

Technical University of Denmark



## **Bilagsrapport 2: Storskrald - systembeskrivelse**

### Modellering af behandlingen af storskrald i Herning Kommune

**Larsen, Anna Warberg; Fjelsted, Lotte**

*Publication date:*  
2007

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Larsen, A. W., & Fjelsted, L. (2007). Bilagsrapport 2: Storskrald - systembeskrivelse: Modellering af behandlingen af storskrald i Herning Kommune. Kgs. Lyngby: Institut for Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

## **DTU Library**

### Technical Information Center of Denmark

---

#### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# **Bilagsrapport 2: Storskrald - systembeskrivelse**

*Modellering af behandlingen af storskrald i  
Herning Kommune*

*23. marts, 2007*

Anna Warberg Larsen  
Lotte Fjelsted  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Danmarks Tekniske Universitet

## Indhold

<b>1</b>	<b>INDLEDNING .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DATAINDSAMLING .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>SYSTEMBESKRIVELSE .....</b>	<b>5</b>
3.1	INDSAMLINGSORDNINGER FOR STORSKRALD .....	5
3.2	AFFALDSFRAKTIONER OG MÆNGDER .....	5
<b>4</b>	<b>MODELLERING AF AFFALDSBEHANDLING I EASEWASTE .....</b>	<b>8</b>
4.1	GENERELT.....	8
4.2	MRF NON-ORGANIC .....	8
4.3	RECYCLING.....	8
4.4	INCINERATION .....	8
<b>5</b>	<b>DATA FOR HVER AFFALDSFRAKTION .....</b>	<b>10</b>
5.1	PLANGLAS.....	10
5.1.1	Behandlingsform.....	10
5.1.2	Delfraktioner.....	10
5.1.3	Modellering.....	10
5.1.4	Transport.....	10
5.2	AUTORUDER .....	11
5.2.1	Behandlingsform.....	11
5.2.2	Delfraktioner.....	11
5.2.3	Modellering.....	11
5.2.4	Transport.....	11
5.3	VINDUER OG DØRE.....	12
5.3.1	Behandlingsform.....	12
5.3.2	Delfraktioner.....	12
5.3.3	Modellering.....	12
5.3.4	Transport.....	12
5.4	PAP.....	13
5.4.1	Behandlingsform.....	13
5.4.2	Delfraktioner.....	13
5.4.3	Modellering.....	13
5.4.4	Transport.....	13
5.5	EPS .....	14
5.5.1	Behandlingsform.....	14
5.5.2	Delfraktioner.....	14
5.5.3	Modellering.....	14
5.5.4	Transport.....	14
5.6	PP .....	15
5.6.1	Behandlingsform.....	15
5.6.2	Delfraktioner.....	15
5.6.3	Modellering.....	15
5.6.4	Transport.....	15
5.7	TÆPPER.....	16
5.7.1	Behandlingsform.....	16
5.7.2	Delfraktioner.....	16
5.7.3	Modellering.....	16
5.7.4	Transport.....	16
5.8	JERN OG METAL .....	17
5.8.1	Behandlingsform.....	17
5.8.2	Delfraktioner.....	17
5.8.3	Modellering.....	17
5.8.4	Transport.....	18
5.9	KØLEMØBLER .....	19

5.9.1	Behandlingsform.....	19
5.9.2	Delfraktioner.....	19
5.9.3	Modellering.....	21
5.9.4	Transport.....	21
5.10	EE-AFFALD.....	22
5.10.1	Behandlingsform.....	22
5.10.2	Delfraktioner.....	22
5.10.3	Modellering.....	22
5.10.4	Transport.....	22
5.11	KABLER.....	23
5.11.1	Behandlingsform.....	23
5.11.2	Delfraktioner.....	23
5.11.3	Modellering.....	23
5.11.4	Transport.....	23
5.12	BLYAKKUMULATORER.....	24
5.12.1	Behandlingsform.....	24
5.12.2	Delfraktioner.....	24
5.12.3	Modellering.....	24
5.12.4	Transport.....	24
5.13	DÆK.....	25
5.13.1	Behandlingsform.....	25
5.13.2	Delfraktioner.....	25
5.13.3	Modellering.....	25
5.13.4	Transport.....	26
5.14	BETON OG TEGL.....	27
5.14.1	Behandlingsform.....	27
5.14.2	Delfraktioner.....	27
5.14.3	Modellering.....	27
5.14.4	Transport.....	28
5.15	RENT TRÆ.....	29
5.15.1	Behandlingsform.....	29
5.15.2	Delfraktioner.....	29
5.15.3	Modellering.....	29
5.15.4	Transport.....	30
5.16	GIPS.....	31
5.16.1	Behandlingsform.....	31
5.16.2	Delfraktioner.....	31
5.16.3	Modellering.....	31
5.16.4	Transport.....	31
5.17	TRYKIMPRÆGNERET TRÆ.....	32
5.17.1	Behandlingsform.....	32
5.17.2	Delfraktioner.....	32
5.17.3	Modellering.....	32
5.17.4	Transport.....	32
5.18	BRÆNDBART AFFALD.....	33
5.18.1	Behandlingsform.....	33
5.18.2	Delfraktioner.....	33
5.18.3	Modellering.....	33
5.18.4	Transport.....	33
5.19	DEPONIAFFALD.....	34
5.19.1	Behandlingsform.....	34
5.19.2	Delfraktioner.....	34
5.19.3	Modellering.....	35
5.19.4	Transport.....	35
<b>6</b>	<b>REFERENCER.....</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>BILAG 1: DEPONERINGSEGNET STORSKRALD.....</b>	<b>38</b>

## 1 Indledning

Denne datarapport indgår som et led i et projektforsøg, der har til formål at vurdere de samlede potentielle miljøpåvirkninger ved håndteringen af husholdningsaffald i Herning Kommune. I projektet opstilles en model for hele affaldssystemet i Herning Kommune, som senere er udgangspunktet for modellering af miljøpåvirkningerne i miljøvurderingsværktøjet EASEWASTE.

Rapporten har til formål at beskrive affaldssystemet for håndtering af storskrald og dokumentere tilhørende indsamling af data. Først beskrives det nuværende indsamlingssystem for storskrald i Herning Kommune, og de identificerede fraktioner og mængder præsenteres. Dernæst gennemgås forudsætningerne for modellering af affaldsbehandlingen for alle fraktionerne. Der redegøres for hvilke data, der anvendes i EASEWASTE. Brændstofforbrug til indsamling og transport af affaldet er nærmere beskrevet i bilagsrapport 5.

Der findes ingen entydig definition af storskrald. Til beskrivelsen af affaldssystemet i Herning Kommune er det valgt at tage udgangspunkt i tre indsamlingsordninger; henteordning for storskrald, genbrugspladsen og p-kasseordningen, hvorigennem der indsamles forskellige affaldsfraktioner, der kan kategoriseres som storskrald. Nogle af de valgte fraktioner vil også kunne kategoriseres som fx farligt affald og byggeaffald, men da både håndteringen af affaldet i den virkelige verden og modelleringen i EASEWASTE ligner håndteringen og modelleringen af de øvrige storskraldsfraktioner, er det valgt at definere de overlappende affaldsfraktioner som storskrald. For p-kasseordningen er det kun blyakkumulatorer, der er defineret som storskrald, mens de øvrige fraktioner i ordningen er defineret som dagrenovation.

Storskrald består af mange forskellige typer af produkter, der kan være sammensatte af flere forskellige materialer. Derfor har det en mere uhomogen sammensætning end dagrenovation, og samtidig er materialesammensætningen af storskrald mindre veldokumenteret end sammensætningen af dagrenovation. En væsentlig del af affaldsbehandlingen er at adskille de mange materialer i affaldet og sikre korrekt behandling af disse materialer. Det betyder, at det kan være kompliceret at kortlægge bortskaffelsesvejene for storskrald.

En del af formålet med dette projektforsøg er også at få et mere indgående kendskab til håndteringssystemer for storskrald samt at fremskaffe data for disse.

## 2 Dataindsamling

Beskrivelse af indsamlingsordninger og affaldsmængder beror på eksisterende registreringer fra Herning Kommune med udgangspunkt i 2005. Registreringerne er foretaget af Herning Kommunes driftsafdeling samt hos behandlingsanlæg ved ind- og udvejning af affald (Herning Kommune, 2006). Data fra 2005 er sammenlignet med registreringer fra 2004 for at følge udviklingen af affaldsmængder samt kontrollere pålideligheden af data. Undervejs i projektforløbet er der iværksat sortering af flere affaldsfraktioner. For nye affaldsfraktioner er mængderne et realistisk skøn af de potentielle årsmængder. Det er tilstræbt at opgøre mængderne for affaldsfraktioner som prognose for det nuværende system i 2006, dog uden at fremskrive ændringer i den samlede affaldsproduktion.

For den sortering og oparbejdning af affaldsfraktionerne, der finder sted i Danmark, anvendes i videst muligt omfang data fra de specifikke behandlingsanlæg. For den øvrige oparbejdning, særligt i udlandet, anvendes generiske data for behandlingsanlæggene. Data for affaldsbehandling er lagt ind i databasen i EASEWASTE.

## 3 Systembeskrivelse

### 3.1 Indsamlingsordninger for storskrald

I Herning Kommune indsamles storskrald via en storskraldsordning og på genbrugspladsen. Storskraldsordningen er en henteordning, hvor borgerne kan tilmelde sig afhentning af storskrald op til 12 gange pr. år. Dette er især et tilbud til enfamilieboliger. Etageboliger har mulighed for at etablere faste opsamlingssteder til storskrald i form af affaldsstationer, hvor affaldet afhentes efter en fastlagt frekvens. Dette er den såkaldte fællesaftale. Hvis boligforeningen ikke er med i fællesaftalen, kan beboere benytte sig af den almindelige henteordning. Alt indsamlet storskrald køres til Nederkærgård Genbrugs- og Affaldsplads, hvor det sorteres i otte affaldsfraktioner. Indsamling af affald gennem fællesaftalen varetages af kommunens driftsafdeling, mens indsamling af øvrigt storskrald er udliciteret til en privat vognmand. Beregning af dieselforbrug til indsamling er nærmere beskrevet i bilagsrapport 5.

Alle borgere i Herning Kommune kan benytte genbrugspladsen ved Nederkærgård Genbrugs- og Affaldsplads, hvor affaldet kan sorteres i 19 affaldsfraktioner.

Udover de kommunale indsamlingsordninger kan borgerne mod betaling aflevere affald på Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg. Opgørelser fra denne plads viser, at det er meget små mængder affald, der bliver afleveret her. Desuden er der en usikkerhed i registreringen af affaldet. Derfor er det valgt ikke at inkludere denne indsamlingsordning i miljøvurderingen.

