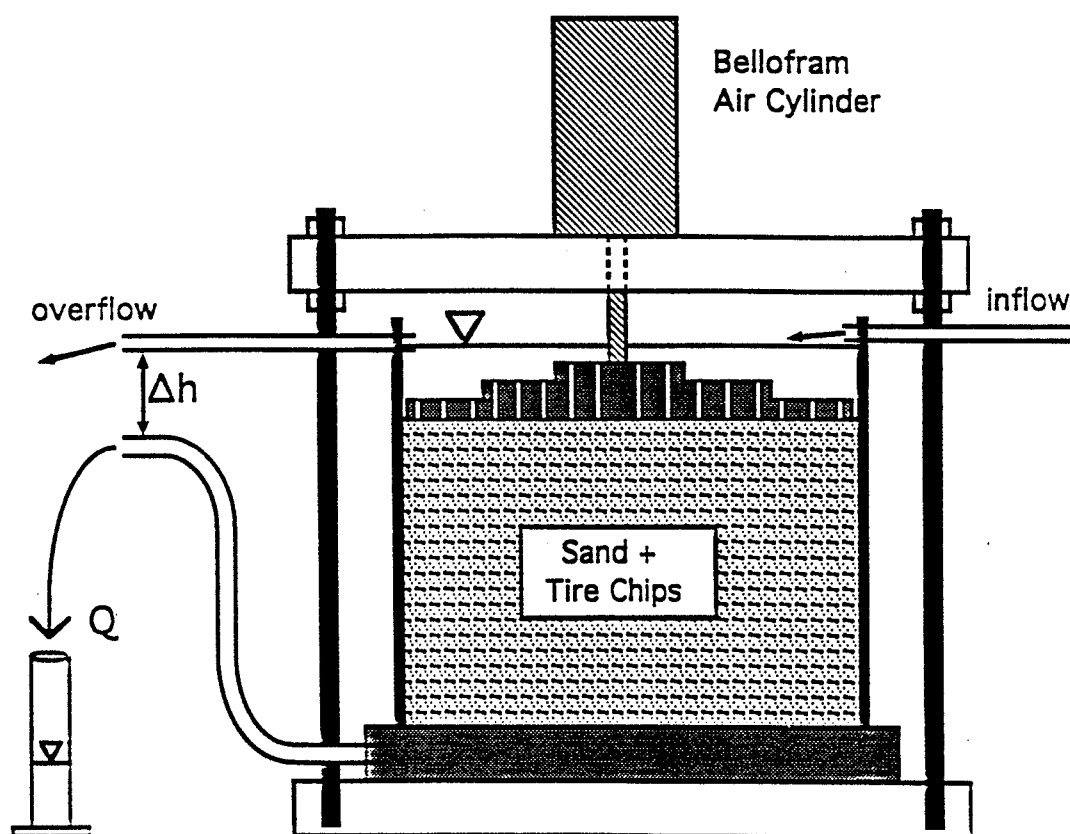
Forsøkene viser at økende sandinnhold reduserer kompressibiliteten betraktelig.

## 2.6 Hviletrykkskoeffisient $K_0$

Forsøk har vist at hviletrykkskoeffisienten varierer fra 0,26 for dekkbiter med mye stål til 0,47 for dekkbiter uten stål, Humphrey et. al (1993).

## 2.7 Permeabilitet

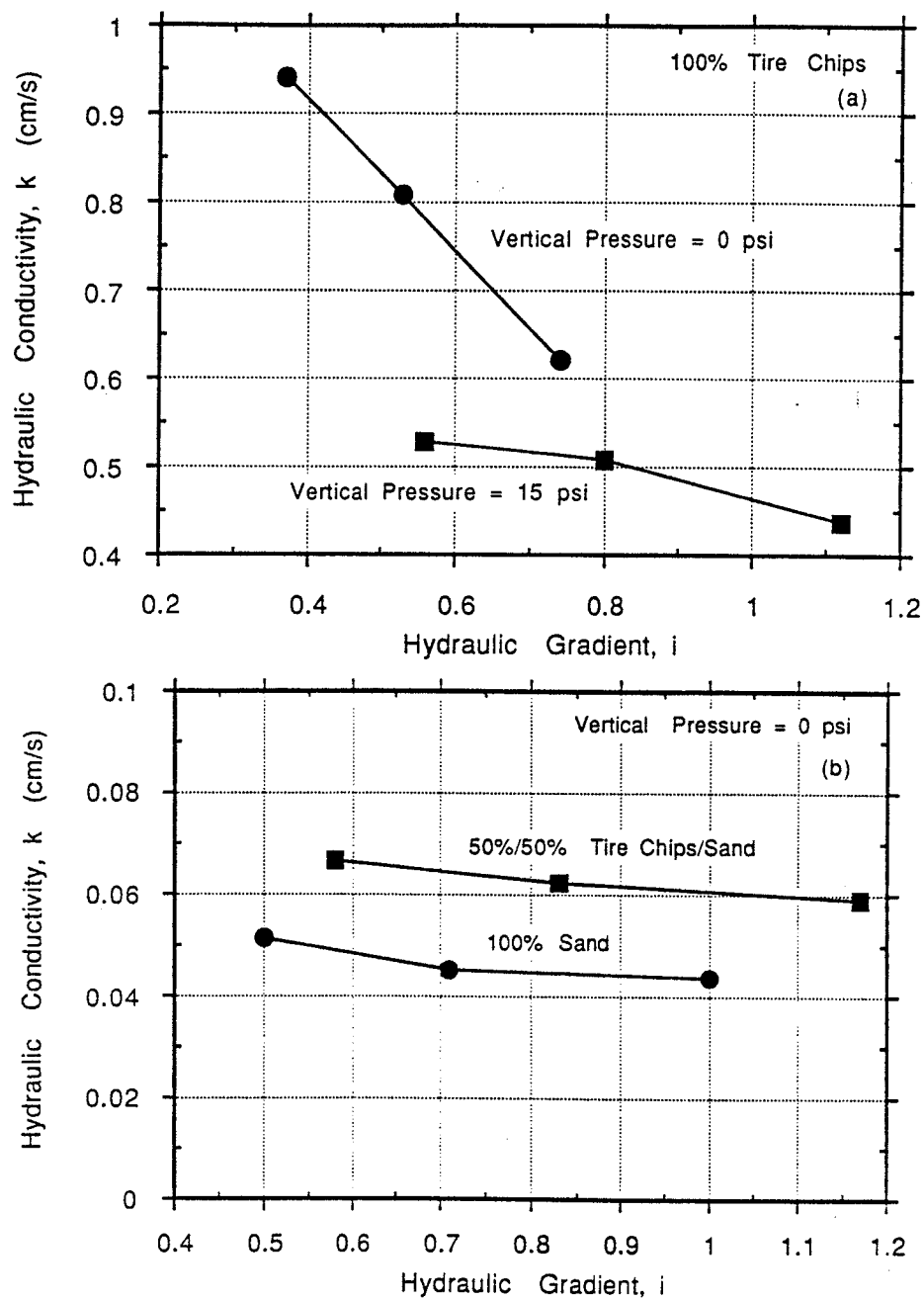
Det er gjort forsøk for å undersøke dekkbitenes drenerende egenskaper med varierende hydraulisk gradient og overlagingstrykk. Disse undersøkelsene ble gjort ved hjelp av et permeameter, se figur 4.



Figur 4. Permeameter brukt til å undersøke permeabilitet av dekkbiter, etter Edil et. al 1991

Undersøkelsene viste at dekkbiter med størrelse 3,75 x 7,5 cm har en høy permeabilitet, i størrelsesorden 1 cm/s, uten overlagingstrykk. Overlagingstrykk reduserer permeabiliteten, men en relativt høy permeabilitet, i størrelsesorden 0,3 - 0,5 cm/s er observert ved vanlige fyllingshøyder opptil 5 - 6 m.

Det ble også gjort forsøk med en blanding av dekkbiter og sand. Resultatet av undersøkelsene er vist i figur 5.



Figur 5. Permeabilitet av dekkbiter og sand, etter Edil et. al (1991)

Ved blanding med 50 % sand reduseres permeabiliteten betraktelig, se figur 5.

## 2.8 Isolerende egenskaper

Undersøkelser har vist at dekkbiter har gode isolerende egenskaper, Engineering News Record (1993).

I en vegstrekning med lengde 180 m ble det lagt inn et dekkbitlag med tykkelse fra 15 til 30 cm. Det ble gjort temperaturmålinger med 100 termometer i forskjellige dybder, og

undersøkelsene viste at frostdybden ble redusert fra 160 cm til ca. 80 cm. Det ble målt noe større nedbøyning på strekningen med dekkbiter.

## **2.9 Absorpsjon av forurensning fra organiske væsker**

Undersøkelser foretatt ved Universitetet i Madison, Wisconsin, viser at dekkbitene har evnen til å absorbere giftige organiske kjemikalier (diesel, bensin etc.), Park et. al (1993).

Dette viser at dekkbitene har potensiale for bruk i søppelfyllinger for å hindre organiske kjemikalier å trenge ned i grunnvannet.