Endelig kan borgerne også benytte p-kasseordningen til bortskaffelse af problematisk affald. I miljøvurderingen er det valgt at antage, at det meste affald i p-kasserne er farligt affald og dagrenovationslignende affald, der udsorteres fra restaffaldet. Eneste undtagelse er blyakkumulatorer, som her kategoriseres som storskrald og derfor er inkluderet i denne opgørelse af storskrald.

### 3.2 Affaldsfraktioner og mængder

Tabel 1 viser de indsamlede mængder storskrald i 2005 fordelt på 19 affaldsfraktioner (Herning Kommune, 2006). Som det også fremgår af tabellen, er det ikke alle affaldsfraktioner, der indsamles via begge indsamlingsordninger. Årsopgørelsen er fremstillet af Herning Kommune, og mængderne fra genbrugspladsen er korrigeret for erhvervsaffald, der også må afleveres på genbrugspladsen. Herning Kommune har skønnet, at den totale mængde erhvervsaffald har bestået af 20% brændbart affald, 20% deponiaffald, 25% rent træ, 25% jern og metal, 5% farligt affald og 5% EE-affald. Fra p-kasseordningen er det kun blyakkumulatorer, der regnes som storskrald.

EPS, PP, rent træ, gips og trykimprægneret træ er nye fraktioner, hvor der ikke foreligger en samlet opgørelse for 2005, da det ikke har været indsamlet alle måneder af året. På baggrund af opgørelse for de måneder, hvor mængderne er blevet registreret, er den potentielle årlige mængde beregnet. EPS, PP og rent træ er udsorteret fra brændbart affald, mens gips og trykimprægneret træ er udsorteret fra deponeringseget affald. Mængden af brændbart affald og deponeringseget affald er korrigeret for den potentielt udsorterede mængde. Tilsvarende er gjort for rent træ fra storskraldsordningen.

**Tabel 1.** Årlig mængde storskrald i Herning Kommune (Herning Kommune, 2006).

Storskrald	Behandling	Storskraldsordning [ton]	Genbrugspladsen [ton]	P-kasse [ton]	Total [ton]
Planglas	Genanvendelse		165		165
Autoruder	Genanvendelse		13		13
Vinduer og døre	Genanvendelse		144		144
Pap	Genanvendelse	72	214		286
<i>EPS</i>	<i>Genanvendelse</i>		6		6
PP	Genanvendelse		25		25
<i>Tæpper</i>	<i>?</i>	78	194		272
Jern og metal	Genanvendelse	420	889		1.309
Kølemøbler	Genanvendelse	46	43		89
<i>EE-affald</i>	<i>Genanvendelse</i>	59	192		251
Kabler	Genanvendelse		18		18
Akkumulatorer	Genanvendelse		23	2	25
Dæk	Genanvendelse		39		39
Beton og tegl	Genanvendelse		4.800		4.800
Rent træ	Genanvendelse	300	1.080		1.380
<i>Gips</i>	<i>Genanvendelse</i>		56		56
<i>Trykimprægneret træ</i>	<i>?</i>		175		175
Brændbart affald	Forbrænding	331	3.243		3.574
Deponiaffald	Deponering	115	1.336		1.451
<b>Total</b>		<b>1.421</b>	<b>12.655</b>	<b>2</b>	<b>14.078</b>

Genbrugspladsen er den vigtigste indsamlingsordning, idet der indsamles mest affald her. Storskraldsordningen udgør dog et vigtigt supplement, særligt for fraktionerne pap, tæpper, jern og metal, kølemøbler, EE-affald og rent træ. Alle affaldsfraktioner er inkluderet, på nær tøj fra genbrugspladsen og storskraldsordningen. Tøj er i denne sammenhæng betragtet som donationer til velgørende organisationer og ikke som affald. Desuden er det vanskeligt at kvantificere, hvad genbrug af tøj substituerer.

Det skal bemærkes, at der er stor usikkerhed på opgørelse af mængden af affald fra storskraldsordningen. Tolkning af vejedata fra tidligere år giver en samlet mængde affald, der varierer fra ca. 800-1500 ton. Det er her valgt at anvende de udvejede affaldsmængder fra Nederkærgård Genbrugs- og Affaldsplads. Dette beror dog også delvist på skøn, da affaldet køres væk sammen med øvrigt affald fra genbrugspladsen.

EPS, tæpper, EE-affald, gips og trykimprægneret træ, som er markeret med kursiv skrift i tabellen er udeladt af miljøvurderingen, da det ikke har været muligt at fremskaffe data for behandlingen af disse fraktioner. De udgør samlet 760 ton eller 5,7% af storskraldet.

Affaldsmængderne beregnes i EASEWASTE på baggrund af totalmængderne og relativ fordeling på materialefraktioner, som det fremgår af Tabel 2. Kun de affaldsfraktioner, der indgår i miljøvurderingen, er inkluderet. De i alt 15 materialefraktioner fordeles på 15 sorteringsfraktioner, således at sorteringseffektiviteten for hver materialefraktion er 100%.



**Tabel 2.** Modellering af affaldssammensætning i EASEWASTE.

<b>Affaldsfraktioner</b>	<b>Storskralds- ordning</b>	<b>Genbrugsplads</b>	<b>P-kasse</b>
Totalmængde [ton]	1.284	12.032	2
<i>Materialefraktionsfordeling</i>			
Planglas	0,00%	1,37%	0,00%
Autoruder	0,00%	0,11%	0,00%
Vinduer og døre	0,00%	1,20%	0,00%
Pap	5,61%	1,78%	0,00%
PP	0,00%	0,21%	0,00%
Jern og metal	32,71%	7,39%	0,00%
Kølemøbler	3,58%	0,36%	0,00%
Kabler	0,00%	0,15%	0,00%
Akkumulatorer	0,00%	0,19%	100,00%
Dæk	0,00%	0,32%	0,00%
Beton	0,00%	19,95%	0,00%
Tegl	0,00%	19,95%	0,00%
Rent træ	23,36%	8,98%	0,00%
Brændbart affald	25,78%	26,95%	0,00%
Deponiaffald	8,96%	11,10%	0,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

## 4 Modellering af affaldsbehandling i EASEWASTE

### 4.1 Generelt

Modellering i EASEWASTE tager udgangspunkt i en given affaldssammensætning og efterfølgende kildesortering af affaldet. Herfra føres affaldet til forskellige typer af behandling, som modelleres i selvstændige moduler i programmet. Nedenfor skitseres de væsentligste træk ved de moduler, der er anvendt til modellering af storskrald. Programdelen for storskrald er stadig under udvikling i EASEWASTE. Derfor modelleres storskrald i stedet for på samme måde som dagrenovation.

### 4.2 MRF non-organic

MRF betyder Material Recovery Facility og kan bedst oversættes med materialegenvindingsanlæg. Oftest er der tale om en form for sorteringsanlæg, hvor affaldet sorteres i genanvendelige fraktioner og en restfraktion. Antallet af output fra MRF'en defineres af brugeren. Affaldets kemiske sammensætning kan modelleres i EASEWASTE, og i MRF'en kan det vises, hvorledes forskellige materialer fordeler sig i de forskellige output. I denne miljøvurdering er det dog ikke aktuelt at tage højde for affaldets kemiske sammensætning. MRF'en anvendes her udelukkende til at vise masseflowet ved forbehandling og sortering af affaldet, samt medregne det energi- og materialeforbrug, der er ved oparbejdningen. Fra MRF'en kan affaldet ledes videre til behandling i et af de øvrige moduler.

### 4.3 Recycling

'Recycling' er den type af anlæg, der fremstiller genanvendelige produkter af affaldet. I anlægget indtastes det energi- og materialeforbrug, der medgår til oparbejdning af 1 ton affald, samt hvor stor en procentdel affald, der bliver til nye materialer. De genanvendte materialer erstatter tilsvarende materialer fremstillet af jomfruelige ressourcer, hvilket betyder, at man undgår udvinding af nye ressourcer. Desuden er energiforbruget i mange tilfælde lavest for genanvendelsesprocessen. I anlægget kan indtastes en substitutionsproces, der modregnes i miljøvurderingen, og der kan tages højde for, at genanvendelige materialer ikke altid kan erstatter nye materialer 100%, fordi materialerne har et lødighedstab ved genanvendelse.

Affaldets kemiske sammensætning har ikke betydning i dette modul, da man ikke har behov for at modellere affaldsspecifikke emissioner ved genanvendelse af affald. Recycling-modulet er ikke det mest avancerede modul i EASEWASTE, men det er fleksibelt at bruge, da det kan tilpasses mange typer af data. Samtidig afspejler modulet også, at det ofte er vanskeligt at indsamle detaljerede data for affaldsgenanvendelse. Som regel kan man skaffe miljødata for de vigtigste emissioner og restprodukter uden, at man behøver at kende alle delprocesser i genanvendelsen.

De fleste fraktioner i storskrald er genanvendelige materialer, der modelleres i Recycling-modulet, evt. gennem en MRF først.

### 4.4 Incineration

'Incineration' betyder forbrænding, og i dette modul modelleres forbrændingsanlæggene. Affaldets kemiske sammensætning har i høj grad betydning for miljøbelastningen fra forbrændingsanlæggets røggas og restprodukter. Hvorledes de forskellige stoffer fordeler sig i røggas og restprodukter, afhænger af forbrændingsanlæggets teknologi. Dette kan undersøges ved målinger på røggas og restprodukter. I bilagsrapport 1 om dagrenovation er det beskrevet hvorledes en forbrændingstest på Herning Kommunes anlæg, Knudmoseværket, er udført. I denne miljøvurdering er det kun den

brændbare fraktion af storskrald, der modelleres i forbrændingsanlægget. Selvom forbrænding af affaldet også optræder i andre fraktioner, er det for omstændigt at anvende Incineration-modulet, men i stedet modelleres det i Recycling-modulet.

## 5 Data for hver affaldsfraktion

I dette kapitel beskrives, hvorledes behandling af affald modelleres i miljøvurderingen. For hver af fraktionerne gives en kort beskrivelse af behandlingsformen, forudsætninger for modelleringen, anvendte kilder, samt beregning af transportafstandene. Modellering af transport i EASEWASTE er nærmere beskrevet i bilagsrapport 5.

### 5.1 Planglas

#### 5.1.1 Behandlingsform

Fraktionen består af vinduesglas, termoruder samt andet planglas og indsamles kun på genbrugspladsen. Ruderne må have kantlister, men ikke vinduesrammer. Planglasset afhentes af Morrison Glas Recycling, Vamdrup, der kun oplagrer materialet. Herfra transporteres det til behandlingsanlægget Reiling Unternehmensgruppe, Lauenberg, Tyskland. På dette anlæg produceres glasgranulat, som videresælges til glasindustrien (Reiling, 2005). Glasgranulatet bliver genanvendt til produktion af nyt glas og erstatter derved udvinding af jomfruelige råmaterialer. Kantkonstruktionen og andre materialer fra ruderne bliver sendt til deponering.