Undersøkelser har vist at HDPE (High Density Polyethylene)-membran kombinert med komprimert leire ikke er effektivt nok for å stoppe gjennomtrengning av organiske kjemikalier, Edil et. al (1992). HDPE-membran og leire er de mest brukte materialene i søppelfyllinger.

Undersøkelsene viser at dekkbitene har stor evne til å absorbere organiske kjemikalier og derfor er egnet til bruk sammen med membran i søppelfyllinger. Samtidig er dekkbitene drenerende og kan erstatte grus som brukes for å fange opp lekkasjevannet i søppelfyllinger.

## **3. OPPBYGGING AV FYLLINGER**

### **3.1. Utstyr for oppkutting**

Det mest vanlige utstyret er mobilt og har motorstørrelse på 30 - 100 hestekrefter. Kapasiteten er 100 til 400 dekk i timen, avhengig av type maskin og størrelse på dekkbitene. Det er ca. 100 oppkuttete dekk pr. tonn.

De fleste maskinene er basert på skjæring av dekkene, og størrelsen på dekkbitene er avhengig av maskintype. Typisk størrelse på dekkbiter fra fem forskjellige kuttemaskiner varierte fra 3 x 5 cm til 10 x 40 cm, med den vanligste størrelsen på 5 x 8 cm.

### **3.2. Bygging av fylling**

Oppbygging av fyllinger med dekkbiter skjer stort sett på samme måten som vanlige fyllinger. Disse erfaringene bygger på oppbygging av en rekke fyllinger med dekkbiter fra USA. Dekkbitene blir levert på stedet med lastebiler.

Utlegging av dekkbitene gjøres med dozer, og maksimal ukomprimert lagtykkelse 0,9 m. Vanlige lastebiler kan ha vanskelighet med å trafikkere fyllingene, og punkteringer kan også skje pga. eksponert stål i dekkbitene.

Komprimering kan utføres med vanlig statisk komprimering med vanlig komprimeringsvals eller dozer. Vibrering har ingen effekt og brukes ikke. Dekkbitene komprimeres opptil 40

%, og fyllingen bør ligge en periode på ca. 4 uker med overbygning før endelig dekke legges. Erfaringene viser at fyllingene over lang tid stort sett oppfører seg som vanlige fyllinger. Det skal være minst 0,9 m overbygning over dekkbitene.

Det skal brukes fiberduk mellom undergrunn og dekkbitene og mellom dekkbitene og overbygning for å hindre separasjon. Det er vanskelig å oppnå mer enn 90 % Standard Proctor på det første 20 cm laget med overbygning over dekklaget. Videre er det lett å oppnå 97 % Standard Proctor eller høyere. Ved større prosjekter kan det være en fordel å bygge en prøvefylling for å prøve ut komprimeringsutstyr og antall passinger for å oppnå tilfredsstillende komprimering.

## **4. MILJØMESSIGE VIRKNINGER**

### **4.1 Undersøkelser av lekkasjevann**

Både i Minnesota og Wisconsin er det gjort undersøkelser av lekkasjevann fra bildekkfyllinger, Lamb (1992) og Bosscher et. al (1992).

Følgende ble funnet i undersøkelsene fra Minnesota:

- \* I nøytrale prøver (pH = 7,0) var det ingen forurensning av betydning.
- \* I prøver med pH = 3,5 ble det funnet metallkonsentrasjoner som overskrider det som er anbefalt i Minnesota som drikkevannstandard.
- \* Det ble funnet følgende metaller: sink, krom, kadmium.

### **4.2 Tiltak**

I Wisconsin fant de ut at det var minimal forurensning fra dekkbitfyllingene. Konsentrasjonen av metaller ble funnet å være ufarlig for grunnvann og overflatevann. På bakgrunn av undersøkelsene i Minnesota ble følgende retningslinjer gjort gjeldende ved bygging av lette fyllinger med dekkbiter:

- \* Fyllinga må ligge over grunnvannstand og ikke være i kontakt med grunnvann.
- \* Overflatevann må sikres god drenering så det ikke siger gjennom fyllinga med dekkbiter og ned i grunnvannet.
- \* Det må brukes fiberduk over og under dekkbitene for å hindre separasjon.

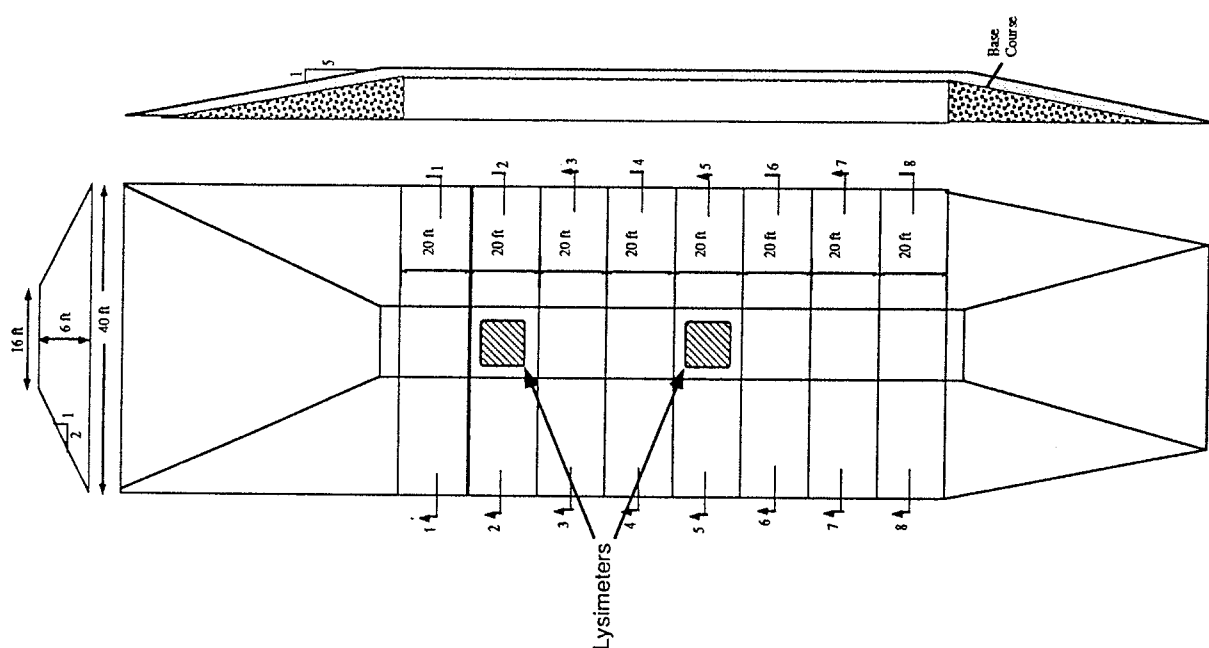
I likhet med Minnesota foreslo også Wisconsin at bildekkfyllingene skal ligge over grunnvannstand på grunn av de minimale mengder metaller i sigevannet.

## 5. EKSEMPLER PÅ UTFØRTE FYLLINGER

### 5.1. Dane County, Wisconsin

Dette prøveprosjektet ble utført i samarbeid med Wisconsin Department of Transportation. Prosjektet er beskrevet av Bosscher et. al (1992).

Prøvefyllingen ble bygd parallelt med adkomsten til en større fylling, og ble trafikkert med tunge kjøretøyer med vekt opptil 45 tonn. Plan og lengdesnitt av fyllingen er vist i figur 6.



Figur 6. Plan og lengdesnitt av prøvefylling

Prøvefyllingen ble bygd opp i seksjoner på 6,7 m lengde med forskjellig oppbygging: kun dekkbiter, dekkbiter blandet med grusig sand, og lagvis dekkbiter og grusig sand.

Kornfordeling av dekkbitene er vist i figur 1.

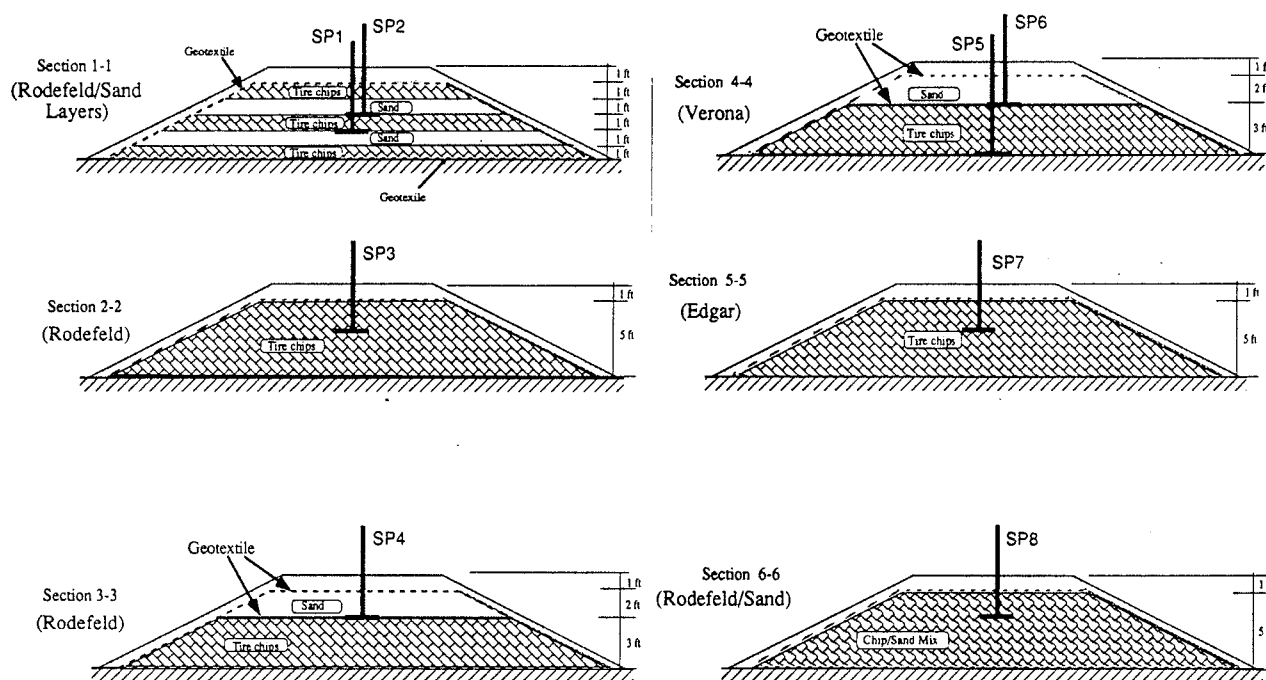
For blandingen ble det brukt 50 volumprosent dekkbiter og 50 volumprosent grusig sand.