#### 5.1.2 Delfraktioner

Materialesammensætningen af ruder er bestemt i en tidligere miljøvurdering fra By og Byg. Her blev det målt, at en rude typisk består af 95,8% glas, 3,4% tørrings- og forseglingsmiddel, 0,7% aluminium, samt 0,1% argon (Krogh et al., 2003). Planglas kan derfor antages at bestå af 95,8% glas og 4,2% ikke-forbrændingseget affald, idet der ses bort fra emission af argon ved oparbejdning.

Materialefraktion	
Glas	95,8%
Ikke-forbrændingseget affald	4,2%

#### 5.1.3 Modellering

Der anvendes udelukkende LCA-data fra UMIP-databasen. Processen for genanvendelse af glas har et input af glasaffald på 1,01 kg til produktion af 1 kg glas, mens der ikke er noget lødighedstab ved genanvendelse af glas. Processen bygger på data for fremstilling af flasker, men den antages også at gælde for fremstilling af planglas.

MRF Non-Organic: HK Planglas  
 Recycling: Glass Remanufacturing, 1996  
 HK Behandlingsrest

#### 5.1.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Planglas	Herning	Morrison Glas Recycling, Vamdrup	100 km
Planglas	Morrison Glas Recycling, Vamdrup	Reiling, Lauenberg, Tyskland	500 km
Glasgranulat	Reiling, Lauenberg, Tyskland	Lokalt glasværk	20 km
Deponi-rest	Reiling, Lauenberg, Tyskland	Lokalt deponeringsanlæg	20 km

## 5.2 Autoruder

### 5.2.1 Behandlingsform

Fraktionen består af ruder fra biler og indsamles kun på genbrugspladsen. Autoruderne afhentes af Morrison Glas Recycling, Vamdrup, der kun oplagrer materialet. Herfra transporteres det til behandlingsanlægget Reiling Unternehmensgruppe, Lauenberg, Tyskland. På dette anlæg produceres glasgranulat, som videresælges til glasindustrien (Reiling, 2005). Glasgranulatet bliver genanvendt til produktion af nyt glas og erstatter derved udvinding af jomfruelige råmaterialer. Der forekommer højst sandsynligt en rest fra granulatfremstillingen, som ikke består af glas. Denne rest antages at blive deponeret eller brændt.

### 5.2.2 Delfraktioner

Den nøjagtige materialesammensætning af autoruder kendes ikke. Udover glas består ruderne antageligt af kantlister af gummi samt en sikkerhedsfilm. Det antages, at fraktionen er identisk med fraktionen planglas, hvilket med rimelighed kan gøres, da autoruder er en meget lille fraktion. Fremstilling af glasgranulat kan være en mere avanceret proces for at fjerne uønskede materialer fra fraktionen.

Materialefraktion	
Glas	95,8%
Ikke-forbrændingseget affald	4,2%

### 5.2.3 Modellering

Modelleres som fraktionen planglas.

MRF Non-Organic: HK Planglas  
 Recycling: Glass Remanufacturing, 1996  
 HK Behandlingsrest

### 5.2.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Autoruder	Herning	Morrison Glas Recycling, Vamdrup	100 km
Autoruder	Morrison Glas Recycling, Vamdrup	Reiling, Lauenberg, Tyskland	500 km
Glasgranulat	Reiling, Lauenberg, Tyskland	Lokalt glasværk	20 km
Rest	Reiling, Lauenberg, Tyskland	Lokalt behandlingsanlæg	20 km

## 5.3 Vinduer og døre

### 5.3.1 Behandlingsform

Fraktionen består af vinduer med rammer samt døre med glas. Den indsamles kun på genbrugspladsen og afsættes til Marius Pedersen, Herning. Hos Marius Pedersen separeres træ og glas. Oparbejdningen sker ved at glasset slås ud af rammen og evt. skår fra rammen fjernes manuelt. Efter sorteringen i glas og træ bliver der en rest tilbage, som brændes. Træ afsættes til Novopan, hvor det genanvendes til spånpladeproduktion. Glasset afsættes til Morrison Glas Recycling, som eksporterer det til genanvendelse hos Reiling Unternehmensgruppe i Lauenberg, Tyskland. Genanvendelse af glas substituerer udvinding af råmaterialer til produktion af nyt glas.

### 5.3.2 Delfraktioner

Affaldet opdeles i følgende fraktioner (Marius Pedersen, 2005):

Materialefraktion	
Glas	75%
Træ inkl. små stykker jern	25%

### 5.3.3 Modellering

**Oparbejdning:** Oparbejdningen hos Marius Pedersen foregår manuelt, og der er derfor intet forbrug ved processen.

**Træ:** Oplysninger fra Novopan. Se afsnit 5.15 om modellering af fraktionen rent træ.

**Glas:** Glas modelleres på samme måde som planglas.

MRF Non-Organic: HK Vinduer og døre  
 Recycling: Glass Remanufacturing, 1996  
 HK Træaffald

### 5.3.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Vinduer og døre	Herning	Marius Pedersen, Herning	1 km
Træ	Marius Pedersen, Herning	Novopan, Pindstrup	120 km
Glas	Marius Pedersen, Herning	Morrison Glas Recycling, Vamdrup	100 km
Glas	Morrison Glas Recycling, Vamdrup	Reiling, Lauenberg, Tyskland	520 km

## 5.4 Pap

### 5.4.1 Behandlingsform

Pap indsamles både på genbrugspladsen og i storskraldsordningen, hvor det begge steder komprimeres i en komprimatorcontainer. Det indsamlede pap transporteres til modtageanlægget Averhoff og Co. i Herning. Her sorteres fraktionen for fremmedlegemer på et sorteringsbånd. Pappet bliver ført videre på båndet til en ballepresser, hvor det komprimeres i baller på ca. 650 kg. Averhoff og Co. afsætter pappet til genanvendelse i forskellige nordeuropæiske lande. Papaffaldet kan genanvendes som pap i flere kvaliteter og erstatter produktion af nyt pap ud fra træ. De frasorterede fremmedlegemer brændes på Knudmoseværket i Herning (Merrild, 2004).

### 5.4.2 Delfraktioner

Fraktionen indeholder mindst 85% pap, 10-15% andet papir samt få urenheder. Der frasorteres kun større fremmedlegemer, som antages at udgøre mindre end 1% af den samlede mængde, og det er derfor valgt ikke at inkludere denne materialestrøm i miljøvurderingen.

Materialefraktion	
Pap	100%

### 5.4.3 Modellering

For sortering af pappet anvendes en eksisterende proces i EASEWASTE. Genvinding og substitution af pap er to nye processer, som er implementeret i databasen. Processerne for fremstilling af pap, da pap kun kan genanvendes som andet pap. Substitutionsfaktor papiraffald/papir = 1,06:1, og lødighedstabet er sat til 90%.

MRF Non-Organic: Aarhus, Paper Sorting Facility, 2002  
 Recycling: Cardboard, Fiskeby, 2002

### 5.4.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Pap	Herning	Averhoff og Co., Herning	5 km
Pap, rent	Averhoff, Herning	Nordeuropa (skøn)	500 km

## **5.5 EPS**

### **5.5.1 Behandlingsform**

Siden oktober 2005 har det været muligt at sortere EPS (Ekspanderet Polystyren) eller flamingo på genbrugspladsen. På genbrugspladsen granuleres og kompakteres materialet. Det afsættes via ESØ til genanvendelse i formentlig Kina.

Hvorledes materialet genanvendes, og hvad genanvendelsen substituerer, vides ikke. Det må formodes, at EPS kan omsmeltes og anvendes til støbning af nye produkter.

### **5.5.2 Delfraktioner**

100% polystyren-affald

Indholdet af urenheder kendes ikke, men må formodes at være meget lille, da fraktionen kontrolleres på genbrugspladsen.

### **5.5.3 Modellering**

Det er ikke lykket at finde LCA-data for genanvendelse af EPS, og derfor modelleres fraktionen ikke. Dette har formentligt kun mindre betydning for miljøvurderingens resultat, da fraktionen er meget lille.

### **5.5.4 Transport**



## 5.6 PP

### 5.6.1 Behandlingsform

Siden september 2005 har man på genbrugspladsen frasorteret PP (Polypropylen), som er et plastmateriale, der bl.a. anvendes til havemøbler. Affaldet afsættes til Marius Pedersen, der via Tyskland eksporterer det til formentligt Kina, hvor det genanvendes.

Hvorledes materialet genanvendes, og hvad genanvendelsen substituerer, vides ikke. Det må formodes, at PP kan omsmeltes og anvendes til støbning af nye produkter.

Der er for PP stor usikkerhed på tilgængelig viden og data om genanvendelse, og derfor skal denne fraktion tolkes varsomt i miljøvurderingen. Dette er kun en screening af affaldsbehandlingen.

### 5.6.2 Delfraktioner

100% polypropylen. Indholdet af urenheder kendes ikke.

### 5.6.3 Modellering

For genanvendelse og substitution anvendes to processer fra EASEWASTE-databasen. Ifølge data anvendes 1,1075 kg plastaffald til fremstilling af 1 kg granulat, og lødighedstabet er antaget til 10%. Processerne er for fremstilling og genvinding af plast i Europa, og det vides ikke, om teknologien er tilsvarende i Asien. Ressourcebesparelsen vil være den samme, men emissionerne ved oparbejdning kan være forskellige. Modelleringen er derfor præliminær.

Proces	Proces-ID	Kilde
Fremstilling af PP-granulat	IPU-NF-B2445	UMIP-databasen
Produktion af nyt PP-polymer	IPU-NF-M2445	UMIP-databasen

Recycling:

HK Plast

### 5.6.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
PP	Herning	Tyskland	500 km
PP	Tyskland	?	?

## 5.7 Tæpper

### 5.7.1 Behandlingsform

Ved modtagelse af storskrald på Nederkærgård frasorteres tæpper. Der er i 2005 også opstillet container til tæpper på genbrugspladsen. Fraktionen består af gulvtæpper i forskellige materialer, bl.a. uld, bomuld og syntetiske fibre.

Tæpperne bliver enten brændt eller deponeret, men blev oprindeligt frasorteret til genanvendelse. De blev tidligere eksporteret via vognmandsfirmaet Marius Pedersen, Herning, og affaldsbehandler Dapa, Kolding, til virksomheden Polyamid2000 AG, Berlin, Tyskland.

### 5.7.2 Delfraktioner

Tæpper til deponering, forbrænding og genanvendelse. Tæpper kan bestå af syntetiske fibre, bomuld, uld o.a.

### 5.7.3 Modellering

Tæpper inkluderes ikke i miljøvurderingen, dels fordi det er usikkert hvilken behandlingsform, der anvendes, og dels fordi, der ikke har kunnet skaffe data for nogen af behandlingsformerne.