For den lagdelte seksjonen ble det brukt 30 cm lag med dekkbiter og grusig sand.

I to av seksjonene ble det brukt 90 cm overfylling over dekkbitene for å se på effekten av redusert deformasjon ved trafikklast.

Prøvefyllingen har en høyde på 1,8 m og helning 1:2.

De 6 forskjellige seksjonene er vist på figur 7.



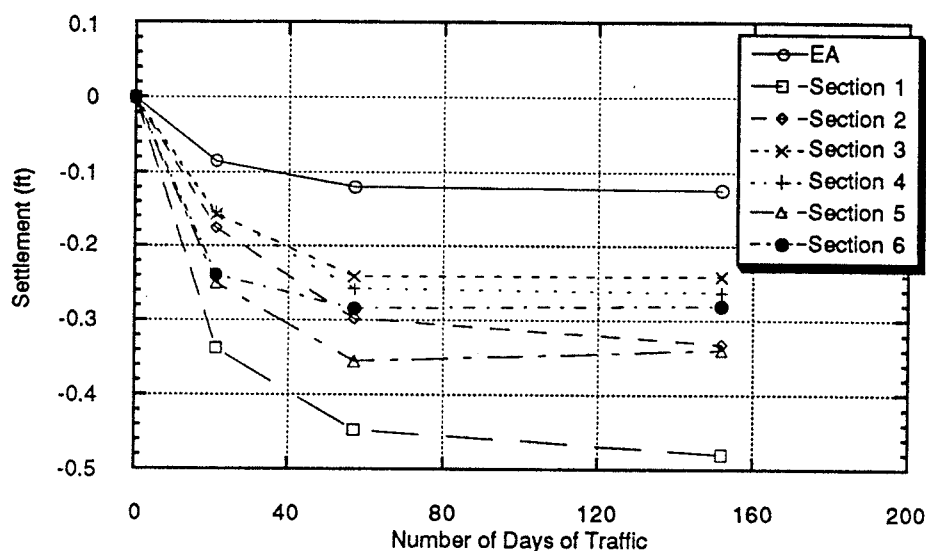
Figur 7. Oppbygging av de forskjellige seksjonene

Prøvefyllingen ble åpnet for trafikk i 1990. Prøvefyllingen ble instrumentert med setningsplater. To lysimetreer ble brukt for å fange opp og analysere lekkasjevann fra fyllingene, for å se på evt. forurensning.

Følgende observasjoner ble gjort under oppbygging av fyllingene:

- \* Utlegging av dekkbitene var enkelt med vanlig anleggsutstyr. Dozer med belter er best egnet for utlegging. Vanlige dekk kan punktere pga. eksponert ståltråd i de oppkuttete dekkene.
- \* Vibrerende komprimeringsutstyr anbefales ikke brukt. Vanlig statisk utstyr anbefales, enten dozer eller annet utstyr.

Setninger for de ulike seksjoner ble målt etter at trafikken ble påsatt og observert i en periode. Setningene er tegnet opp i figur 8.



Figur 8. Observerte setninger over tid

Figuren viser at setningene øker raskt de første 20 dagene etter at trafikk er påsatt, og overflaten må jevnes med grus pga. spordannelse og dumper. Fra 20 til 60 dager avtar setningshastigheten og etter 60 dager er setningen relativt konstant.

Basert på de observerte setningene ble følgende konklusjoner trukket:

- \* Seksjonene med 0,9 m grusig sand over dekkbitene var best (seksjon 3 og 4).
- \* Seksjonen med 50 % blanding av dekkbiter og grusig sand (seksjon 6) var nesten like bra.
- \* Seksjonene med kun 30 cm overfylling hadde større setninger (seksjon 2 og 5).
- \* Seksjonen med lagvis oppfylling (seksjon 1) var dårligst.
- \* Seksjon EA (kun grusig sand) hadde omtrent halvparten så store setninger som seksjon 3 og 4.

Setningsobservasjonene viser at det trengs 0,9 m overdekning over dekkbitene for å redusere plastisk deformasjon.

Brukte dekk er i utgangspunktet et avfallsmateriale, og evt. miljøproblemer med lekkasjer fra dekkene ble undersøkt.

Undersøkelsene viste at pH-verdien er relativt stabil rundt 7,7. En analyse av dataene viser at det er minimale forurensninger sammenlignet med andre typer avfall. Konsentrasjonen av forurensning ble vurdert til å ikke være skadelig for grunnvannet. Pga. små mengder metall i lekkasjevannet blir det anbefalt å ikke legge fyllinger med dekkbiter under grunnvannstanden.



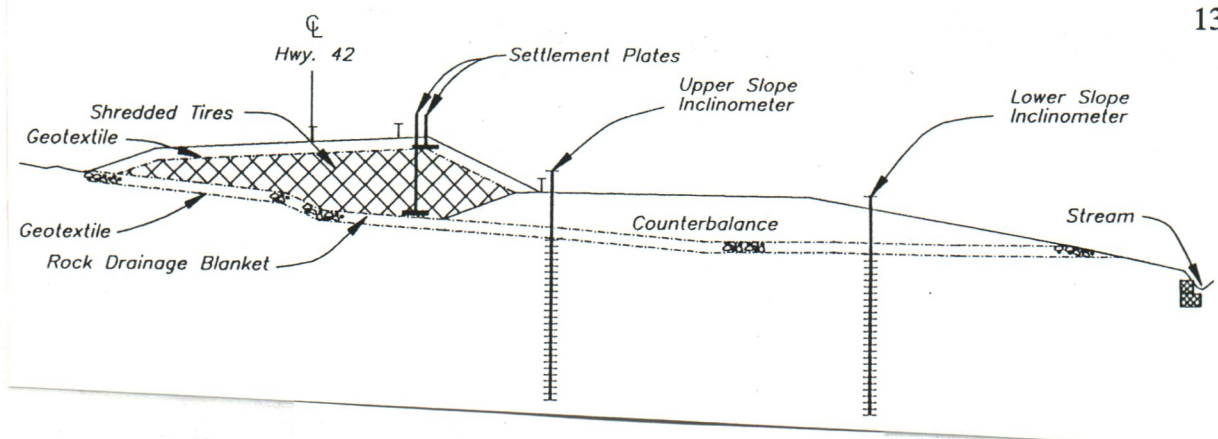
Følgende konklusjoner ble trukket av dette prosjektet:

1. Utlegging av dekkfyllingene gjøres best med dozer. Maskiner med hjul er mindre egnet.
2. Komprimering av dekkbitene skjer med statisk vekt og ikke vibrasjon. Flere gangers passering med komprimeringsutstyr gir ikke økt effekt, og en passering synes nok.
3. Dekkbitene kan få en sammentrykning på opptil 40 % under utlegging og komprimering. Etter at denne plastiske deformasjonen er unnagjort, oppfører materialet seg elastisk.
4. Dekkfyllingene trenger en periode med midlertidig trafikkering i en periode på minst 20 dager før endelig dekke legges. Etter denne perioden oppfører fyllinga seg som en ordinær fylling.
5. Det bør være minst 90 cm overbygning over en dekkfylling.
6. Fiberduk legges over og under dekkbitene for å separere fra andre materialer.
7. Dekkfyllingene har gode drenerende egenskaper.
8. Sigevannet fra dekkfyllingene inneholder minimale mengder forurensning.

## 5.2. Camas Valley, Oregon

Prosjektet er beskrevet av Upton og Machan (1993). På dette prosjektet ble 5800 tonn med dekkbiter brukt til utbedring av et ras. Det gikk med ca. 580 000 bildekk, eller ca. 100 dekk pr. tonn. Total kostnad for ferdig utlagt fylling var 245 kr/m<sup>3</sup>, og vegvesenet i Oregon fikk 140 kr/m<sup>3</sup> i støtte fra miljømyndighetene, slik at netto kostnad ble 105 kr/m<sup>3</sup>.