Mulige datakilder:

Der er data i UMIP for forbrænding af tæppematerialer, se TX-processerne. Delsystem TX6-4-07  
Der er kun inkluderet dioxin, CO, NOx og CO<sub>2</sub>, slagge, vand og CaOH<sub>2</sub>.

UMIP-tex, bilag 6:

Del	Materiale	vægt [g]	
Luv	Nylon	1100	41,777%
Grundvæv	Polypropylen	133	5,051%
Bagside	Latexskum	1400	53,171%

### 5.7.4 Transport

Anvendes ved genanvendelse i Tyskland.

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Tæpper	Herning	Dapa, Kolding	100 km
Tæpper	Dapa, Kolding	Polyamid2000 AG, Berlin	500 km

## 5.8 Jern og metal

### 5.8.1 Behandlingsform

Fraktionen jern og metal består fortrinsvist af jern, herunder også overfladebehandlet og lakeret jern. Derudover forefindes der en række andre metaller og legeringer såsom kobber, aluminium, messing, zink, bly og rustfrit stål i fraktionen. Fra private husholdninger indsamles fraktionen i form af fx hårde hvidevarer (ikke kølemøbler), møbler, cykler, byggeaffald og diverse brugsgenstande som værktøj, legetøj og køkkenudstyr.

På genbrugspladsen indsamles jern og metal dels i en opstillet container, hvor man kan stille større genstande såsom hårde hvidevarer, og dels i en container til mindre genstande. Der indsamles også jern og metal via storskraldsordningen. Bemærk at hårde hvidevarer og elektrisk køkkenudstyr fremover skal sorteres fra som EE-affald som følge af producentansvar for bortskaffelse af elektriske produkter.

Jern og metal afsættes til Herning Produktforretning. Her sorteres fraktionen op i delfraktionerne jern, øvrige metaller og affald (Smedegård, 2004). Det skønnes, at jern udgør 85% af mængden, mens 5% sorteres fra som forskellige andre metaller, hovedsageligt kobber. De resterende 10% er fremmedlegemer, der sorteres fra til forbrænding. Jern og metaller afsættes fortrinsvis til forskellige støberier og stålværker i udlandet, bl.a. til Tyskland, Spanien og Holland, hvor det genanvendes. Genanvendelse af metaller substituerer udvinding af jomfruelige materialer. Det forbrændingsegne affald køres til forbrænding på Knudmoseværket i Herning, hvor det brændes med energiudnyttelse.

### 5.8.2 Delfraktioner

Der antages en materialesammensætning af jern og metal som angivet i det følgende. Data er oplyst af en dansk behandler, og der er god overensstemmelse med andre statistikker fra behandlere og offentlige myndigheder.

Materialefraktion	
Jern	70%
Stål	5,4%
Aluminium	1,5%
Kobber	0,5%
Glas	0,20%
Plast	0,5%
Deponi	21,9%

### 5.8.3 Modellering

Der findes flere forskellige teknologier for shredding af jernskrot, og hvilke produkter og restprodukter, der kommer fra processen, afhænger meget af teknologien. Der er her anvendt data for sortering og neddeling af jernskrot fra en dansk behandler. I tilfældet med Herning er der tale om, at der på stedet sker en manual sortering, mens neddeling og yderligere sortering finder sted på andre behandlingsanlæg. For nemheds skyld modelleres det hele som et forbehandlingsanlæg i Danmark. Data for genvinding af metaller, glas og plast stammer fra UMIP-databasen. Der er ikke lødighedstab på genvinding af glas og metaller. Der er regnet med et lødighedstab på 10% for genvinding af plast. Processen for glas og plast er de samme, som er beskrevet i henholdsvis afsnit 5.1 og 5.6.

Proces	Proces-ID	Kilde	Materialetab
Genanvendelse af jern/stål	M32381	UMIP-database	0,983 kg/kg
Produktion af råjern/stål	M32205	UMIP-database	
Genanvendelse af kobber	M32469	UMIP-database	1 kg/kg
Produktion af nyt kobber	M32518T98	UMIP-database	
Genanvendelse af aluminium	COWI-ALS-A54938-7	UMIP-database	1,270 kg/kg
Produktion af aluminium	COWI-ALS-M54938-5	UMIP-database	

Den væsentligste miljøpåvirkning fra deponering af shredderaffald er udvaskning af miljøfremmede stoffer. Data for udvaskning er hentet fra en udvaskningstest udført på usorteret shredderaffald (Svensson et al., 2005). Testen er en batch-test udført med demineraliseret vand med L/S-forhold 2. Ved deponering af affald i 100 år forventes det, at mængden af tilført vand vil være i nærheden af L/S-forhold 2. Imidlertid vil deponeringsanlægget som regel have opsamling og rensning af perkolat, og derfor vil udvaskning af stofferne reelt være mindre. I modelleringen vurderes miljøpåvirkningen ved udvaskning til overfladevand, hvor stofferne har en potentiel toksisk effekt, men i realiteten vil udvaskningen i højere grad ske til grundvand. Derfor skal udvaskningsdata tolkes som den potentielt største miljøpåvirkning udvaskning fra shredderaffald vil kunne have, og reelt vil påvirkningen være mindre end dette.

#### 5.8.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Jern & metal	Herning	Herning Produktforret., Herning	5 km
Jern	Herning Produktforret., Herning	Sydeuropa (skøn)	2500 km
Kobber	Herning Produktforret., Herning	Sydeuropa (skøn)	2500 km
Aluminium	Herning Produktforret., Herning	Sydeuropa (skøn)	2500 km
Plast	Herning Produktforret., Herning	Nordeuropa (skøn)	500 km
Glas	Herning Produktforret., Herning	Nordeuropa (skøn)	500 km
Affald	Herning Produktforret., Herning	Danmark	200 km

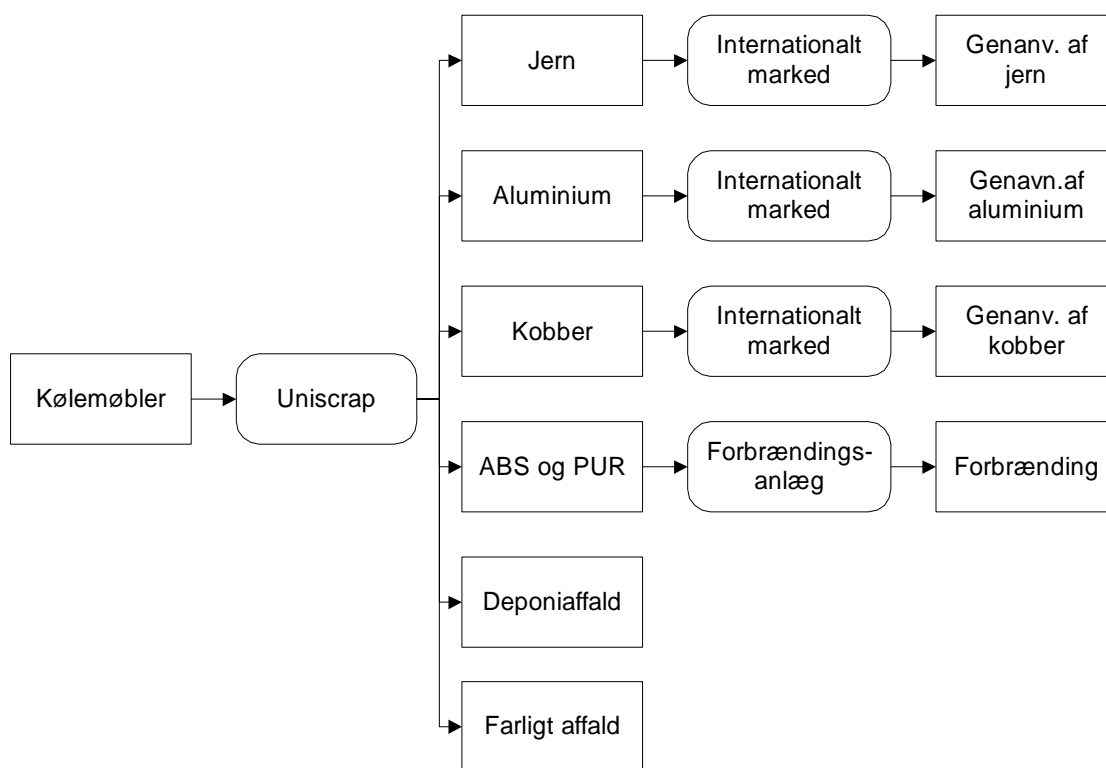
Jern kan afsættes til anlæg i både Amerika, Europa og Asien afhængig af prisen. Aluminium, kobber og andre metaller afsættes i mange tilfælde på det asiatiske marked.

## 5.9 Kølemøbler

### 5.9.1 Behandlingsform

Kølemøbler er her en fællesbetegnelse for kasserede køleskabe og frydere fra private husholdninger. Der indsamles kølemøbler både på genbrugspladsen og i storskraldsordningen, og de afsættes til behandlingsanlægget Uniscrap, Trige via en ordning med Østdeponi. Kølemøbler består af et isoleret kabinet af metal og plast, hvor isoleringsmaterialet som oftest er opskummet PUR (polyurethan). Derudover er der en kompressor og tilhørende kølesystem, som hovedsageligt består af jern og kobber. Der er også nogle mindre dele som fx hylder, lamper, kontakter, termostater og ledninger. Kølemøbler består således fortrinsvis af forskellige metaller og plasttyper, og det er muligt at genanvende langt størstedelen af materialerne. Desuden indeholder kølemøbler miljøfarlige stoffer, der kræver særlig behandling. Det drejer sig bl.a. om kviksølv, PVC, CFC-gasser og olie.

Hos Uniscrap oparbejdes kølemøblerne, så der fremkommer en række materialer, som kan afsættes til genanvendelse hos andre behandlingsanlæg. Der arbejdes for at udsortere flest mulige metaller til genanvendelse samt at sikre, at plast bliver genanvendt eller forbrændt med energiudnyttelse.



### 5.9.2 Delfraktionering

Der findes forskellige opgørelser af hvilke materialer, der kan udvindes fra kølemøbler, se Larsen (2005) for sammenligning af eksempler. Her er det valgt at tage udgangspunkt i et nyt projekt fra Miljøstyrelsen. Massefordelingen af komponenter og materialer i kølemøbler, som kan udvindes efter oparbejdningssprocessen, er vist i Tabel 3.