Fyllinga ble instrumentert med setningsplater og inklinometre for å følge opp setninger og bevegelser over tid. Oppkuttete dekk ble fraktet til anlegget fra leverandører som lå 240 - 400 km fra anlegget. Transporten ble utført med trailere som tok 28 tonn med dekkbiter. Kravene til størrelsen på dekkbitene var følgende: 80 % mindre enn 20 cm og 50 % større enn 10 cm. Maks. størrelse var 61 cm. Dekkbitene ble lagt ut og komprimert i 0,9 m tykke lag med en D8-dozer. Det ble bygd overbygning med 0,9 m tykkelse over dekkbitene. Et tverrsnitt av fyllinga er vist i figur 9.



Figur 9. Tverrsnitt av fylling med dekkbiter

Densiteten av dekkbitene ble målt til:

* Ukomprimert:	480 kg/m <sup>3</sup>
* Komprimert:	720 kg/m <sup>3</sup>
* Etter at overbygning er lagt:	832 kg/m <sup>3</sup>

Det ble målt 51 cm setning i den 3,8 m tykke komprimerte dekkfyllinga ved utlegging av overbygningen. Det ble målt 5 cm setning i de 4 første ukene med trafikklast og midlertidig dekke. I de følgende 9 måneder ble det målt mellom 1,3 og 3,1 cm setning.

Følgende bilder mottatt fra Federal Highway Administration viser enkelte faser i dette prosjektet:



Figur 10. Skråning før utbedring



*Figur 11. Opplasting av dekkbiter for transport*



*Figur 12. Mellomlagring av dekkbiter*



*Figur 13. Utgraving og utlegging av fiberduk før oppfylling med dekkbiter*



*Figur 14. Tipping av dekkbiter*



Figur 15. *Utlegging med dozer*



Figur 16. *Oppbygging av fylling*



*Figur 17. Komprimering av fylling med dozer*



*Figur 18. Utlegging av fiberduk over dekkbitene og oppbygging av overbygning*



Figur 19. Veien er lagt over første del av bildekkfyllingen. Merk 3 m høy vertikal vegg i bildekkfyllingen.



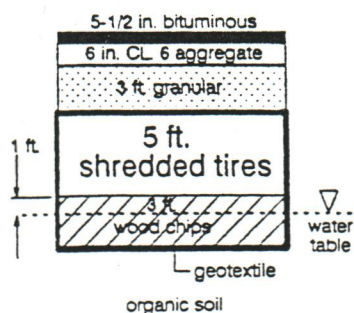
Figur 20. Vertikal vegg tyder på høy friksjonsvinkel



Figur 21. Ferdig fylling

### 5.3. Ramsey County, Minnesota

I 1990 ble det bygd en lett fylling av dekkbiter nær St. Paul i Minnesota. Dette prosjektet var utbedring av en veg over et myrområde med store setninger. Det ble først gravd ut til 1,5 m under eksisterende vegnivå. Deretter ble det lagt fiberduk og så ble det lagt 0,9 m trebiter til 0,3 m over grunnvannstand. Dette ble gjort for å hindre at dekkbitene ble liggende under grunnvannstand. Deretter ble det lagt et 1,5 m tykt lag med dekkbiter. Dekkbitene hadde størrelse ca. 8 x 8 cm og ble lagt ut og komprimert med dozer. Et tverrsnitt av fyllinga er vist på figur 22.



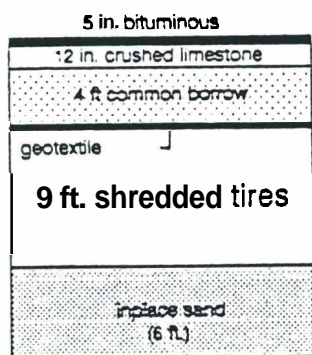
Figur 22. Tverrsnitt av fylling, Ramsey County, Minnesota, etter Lamb (1992)

Det ble brukt totalt 3613 m<sup>3</sup> med dekkbiter. Det ble lagt 1,2 m overbygning over dekkbitene.



#### 5.4. Eden Prairie, Minnesota

Ved Eden Prairie utenfor Minneapolis ble det brukt lett fylling av dekkbiter over et område med **bløte** masser. Det ble brukt totalt 3134 m<sup>3</sup> med dekkbiter i en tykkelse på 2,7 m. Et tverrsnitt av fyllinga er vist på figur 23.