**Tabel 3.** Kølemøblers materialesammensætning (Malmgreen-Hansen & Nilsson, 2005).

Gennemsnitligt kølemøbel	Relativ fordeling
Shreddet jern stort	51,7%
Aluminium/kobber stort	3,5%
Aluminium/kobber småt	0,5%
Kompressor	19,3%
Plast	11,8%
PUR-skum	15,0%
CFC	0,2%
Olie	0,6%
Ledninger	0,1%
Andet brændbart	0,8%
Total	103,5%

Kompressoren består af flere materialer, som kan adskilles ved oparbejdning. Der findes også flere forskellige opgørelser kompressorers materialesammensætning, og også her tages udgangspunkt i en opgørelse fra projektet fra Miljøstyrelsen, hvilket er vist i Tabel 4.

**Tabel 4.** Kompressors materialesammensætning (Malmgreen-Hansen & Nilsson, 2005).

Sammensætning af en kompressor	Relativ fordeling
Alm. stål	64,30%
Rafineret stål	0,02%
Støbejern	21,70%
Sintermetal	0,80%
Aluminium	1,70%
Kobber	6,20%
Pakning	0,02%
Olie	4,70%
EE	0,10%
Plast	0,30%
Maling	0,09%
Total	99,93%

På baggrund af oplysningerne i Malmgreen-Hansen & Nilsson (2005) er der fremstillet en opgørelse af sandsynlige delfraktioner fra oparbejdning af kølemøbler på et dansk shredder anlæg, se Tabel 5.

**Tabel 5.** Delfraktioner fra oparbejdning af kølemøbler.

Materialer udvundet ved oparbejdning af kølemøbler	Relativ fordeling
Shreddet jern	66,15%
Aluminium	3,93%
Kobber	1,41%
Plast	11,46%
PUR-skum	14,49%
CFC	0,19%
Olie	1,46%
Ledninger	0,12%
Behandlingsrest	0,79%
Total	100,00%

Selve oparbejdningen består af række delprocesser med både manuel afmontering og maskinel neddeling af kølemøblerne.

Metallerne bliver alle genanvendt, mens plastfraktionerne antageligt brændes. Det er muligt at genanvende visse plasttyper, men indtil videre bliver plastaffaldet som regel brændt. CFC-gasser bliver destrueret eller genanvendt. Olie kan regenereres. Ledninger er formentligt en fraktion, der består af forskellige elektroniske komponenter – dog hovedsageligt ledninger, der bliver sendt til behandling som andet EE-affald. Tilbage er en lille restfraktion, som må brændes eller deponeres.

### 5.9.3 Modellering

Genanvendelse af jern, kobber og aluminium modelleres efter de samme processer, som er defineret i afsnittet om genanvendelse af fraktionen jern & metal, se afsnit 5.8. Plast og PUR-skum forbrændes, hvilket modelleres med processer fra databasen i EASEWASTE. Plasten antages at være ABS, da denne plasttype anvendes meget i kølemøbler (Malmgreen-Hansen & Nilsson, 2005). CFC-gas opgøres som en mængde farligt affald. Olieaffaldet sendes til regenerering, og denne behandlingsform er nærmere beskrevet i bilagsrapport 3 om farligt affald. Ledninger sendes også til genanvendelse, hvilket er nærmere beskrevet i afsnittet om kabler. Restfraktionen opgøres blot som ubehandlet affald.

Proces	Proces-ID	Kilde
Forbrænding af ABS	baseret på DKTEK-MGR-B2033	UMIP-database
Forbrænding af PUR	baseret på DKTEK-MGR-B2028	UMIP-database

For selve oparbejdningsprocessen er der indhentet oplysninger om ressourceforbrug af el, varme, vand, diesel og gas pr. ton affald fra et dansk behandlingsanlæg (Larsen, 2005). Neddelings- og sorteringsprocesserne er her betragtet samlet, og det vides ikke med sikkerhed, om der kan være yderligere energiforbrug til fx neddeling af kompressoren. Samlet set vurderes det dog, at materialerne er klargjort til genanvendelse, når de forlader oparbejdningsvirksomheden.

### 5.9.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Kølemøbler	Herning	Uniscrap, Trige	90 km
Jern	Herning Produktforret., Herning	Sydeuropa (skøn)	2500 km
Kobber	Herning Produktforret., Herning	Sydeuropa (skøn)	2500 km
Aluminium	Herning Produktforret., Herning	Sydeuropa (skøn)	2500 km
Ledninger	Uniscrap, Trige	Nordeuropa (skøn)	500 km
Olie	Uniscrap, Trige	Nordeuropa (skøn)	500 km
ABS og PUR	Uniscrap, Trige	Forbrændingsanlæg, Århus (skøn)	20 km
Behandlingsrest	Uniscrap, Trige	Deponeringsanlæg, Århus (skøn)	20 km
Farligt affald	Uniscrap, Trige	Kommune-Kemi, Nyborg	200 km

## **5.10 EE-affald**

EE-affald er en kompleks fraktion, da de forskellige produkter behandles på forskellig vis. Modellering af behandlingen kræver et meget omfattende datamateriale, som det med de tilstedeværende ressourcer ikke er muligt at fremskaffe. Derfor bliver fraktionen ikke miljøvurderet i dette projekt. En præliminær miljøvurdering er dog foretaget af Larsen (2005). Den viste, at der ved genvinding af metaller fra bl.a. printplader kan opnås en ressourcebesparelse, der er større end genvinding af nogen af andre materialer i storskraldet. Det skyldes genvinding af kostbare metaller som sølv, guld og bly, men kobber giver også et væsentligt bidrag. De potentielle miljøpåvirkninger ved oparbejdningen er i samme størrelsesorden som for øvrige storskraldsfraktioner. Dog opstår der en mindre mængde af potentielt farligt affald, hvis behandling det ikke var muligt at vurdere.

### **5.10.1 Behandlingsform**

EE-affald er affald af elektriske og elektroniske produkter og består overvejende af kasserede husholdningsmaskiner (fx strygejern, støvsugere, elkedler, microbølgeovne, brødrister og kaffemaskiner), underholdningselektronik (fx tv, stereoanlæg, radioer, videomaskiner, dvd-afspillere, cd-afspillere, pladespillere og højttalere) samt it- og kommunikationsudstyr (fx mobiltelefoner, pc'ere, skærme og printere). EE-affald indsamles både på genbrugspladsen og i storskraldsordningen.

Alt EE-affald afsættes til Elektromiljø, Vejle. Tidligere blev det demonteret på Nederkærgård, og de udsorterede delfraktioner blev efterfølgende afsat til Uniscrap, Trige.

Hos Elektromiljø oparbejdes og udsorteres affaldet i adskillige fraktioner. De forskellige komponenter i elektriske og elektroniske produkter indeholder metaller, der er værdifulde at genvinde, men de kan også indeholde miljøfarlige stoffer, som kræver særlig behandling. Derfor er det nødvendigt at foretage en omfattende oparbejdning af EE-affaldet. Metaller og glas genvindes og erstatter udvinding af nye, jomfruelige materialer. Fra oparbejdningen fremkommer også en del forbrændingseget og deponeringseget affald, samt farligt affald, der kræver særlig behandling. Behandlingsanlæggene, der efterfølgende modtager delfraktionerne, kendes i mange tilfælde ikke. Som følge af indførelse af producentansvar på EE-affald vil mængden af affald blive større, da en del elektriske produkter ender i fraktionen jern og metal.

### **5.10.2 Delfraktioner**

### **5.10.3 Modellering**

### **5.10.4 Transport**



## 5.11 Kabler

### 5.11.1 Behandlingsform

Fraktionen kabler og ledninger indsamles på genbrugspladsen og afsættes til Herning Produktforretning. Affaldet bliver ikke behandlet hos Herning Produktforretning, men afsættes til andre behandlingsanlæg fortrinsvist i Danmark og Tyskland. Ved oparbejdning bliver ledningerne granuleret, og granulatet efterfølgende sorteret i metal og plast. Kobber og aluminium kan omsmeltes og substituerer derved udvinding af nye, jomfruelige metaller. Plast bliver afhængig af plasttypen enten genanvendt, brændt eller deponeret. Undersøgelse af markedet for genanvendelige materialer viser dog, at kabler og ledninger i stort omfang også eksporteres til Asien, hvor det er billigere at oparbejde materialerne.

### 5.11.2 Delfraktioner

Kabler fra private husholdninger består primært af kobberledere. De har typisk et metalindhold på 35%-38%, mens det isolerende materiale udgør 65%. Kobber er det mest almindelige ledende materiale i kabler og ledninger fra husholdninger, mens aluminium kun anvendes i begrænset omfang. Det isolerende materiale kan være både PVC, evt. blyholdigt, og forskellige former for halogenfrit plast. Begge typer af plast kan genanvendes.

Da behandlingen af kabler og ledninger ikke er helt klarlagt, antages det, at fraktionerne består af 35% kobber og 65% PVC. Fraktionen behandles på et shredder anlæg i Nordeuropa. Output fra oparbejdningsprocessen er 35% kobber, der genanvendes, og 65% PVC og urenheder fra processen, som må deponeres.

### 5.11.3 Modellering

Modelleringen omfatter oparbejdning af kabler på et granuleringsanlæg, genvinding af kobber samt deponering af plast. Energiforbrug til oparbejdning af kabelskrot stammer fra et dansk behandlingsanlæg. For kobbergenvinding anvendes samme proces som for fraktionen jern og metal, se afsnit 5.8.

### 5.11.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Kabler og ledninger	Herning	Herning Produktforret., Herning	5 km
Kabler og ledninger	Herning Produktforret., Herning	Oparbejdning, Nordeuropa (skøn)	500 km
Kobber	Oparbejdning, Nordeuropa (skøn)	Sydeuropa (skøn)	2000 km
Deponering	Oparbejdning, Nordeuropa (skøn)	Nordeuropa (skøn)	25 km

## 5.12 Blyakkumulatorer

### 5.12.1 Behandlingsform

Blyakkumulatorer, primært bilbatterier, indsamles på genbrugspladsen og afsættes til Herning Produktforretning. Herfra afsættes de til videre behandling via Returbat-ordningen til Boliden Bergsøe i Sverige, som er det eneste genvindingsanlæg for blyakkumulatorer i Norden. Akkumulatorerne nedknuces, og batterisyreren opsamles, renses og neutraliseres (Boliden, 2006). Fra den faste del af det nedknuste materiale udvindes blyet. Der fremstilles rent bly og blylegeringer, der erstatter tilsvarende produkter af nye, jomfruelige materialer. Plast fra batterierne forbrændes under produktionsprocessen, og overskudsvarmen udnyttes til procesvarme og fjernvarme og erstatter derved anden energiproduktion.

### 5.12.2 Delfraktioner

Fraktionen modelleres som en fraktion, der sendes til oparbejdning hos Boliden Bergsøe i Sverige.

### 5.12.3 Modellering

LCA-data for bortskaffelse af blyakkumulatorer er udarbejdet ud fra miljørapport samt supplerende oplysninger fra affaldsbehandleren (Nordeman, 2006).

### 5.12.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Blyakkumulatorer	Herning	Herning Produktforret., Herning	5 km
Blyakkumulatorer	Herning Produktforret., Herning	Boliden, Landskrona, Sverige	400 km

## 5.13 Dæk

### 5.13.1 Behandlingsform

Dæk indsamles både på genbrugspladsen og i storskraldsordningen og sorteres i dæk med og uden fælge samt efter størrelse. Dækkene afhentes af Øksendal Dæk, Nykøbing Mors, der transporterer dem til behandlingsanlægget Genan, Viborg, hvor 85% af dækkene afleveres til genanvendelse. Hos Genan oparbejdes man dækkene ved granulering. Produkterne fra oparbejdningssprocessen fordeler sig med 66% gummigranulat, 20% jern, 12% tekstil og 2% affald (Genan, 2005). Granulatet kan bruges til ny produktion af gummiprodukter, bl.a. dæk, gulvbelægninger og underlag samt byggematerialer. Genanvendelse af dæk erstatter således mange forskellige materialer, som kan være både syntetiske og naturlige materialer. Stål fra dækkene kan genanvendes og erstatter udvinding af nyt jern. Tekstildelen fra dækkene bliver antageligt brændt, mens affaldet fra processen deponeres. De resterende 15% af dækkene eksporterer Øksendal Dæk til genbrug i udlandet, hvor der er mindre strenge krav til slidmønstre på dæk. Dækkene bliver evt. belagt med nye slidmønstre ved regummiering. Udover genbrug og genanvendelse kan dæk også brændes eller deponeres, hvilket dog ikke er de foretrukne behandlingsformer i Danmark.

Fælgene afsættes som jernskrot til genanvendelse og erstatter således også ny produktion af jern (Øksendal Dæk, 2004).

### 5.13.2 Delfraktioner

På baggrund af oplysninger om antallet af indsamlede dæk i 2003 og 2004 skønnes det, at fælge udgør ca. 20% af fraktionen (Øksendal Dæk, 2004). Dækaffald modelleres på baggrund heraf som 20% jern til genanvendelse og 80% dæk til genanvendelse.

### 5.13.3 Modellering

På en MRF opdeles dækaffaldet i 80% dæk og 20% jern. Behandling af dæk modelleres med en proces for genanvendelse af dæk, hvor der produceres et granulat, som kan erstatte andre gummiprodukter. Dette er en forholdsvis simpel antagelse, da det ikke er muligt at skaffe data for alle de potentielle genanvendelsesmuligheder for dæk.

Bortskaffelsesprocesserne, der kan anvendes i EASEWASTE, er følgende:

- Granulering af dæk
- Fremstilling af genvindingsprodukt til sportsbelægninger og gulve, der substituerer vinylbelægning
- Fremstilling af genvindingsprodukt til vejbelægninger og gulve, der substituerer syntetisk gummi
- Forbrænding af dæk på cementværk, hvor det substituerer stenkul
- Forbrænding af dæk på kraftværk, hvor det substituerer fossilt brændsel.

Datasættene er givet som en samlet opgørelse for alle delprocesser i behandlingen inklusiv transport og substitutionsprocessen. Det er derfor ikke muligt at få yderligere oplysninger om input- og output-data for den enkelte delproces. Alle behandlingsmulighederne køres i scenariet i EW. Nærmere beskrivelse af datagrundlaget for modellering af dæk er beskrevet i et internt arbejdsnotat (Larsen, 2006).

Da den kemiske sammensætning af dæk også kendes, kan forbrænding af dæk modelleres på alle forbrændingsanlæg, der er lagt ind i databasen i EASEWASTE.

Følge antages udelukkende at bestå af jern og bliver i EASEWASTE modelleret på samme måde som omsmeltning og genanvendelse af andet jern og metal, se afsnit 5.8.

#### **5.13.4 Transport**

For eksport af jern til genanvendelse er der ikke fastlagt et køremønster for indsamlerens transport i Danmark, men det er blot antaget, at det transporteres direkte videre til behandlingsanlæg.

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Dæk	Herning	Genan, Viborg	50 km
Jern	Herning	Sydeuropa (skøn)	2500 km

## 5.14 Beton og tegl

### 5.14.1 Behandlingsform

Beton og tegl kan afleveres af private borgere på genbrugspladsen, og affaldet behandles som en fraktion, da det har vist sig vanskeligt at sortere i tilstrækkeligt rene fraktioner.

Materialerne nedknes til et genbrugsprodukt, der har samme kvalitet som knust tegl.

Nedknusningen foretages på Nederkærgård Genbrugs- og Affaldscenter og udføres af et eksternt firma. Produktet kan fx anvendes til bærelag ved anlægsarbejder og substituerer udvinding af grus.

Ren beton har en højere kvalitet og kan anvendes til stabilgrus. Produktet anvendes til byggeprojekter i lokalområdet. Ved anvendelse af produktet er der risiko for udvaskning af metaller og salte til vandmiljøet.

### 5.14.2 Delfraktioner

Det færdige produkt antages at bestå af 50% beton og 50% tegl og anvendes som fyldmateriale, der erstatter udvinding af ny grus.

### 5.14.3 Modellering

Data for energiforbrug ved nedknusning af beton og tegl er hentet fra et dansk nedknusnings anlæg, se Tabel 6, mens data for udvinding af grus er et gennemsnit fra flere danske grusgrave, se Tabel 7.

**Tabel 6.** Energiforbrug til knusning (Århus Kommunale Værker, 2004).

	Enhed	Mængde
El	kWh/ton	0,49
Diesel	Liter/ton	0,56
Vand	Liter/ton	4,5

**Tabel 7.** Energiforbrug til udvinding af grus (Birgisdóttir, 2004).

	Enhed	Bærelag/ stabilgrus	Bundsikring/ fyldmateriale
El	kWh/ton	0,92	0,64
Diesel	Liter/ton	0,26	0,19
Fyringsolie	Liter/ton	0,0097	0,0073

For udvaskning af metaller og salte fra beton og tegl anvendes data fra et udvaskningsforsøg udført i laboratorium (Hartlén et al., 1999). Det vurderes, at testen ved L/S=10 l/kg tilnærmelsesvis svarer til den udvaskning, der vil finde sted over 100 år, når nedknusningsproduktet indbygges i et vejanlæg. Ligeledes er der fremskaffet data for udvaskning af visse metaller og salte fra grus (Birgisdóttir, 2005, Appendix Report). Tabel 8 viser udvaskning fra beton, tegl og grus opgjort for både L/S 2 og L/S 10 test. Fed skrift angiver, at værdien er sat lig med detektionsgrænsen. Beregninger har vist, at de stoffer, der er sat til detektionsgrænsen, er uden betydning for den samlede miljøpåvirkning fra udvaskning, og derfor har det ingen konsekvenser, at detektionsgrænsen er valgt som værdi.

Anvendelse af knust beton og tegl substituerer udvinding af nye grusmaterialer. Substitutionen foretages på vægtbasis 1:1, idet produkterne antages at have samme vægtfylde ved anvendelsen. Det antages, at beton erstatter grus ved bundsikring og fyldmateriale, mens tegl erstatter grus anvendt som bærelag eller stabilgrus.

**Table 8.** Udvaskning af udvalgte elementer fra beton, tegl (Hartlén et al., 2004) og grus (Birgisdóttir, 2005).

Element	Beton		Tegl		Grus	
	L/S 2	L/S 10	L/S 2	L/S 10	L/S 2	L/S 10
	mgx/kg	mgx/kg	mgx/kg	mgx/kg	mgx/kg	mgx/kg
Cd	0,0002	<b>0,0007</b>	0,000109	0,00051	0,0031	0,0034
Cr	0,191	0,527	0,32	0,52	0,0022	0,011
Cu	0,037	0,069	0,036	0,064	0,0010	0,0018
Ni	0,033	0,063	0,011	0,025	0,0031	0,0038
Pb	0,034	0,139	0,0029	0,0064	0,0005	0,0009
Zn	0,007	0,017	0,003	0,011	0,0044	0,0061
As	<b>0,002</b>	<b>0,01</b>			0,0063	0,0186
Ba	0,584	2,023			0,034	0,17
Ca	1069	4088			73,7	348,3
Mn	0,0008	<b>0,002</b>			0,1	0,5
Na	138,2	242,8			11,0	17,9
Klorid	101,5	212,7			87,0	435,0
Sulfat	296	578,6			12,5	44,7
Al	0,748	8,231				
Co	0,031	0,09				
Fe	0,033	<b>0,125</b>				
Hg	0,0003	0,001				
K	188	318,9				
Mg	<b>0,18</b>	<b>0,934</b>				
Mo	0,018	0,051				
S	106,7	199,2				
Si	1,755	12,42				

#### 5.14.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Beton og tegl	Herning	Nedknusningsanlæg	0 km
Nedknust produkt	Nedknusningsanlæg	Anvendelse i Herning	15 km

## 5.15 Rent træ

### 5.15.1 Behandlingsform

Rent træ udsorteres fra øvrigt brændbart affald både i storskraldsordningen og på genbrugspladsen. Træet afsættes til Marius Pedersen, hvor det neddeles, inden det køres til genanvendelse hos Novopan, hvor det indgår i spånpladeproduktion. Af træaffaldet fremstilles spånplader, hvilket erstatter anvendelse af nyt træ. 15% af affaldet er ikke egnet til spånpladeproduktion og anvendes i stedet til brændsel på genanvendelsesanlægget og erstatter fossilt brændsel. Desuden genanvendes en mindre mængde jern og aluminium, som findes i træaffaldet.

### 5.15.2 Delfraktioner

Træaffaldet har følgende sammensætning (Lindvall et al., 2006):

Materialefraktion	
Træ til spånpladeproduktion	85,00%
Jern	0,72%
Aluminium	0,12%
Træ som brændsel	14,16%

### 5.15.3 Modellering

Data til modelleringen er hentet fra *Lindvall et al.* (2006) og er opgjort for forskellen mellem at anvende træaffald og nyt træ til spånpladeproduktion. Anvendelsen af træaffald i spånpladeproduktionen giver et mer-elforbrug på 44,40 kWh/ton træaffald til sortering og neddeling. Til gengæld spares anvendelsen af 149,47 kg fuelolie/ton træaffald, da der bruges mindre varme til at tørre affaldstræ end nyt træ, og 55,57 kg fuelolie/ton træaffald ved forbrænding af en del af træet.

Affaldstræet substituerer brugen af nyt træ. Således substituerer 85% af affaldstræet nyt træ. Derudover substitueres en mindre mængde jern og aluminium. Genanvendelsesprocesserne er de samme som beskrevet i afsnit 5.8.