*Figur 23. Tverrsnitt av fylling, Eden Prairie, Minnesota, etter Lamb (1992)*

Dekkbittene ble lagt ut **lagvis** i lag med opptil 0,9 m tykkelse og komprimert med en D-8 dozer. Dekkbittene var 15 - 20 cm brede og 30 - 60 cm lange. Densitet etter komprimering ble målt til å være fra 640 - 720 kg/m<sup>3</sup>. Etter at det var lagt ut overbygning med 1,2 m tykkelse, ble det målt 8 - 10 % setning av dekklaget i en periode på 3 uker.

Etter at det endelige dekket var lagt, ble det registrert minimale setninger.

#### 5.5. Middlesex, Vermont

I 1990 ble det lagt ut 2093 m<sup>3</sup> med dekkbiter i en vegfylling i Middlesex, Vermont. **Fyllingshøyden** var opptil 5,5 m. Ved transport av dekkbiter var det problemer med tipping fra lastebil, fordi hauger med dekkbiter ble stående vertikalt. Dekkbittene ble lagt ut og komprimert med en 5-tonns dozer. Dekkbittene ble lagt ut i lag med 45 cm tykkelse og komprimert. Ved første passering av dozeren var det en setning på 15 - 30 cm. Ved annen gangs passering var setningen 8 - 10 cm, men dette gikk tilbake igjen. Ved lagtykkelse større enn 45 cm var det vanskelig å oppnå tilstrekkelig komprimering med **denne** 5-tonns dozeren. Når tykkelsen av dekkbitlaget ble større enn 1,2 m, ble det "gyngete" å passere med dozeren. Densiteten etter komprimering ble målt til å være mellom 752 og 896 kg/m<sup>3</sup>. Basert på en middels densitet på 816 kg/m<sup>3</sup> og spesifikk vekt på 1,21, ble det beregnet en porøsitet på 0,45. Prosjektet er omtalt av Winters (1991).

## Referanser:

- Bosscher, P.J., Edil, T.B. and Eldin, N.N. (1992)  
 "Construction and **performance** of a shredded **waste-tire** test embankment",  
 Transportation Research Record No 1345, pp. 44-52, Transportation Research **Board**.
- Edil, T.B., Fox P.J. and Ahl, S.W. (1991),  
 "Hydraulic conductivity and compressibility of waste **tire** chips", Fourteenth **Annual**  
 Madison Waste conference, September 25-26 1991
- Edil, T.B. and Bosscher, P.J. (1992)  
 "Development of Engineering criteria for shredded waste **tires** in **highway**  
 applications". Final report. **Geotechnical** Engineering Program, Department of Civil  
 and Environmental Engineering, University of Wisconsin, Madison.
- Edil, T.B., Park, J.K. and Bertouex, P.M. (1992)  
 "Attenuation and transport of **volatile** organic compounds in clay liners", Proc. of the  
 Mediterranean Conference on Environmental Geotechnology, **Edited** by Usner and  
 Acar pp. 49-61.
- Engineering News Record (1993)  
 "**Tire chips insulate roadbed** from frost". ENR, June 7, 1993 p. 14.
- Humphrey, D.N. and Manion, W.P. (1992)  
 "Properties of **tire** chips for lightweight fill". Grouting, soil improvement and  
 geosynthetics, ASCE geotechnical special publication No. 30, Volume 2, pp. 1344-  
 1355.
- Humphrey, D.N., Sandford, T.C., Cribbs, M.M. and Manion, W.P. (1993)  
 "Shear strength and compressibility of **tire** chips for **use** as retaining wall **backfill**".  
 University of **Maine**, Paper No. 930925 Presented at the 72nd **Annual** Meeting of the  
 Transportation Research **Board**, January 1993.
- Ismael, E. (1992)  
 "Bankfyllning med fragmenterat **bildäksmaterial**", Goteborgs **Gatu** AB, **Teknik**,  
**Geoteknik**, Forsøksprosjekt.
- Lamb, R. (1992),  
 "**Using** shredded **tires** as lightweight **fill** material for **road** subgrades", **Draft** Report,  
 Minnesota Department of Transportation, December 1992.
- Park, J.K., Kim, J.Y and Edil T.B. (1993)  
 "Mitigation of **organic** compound **movement** in landfills by a layer of shredded **tires**".  
 66th **Annual** Conference of the Water Environment **Federation**, October 3-7,  
**Anaheim**, California.

Upton, R.J. and Machan, G. (1993),

"Use of shredded **tires** as lightweight **fill**". Oregon Department of Transportation, **Paper** No. 930396 presented at the 72nd **Annual** Meeting of the Transportation Research **Board**, **January** 1993.

Winters, P. (1991),

"Use of **tire** chips in a Georgia **Vermont** Town **highway** base", Research **Update** **Number** U91-G, Vermont Agency of Transportation.