Proces	Proces-ID	Kilde
Substitution af nyt træ	IPU-NF-M2631	UMIP-database
Substitution af fuelolie	E32763	UMIP-database

Anvendelsen af det fine træaffald som brændsel på anlægget giver anledning til luftemissionerne givet i Tabel 9. Emissioner af forbrændingsgasser som NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO samt partikler er ikke inkluderet. Dette skal overvejes i følsomhedsanalysen. Emission af CO<sub>2</sub> fra biomasse er ikke relevant, da det ikke bidrager til øget drivhuseffekt.

**Tabel 9.** Luftemissioner fra forbrænding af træaffald (Lindvall et al., 2006).

Element	Mængde
Enhed	Kg/ton
Arsen (As)	5,27E-5
Cadmium (Cd)	9,16E-6
Cobalt (Co)	7,99E-6
Chrom (Cr)	5,07E-5
Kobber (Cu)	4,97E-5
Kviksølv (Hg)	1,14E-6
Mangan (Mn)	9,20E-5

Element	Mængde
Molybdæn (Mo)	1,73E-6
Nikkel (Ni)	1,81E-5
Bly (Pb)	8,28E-4
Vanadium (V)	5,32E-6
Zink (Zn)	5,49E-3

#### 5.15.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Træaffald	Herning	Novopan, Pindstrup	120 km
Jern	Novopan, Pindstrup	Sydeuropa (skøn)	2500 km
Aluminium	Novopan, Pindstrup	Sydeuropa (skøn)	2500 km



## **5.16 Gips**

### **5.16.1 Behandlingsform**

Siden juli 2005 har man på genbrugspladsen sorteret gips fra til genanvendelse. Gipsen kom tidligere i fraktionen deponeringseget affald. Gips genanvendes hos Gips Recycling. Der er ikke fremskaffet data for genanvendelse af gips, og derfor indgår fraktionen ikke i modelleringen.

### **5.16.2 Delfraktioner**

### **5.16.3 Modellering**

### **5.16.4 Transport**

## **5.17 Trykimprægneret træ**

### **5.17.1 Behandlingsform**

Siden juni 2005 har man på genbrugspladsen frasorteret trykimprægneret træ, som ellers bliver betragtet som deponeringseget affald. Træet forbrændes på et specialgodkendt anlæg i Tyskland. Senere kan trykimprægneret træ måske genanvendes, hvis der findes behandlingsmuligheder for det. Fraktionen modelleres ikke i miljøvurderingen, da det ikke er lykket at skaffe data for behandlingen af affaldet.

### **5.17.2 Delfraktioner**

Fraktionen består af 100% trykimprægneret træ.

### **5.17.3 Modellering**

### **5.17.4 Transport**

## 5.18 Brændbart affald

### 5.18.1 Behandlingsform

Forbrændingseget affald indsamles både på genbrugspladsen og i storskraldsordningen. Begge steder er der opstillet komprimator-containerer. Ved komprimering kan en container indeholde 5-6 ton affald. Brændbart affald består af mange forskellige materialer som fx plast, flamingo, tæpper, træ, tekstiler, papir og pap og hidrører bl.a. kasseret indbo og byggeaffald. Det er ikke tilladt at komme dagrenovation og haveaffald i containerne, selvom det også er brændbare affaldstyper. På grund af fejlsortering forekommer der også ikke-forbrændingsegne materialer som glas, metal og beton sammen med det brændbare affald. Fra storskraldsordningen kommer brændbart affald især fra møbler og andet større inventar, men der indsamles også sække med småting. Al forbrændingseget affald transporteres til Knudmoseværket i Herning, hvor det forbrændes med energiudnyttelse.

I 2005 er Herning Kommune begyndt at udsortere en del træaffald fra det brændbare affald. Dette træaffald anvendes til spånpladeproduktion på Novopan og er nærmere beskrevet i afsnit 5.15.

### 5.18.2 Delfraktioner

Stort brændbart indeholder hovedsageligt træ. Ud fra en sorteringsanalyse fra 1997 er det skønnet, at denne fraktion vægtmæssigt består af 2/3 træaffald (Petersen et al., 1998). Da træaffaldet udsorteres, vil det tilbageværende affald overvejende være småt brændbart. Derfor modelleres fraktionen brændbart affald som 100% småt brændbart.

### 5.18.3 Modellering

Den kemiske sammensætning af småt brændbart er bestemt ved en forbrændingstest (Riber & Christensen, 2006).

### 5.18.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Brændbart affald	Herning	Knudmoseværket, Herning	5 km

## 5.19 Deponiaffald

### 5.19.1 Behandlingsform

Deponeringseget affald indsamles både på genbrugspladsen og i storskraldsordningen. Fra storskraldsordningen er det især affald i form af møbler og madrasser, mens der på genbrugspladsen også forekommer byggeaffald som fx mineraluld, gips, sanitet og tagplader. Al deponeringseget affald transporteres til Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg i udkanten af Herning Kommune, hvor det deponeres. Ved modtagelse på deponeringsanlægget kontrolleres læssene, og affaldet køres herefter på deponiet. Affaldet kompakteres ved anbringelse på deponiet. Ved deponeringen vil der med tiden ske emission af stoffer til det omgivende miljø. På anlægget i Herning renses perkolatet fra deponiet ikke. Det deponeringsegnete affald indeholder kun små mængder organisk materiale, og der er derfor ikke potentiale for at udvinde metan fra processen.

### 5.19.2 Delfraktionering

Deponeringseget affald inddeles efter Miljøstyrelsens vejledning i tre kategorier efter hvilket beskyttelsesniveau, der er nødvendigt ved deponering. Kategorierne er: Kategori I (Inert affald), Kategori II (Mineralsk affald) og Kategori III (Blandet affald), hvor deponeringseget storskrald hører til i sidstnævnte kategori. I et projekt fra Miljøstyrelsen er sammensætningen af blandet deponeringseget affald fra kommunal indsamling undersøgt ved et sorteringsforsøg. I alt fire læs blev sorteret, og resultatet af forsøget er vist i tabellen. Det ses, at træ, plast, mineraluld, papir og pap samt tagpap hver udgør minimum 5% af den samlede mængde affald. Imidlertid skal det bemærkes, at halvdelen af affaldet ikke kunne identificeres som affaldsfraktioner og derfor indgår i kategorien 'rest'. Flere af fraktionen er opgjort til 0%, men det betyder dog ikke, at de ikke forekommer i affaldet. Enten har de ikke været til stede i de udvalgte stikprøver, eller også kan de indgå i restfraktionen. Forsøget giver derfor kun et bud på hvilke materialer, der typisk vil være at finde i deponeringseget storskrald. En del materialer er inerte eller mineralske, men der deponeres bl.a. også mineraluld, eternit, blød PVC og imprægneret træ, da disse materialer er sundheds- eller miljømæssigt problematiske at genanvende eller brænde.

**Tabel 10.** Delfraktionering i deponeringseget storskrald, gengivet efter tabel 3.3 (Miljøstyrelsen, 2002).

Affaldsfraktioner	Andel
Papir og pap	5.7%
Blød og hård plast	7.4%
Jern og metal	0.0%
Mineraluld	6.1%
Træ	16.3%
Flamingo, opskummet materiale	0.0%
Tekstiler og gulvtæpper	3.3%
Gummi og dæk	1.3%
Elektronik	0.2%
Tagpap	5.4%
Inert og mineralsk affald (sten, gasbeton, glas mm.)	0.0%
Sammensatte materialer (møbler)	3.6%
Gips	0.3%
Beton og træ (sammensat)	0.0%
Linoleum	0.0%

Affaldsfraktioner	Andel
Eternit	0.0%
Ventilationsrør	0.6%
Madrasser	0.1%
Dagrenovation	0.0%
Rest	49.8%
Total	100.1%

### 5.19.3 Modellering

Modellering af miljøpåvirkningerne ved deponering af ikke-brændbart storskrald baseres på udvaskningsanalyser for denne affaldstype. Desuden inkluderes energiforbruget ved deponering af affald på Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg. LCA-data for udvaskning og energiforbrug er præsenteret i Bilag 1. Efterfølgende er det dog besluttet ikke at anvende modelleringen, som er foreslået i bilaget. I stedet er data indtastet i Recycling-modulet.

### 5.19.4 Transport

Delfraktion	Fra	Til	Afstand
Deponiaffald	Herning	Østdeponi, Herning	15 km

## 6 Referencer

Birgisdóttir, H. (2004). *Bilagsrapport 8: Oparbejdning af forbrændingsslagge og genanvendelse i Århus. LCI for oparbejdning, fremstilling af grus og genanvendelse af slagge i vejbygning*. Version 2.1, 27. august 2004. Miljø & Ressourcer DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

Birgisdóttir, H. (2005). *Life cycle assessment model for road construction and use of residues from waste incineration*. Ph.D.-afhandling. Institut for Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. Juli 2005.

Boliden (2006). *Boliden Bergsöe*. Lokaliseret på <http://www.bolidenbergsoe.se> d. 14. december 2006.

Genan (2005). *Diverse fakta om Genan*. Lokaliseret d. 11. januar 2005 på <http://www.genan.dk/se189.asp>.

Hartlén, J.; Grönholm, R.; Nyström, T.; Schultz, J. (1999). *Återanvändning av sekundära material inom anläggningsområdet*. AFR-REPORT 275. AFN, Naturvårdsverket. Stockholm.

Herning Kommune (2006). Div. data for affaldsmængder mm. 2004-2005. Miljøafdelingen, Teknik og Miljø, Herning Kommune.

Krogh, H., Johnsen, K. & Aggerholm, S. O (2003). *Miljøvurdering af vinduer*. By og Byg Dokumentation 046. By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut.

Larsen, A. W. (2005). *Miljøvurdering af storskrald*. Eksamensprojekt, Institut for Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

Larsen, A. W. (2006). *Internt arbejdsnotat om modellering af bortskaffelse af dæk*. Institut for Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

Lindvall, H.; Kirkeby, J.; Christensen, T. H.; Johnsen, H. (2006). *Indledende miljømæssig vurdering af disponeringen af træaffald i Danmark*. Institut for Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet og affald danmark.

Malmgreen-Hansen, B. & Nilsson, N. H. (2005). *Øget genanvendelseseffektivitet af kølemøbler*. Miljøprojekt nr. 1020 2005, Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Marius Pedersen (2005). Personlig kommunikation, medarbejder Thomas. Marius Pedersen A/S, Herning.

Merrild, K. (2004). Personlig kommunikation, afdelingsleder Kim Merrild. Averhoff og Co. A/S, Herning.

Miljøstyrelsen. (2002). *Etablering af praktisk anvendelige procedurer for accept af affald på deponeringsanlæg. Fase 1*. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 11 2002. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Nordeman, C. (2006). Personlig kommunikation, Manager for Communication, Quality & Environment Catharina Nordeman. Boliden Bergsöe AB, Landskrona.

Petersen, C.; Nielsen, C. E. & Kaysen, O. (1998). *Kortlægning og vurdering af storskrald*. Miljøprojekt nr. 426, 1998. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Reiling (2006). *Glas*. Lokaliseret på <http://www.reiling.de/de/index.html> d. 12. december 2006.

Riber, C. & Christensen, T. H. (2006). *Måling af tungmetaller i dansk dagrenovation og småt brændbart*. Miljøprojekt nr. 1085, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.

Schmidt, A. & Strömberg, K. (2006). *Genanvendelse i LCA*. Miljønyt nr. 81 2006. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Smedegård (2004). Personlig kommunikation, medarbejder Smedegård. Herning Produktforretning, Herning.

Svensson, B.-M., Mårensson, L., Mathiasson, L. & Eskilsson, L. (2005). *Leachability testing of metallic wastes*. Waste Management & Research 2005: 23: 457-467. United Kingdom.

Øksendal Dæk (2004). Personlig kommunikation, medarbejdere hos Øksendal Dæk, Nykøbing Mors.

Århus Kommunale Værker (2004). *Grønt regnskab 2004 – Affaldscenter Århus – Øvrige anlæg*. Århus Kommunale Værker – Affald.

## 7 Bilag 1: Deponeringseget storskrald

### Modellering af deponering

#### *Miljøpåvirkninger ved deponering*

Deponering af affald giver anledning til miljøpåvirkninger dels ved udvaskning af stoffer til jord og vand og dels ved dannelse af deponigasser, der emitteres luft. Der er også et lille forbrug af energi og ressourcer til håndtering af affaldet på deponeringsanlægget samt til etablering og afslutning af selve deponeringsenheden.

Udvaskningen til jord og vand samt emission af deponigasser fra deponering af affald er i høj grad styret af teknologien i den specifikke deponeringsenhed, men de vil også være afhængig af hvilken affaldstype, der deponeres. De kemiske og biologiske processer i deponiet er afhængige af tilførsel af ilt og vand, og udledningen til miljøet kan reguleres ved opsamling af perkolat og gas fra deponeringsanlægget. Affaldets kemiske sammensætning har mindre betydning for koncentrationen af de emitterede stoffer. Den kemiske sammensætning er dog bestemmende for den potentielle mængde stoffer, der med tiden vil kunne emitteres fra deponeringsanlægget til det omgivende miljø. Et deponeringsanlæg vil typisk gennemløbe flere faser fra etablering over afslutning til faser med aktiv og senere passiv miljøbeskyttelse. De kemiske og biologiske processer i affaldet vil med tiden aftage og stabiliseres, så der ikke længere sker emission af betydning i forhold til det omgivende miljø. Disse faser kan vare årtier og måske århundreder. Selvom emissionerne fra affaldet er stabiliserede, vil det dog stadig kunne indeholde miljøproblematisk stoffer, der på lang sigt (årtusinder) vil blive frigivet til miljøet.

#### *Modellering i EASEWASTE*

I EASEWASTE kan deponeringsanlæg modelleres på baggrund af målinger af udvaskning samt gasproduktion fra et specifikt deponeringsanlæg. Den nuværende emission til luft, vand og jord beror på faktiske målinger fra anlægget, mens emissionerne i efterfølgende passive faser må estimeres på baggrund af viden om forventet gasproduktion og perkolatdannelse samt opsamling i deponiets levetid, indtil affaldet er forholdsvis stabilt, hvilket typisk er 100 år. På sigt skal det også være muligt at beregne koncentrationen af tilbageværende miljøproblematisk stoffer, samt at vurdere alvorligheden af denne potentielle miljøpåvirkning udtrykt ved 'deponeret toxicitet'.

#### *Udvaskningsegenskaber*

Forskellige affaldstypers udvaskningsegenskaber kan undersøges ved en række standardiserede laboratorieanalyser. Der kan gennemføres flere typer af analyser, men typisk analyseres der for totalindhold, tilgængelighed samt udvaskning ved mindre L/S-forhold for en række stoffer, som vist i Tabel 1. L/S-forhold betyder Liquid/Solid og betegner forholdet mellem mængden af tilført væske og mængden af fast stof, hvilket her vil sige affaldet.

**Tabel 1.** Analyser for udvaskningsegenskaber. På baggrund af (Hjelmar et al., 1998):

Analyse	Type af resultat
Totalanalyse	Totalindhold af grundstoffer
Tilgængelighedstest	L/S-forhold 100 liter/kg Maksimal mængde tilgængeligt stof ved udvaskning.
To-trins-batchudvaskning	L/S-forhold 10 liter/kg L/S-forhold 2 liter/kg



Disse typer af analyser giver forskellige oplysninger om affaldets udvaskningsegenskaber og kan anvendes til at vurdere, hvorledes udvaskningen fra en given affaldstype afhænger af L/S-forholdet. På et deponeringsanlæg tilføres vand primært i form af nedbør, og mængden af væske, der nedsiver gennem affaldet afhænger af anlæggets udformning og afdækning. Typisk vil et L/S-forhold på 2 liter/kg svare til den mængde nedbør, der kan nedsive på 50-100 år. I en rapport om affaldsdeponering fra Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 2002, s. 45) beregnes den typiske perkolatdannelse til at være mindre end 1 liter/kg efter 30 år. Ved miljøvurdering efter UMIP-metoden anvendes for de fleste miljøpåvirkninger en tidshorisont på 100 år. Metoden udvikles til også at vurdere påvirkningen udover denne tidshorisont som 'deponeret toxicitet'.

## Deponeringseget storskrald

### *Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg*

Deponeringseget affald fra genbrugspladsen i Herning Kommune deponeres på Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg. Denne type affald hører til i kategori III, blandet affald, og har derved som regel større krav til afværgeforanstaltninger ved deponering. Affaldet kan indeholde en mindre mængde organisk materiale, men generelt anses dette ikke for at give anledning til gasdannelse af betydning. Den væsentligste miljøpåvirkning er således udvaskning af problematiske stoffer til jord og vand.

Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg er ikke inddelt i enheder til forskellige kategorier af affald, og derfor behandles alt deponeringseget affald ens. Deponiet er etableret på en grund, der er forurenet fra tidligere tiders udvinding af brunkul, og som desuden har en naturlig beskyttelse af dybereliggende jordlag. Derfor er deponiet anlagt uden membran og perkolatrensning. Deponiet afsluttes i 2009, og det er endnu ikke besluttet, hvor affaldet i fremtiden skal deponeres.

#### Modellering af deponering af affald

Ved deponering af affald er der et energiforbrug, da der anvendes maskiner og køretøjer til bl.a. modtagelse, kompaktering og afdækning af affaldet. Ressourceforbrug ved håndtering af affald på Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg opgjort pr. ton affald er vist i Tabel 2. Disse forbrug er beregnet på baggrund af grønne regnskab for 2003 og 2004 (Østdeponi, 2004. Østdeponi, 2005), idet tallene i regnskaberne er korrigeret for, at der udover deponering af affald også indbygges ren jord som afdækning på deponiet.

**Tabel 2.** Forbrug på Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg.

Ressource	Enhed	Forbrug pr. ton affald
Olie	kg	0,0055
Diesel	liter	1,13
El	kWh	0,45
Olieaffald	liter	0,0055

### *Modellering af udvaskning fra affald*

Der findes ikke målinger for udvaskning fra deponeringseget storskrald fra deponiet i Herning, da affaldet deponeres sammen med øvrigt affald på Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg, og der desuden slet ikke er egnede målinger for perkolatdannelsen. Derfor er det ikke muligt at foretage modellering af deponeringen i EASEWASTE på baggrund af faktiske data. I stedet må der tages udgangspunkt i udvaskningsanalyser for typen af blandet deponeringseget affald. Der er imidlertid

kun udført få laboratoriumstest eller målinger af perkolat for denne type affald. Modelleringen foretages derfor på grundlag af data fra en dansk undersøgelse af udvaskningsegenskaberne for blandet inert affald. Prøvematerialet er dog ikke rent inert affald, men indeholder også en del blandet affald. Det består bl.a. af følgende materialer: Sanitet, PVC, gips (inkl. træ), vinduesglas, termoruder, teglprodukter, lertøj, glasvarer, porcelæn, elpærer, metal, gasbeton og glasfibervæv (Hjelmar et al., 1998, s. 22). Datasættet vurderes at være tilstrækkeligt, da udvaskningen fra deponeringsejnet affald generelt set ikke anses for kritisk.

Prøvematerialet er analyseret for totalindhold, tilgængelighed samt udvaskning af en række stoffer. Det er valgt at anvende data for batchudvaskningstest ved L/S = 2 liter/kg, hvilket stemmer overens med den forventede perkolatdannelse på et deponeringsanlæg i 100 år. Ved at anvende denne metode kan et potentiale for udvaskning i en tidshorizont på ca. 100 år beregnes. I analysen er inkluderet i alt 15 parametre. Der er ikke analyseret for barium, kviksølv, magnesium og aluminium, selvom der også kan være en væsentlig udvaskning af disse stoffer. Fire af parametrene er under detektionsgrænsen, og de er alle foreløbigt fastsat til denne værdi. Man kan også vælge at sætte dem til 0 eller til det halve af detektionsgrænsen. Beregninger har dog vist, at de stoffer, der er sat til detektionsgrænsen, er uden betydning for den samlede miljøpåvirkning fra udvaskning, og derfor har det ingen konsekvenser, at detektionsgrænsen er valgt som værdi. Det anvendte datasæt er vist i Tabel 3.

Tabel 3. Udvasning ved L/S = 2 liter/kg (Hjelmar et al., 1998, tabel 5.8).

Parameter	Enhed	Udvasning
Fe	mg/kg	0,09
Ca	mg/kg	2130
K	mg/kg	70
Na	mg/kg	103
Sulfat	mg/kg	2600
Klorid	mg/kg	85
As	mg/kg	<0,002
Cd	mg/kg	<0,0006
Cr	mg/kg	0,27
Cu	mg/kg	0,12
Mn	mg/kg	<0,002
Ni	mg/kg	<0,2
Pb	mg/kg	0,06
Zn	mg/kg	0,023
NVOC	mg/kg	123

## Referencer

(Hjelmar et al., 1998)

Karakterisering af affald. Miljøprojekt nr. 414 1998. Ole Hjelmar, Peter E. Holm, Olaf Andersen og Jørn Isaksen. VKI institut for vandmiljø. Miljø- og Energiministeriet. Miljøstyrelsen.

(Miljøstyrelsen, 2002)

Etablering af praktisk anvendelige procedurer for accept af affald på deponeringsanlæg. Fase 1. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 11 2002. Carl Bro, Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

(Østdeponi, 2004)

Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg. Grønt regnskab og årsrapport 2003. Herning, februar 2004.

(Østdeponi, 2005)

Østdeponi Affaldsbehandlingsanlæg. Grønt regnskab og årsrapport 2004. Herning, februar 2005.