

# Etablering af praktisk anvendelige procedurer for accept af affald på deponeringsanlæg

Fase 1

Carl Bro A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>11</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>15</b>
1.1 BAGGRUND FOR PROJEKTET	15
1.2 PROJEKTETS FORMÅL	16
1.3 PROJEKTAFGRÆNSNING	16
1.4 DEFINITIONER	17
<b>2 OPDELING AF AFFALD TIL DEPONERING</b>	<b>21</b>
2.1 PRAKSIS FOR DEPONERING	21
2.2 RELEVANS AF OPDELING	24
2.2.1 <i>Vurdering af inert affald (Kategori I)</i>	24
2.2.2 <i>Vurdering af mineralsk affald (Kategori II)</i>	25
2.2.3 <i>Vurdering af blandet affald (Kategori III)</i>	26
<b>3 FELTUNDERSØGELSER</b>	<b>27</b>
3.1 INDLEDNING	27
3.2 FORSØGSBESKRIVELSE	27
3.3 FORSØGSRESULTATER	29
3.3.1 <i>Udvælgelse af læs</i>	29
3.3.2 <i>Resultater fra sorteringer</i>	31
3.3.3 <i>Registrering af ensartede læs</i>	36
3.4 VURDERING AF FORSØGSRESULTATER	37
3.4.1 <i>Beregnet fordeling af fraktioner</i>	37
3.4.2 <i>Diskussion af forsøgsresultater</i>	39
3.4.3 <i>Praktiske erfaringer ved beskrivelse af sammensætningen af blandet affald til deponering</i>	41
<b>4 INDLEDENDE KORTLÆGNING AF AFFALDETS UDVASKNINGSEGENSKABER</b>	<b>43</b>
4.1 INTRODUKTION TIL UDVASKNINGSFORHOLDENE PÅ ET DEPONERINGSANLÆG	43
4.2 NIVEAUDELT TESTNING	45
4.3 TESTMETODER	46
4.4 EKSISTERENDE UDVASKNINGS- OG KARAKTERISERINGSDATA FOR AFFALD TIL DEPONERING	47
4.4.1 <i>Oversigt over affaldstyper, for hvilke der eksisterer danske testdata</i>	48
4.4.2 <i>Kort karakteristik af stofudvaskningen fra de enkelte affaldstyper</i>	48
4.5 PERKOLATDATA FRA RELEVANTE ETAPER PÅ DEPONERINGSANLÆG	53
4.6 VURDERING AF UDVASKNINGSDATA	57
<b>5 ACCEPTNIVEAUER VED PERKOLATUDSIVNING</b>	<b>61</b>
5.1 ACCEPTNIVEAUER	61

5.2	GRUNDVANDS- OG RECIPIENTKVALITETSKRAV	61
5.3	MODELLER FOR FRIGIVELSE AF PERKOLAT	62
5.3.1	<i>Fortyndingsfaktor</i>	63
5.3.2	<i>Fortyndingsbetragtning</i>	64
5.4	BEREGNINGSEKSEMPLER	65
5.4.1	<i>Scenarie 1: Gips</i>	65
5.4.2	<i>Scenarie 2: Byjord</i>	66
5.4.3	<i>Scenarie 3: Knust beton</i>	67
5.4.4	<i>Scenarie 4: Termisk behandlet jord</i>	67
5.5	FØLSOMHEDSVURDERING	68
<b>6</b>	<b>FORELØBIGT AFFALDSKATALOG</b>	<b>71</b>
6.1	OPSTILLING AF KATALOG	71
6.1.1	<i>Forslag til opdeling af deponeringsegnet affald</i>	71
6.2	IDENTIFICERING AF KRITISKE AFFALDSFRAKTIONER	72
6.2.1	<i>Pap og papir</i>	72
6.2.2	<i>Plast</i>	73
6.2.3	<i>Jern og metal</i>	74
6.2.4	<i>Mineraluld</i>	75
6.2.5	<i>Træ</i>	75
6.2.6	<i>Tagpap</i>	76
6.2.7	<i>Sten, gasbeton, glas, m.m. (inert)</i>	76
6.2.8	<i>Komponenter sammensat af flere materialer</i>	77
6.2.9	<i>Restfraktion</i>	77
6.2.10	<i>Gipsplader</i>	78
6.2.11	<i>Linoleum</i>	78
6.2.12	<i>Tekstiler, gulvtæpper</i>	79
6.2.13	<i>Øvrige fraktioner</i>	79
6.2.14	<i>Sammenfatning</i>	79
<b>7</b>	<b>AFKLARING AF LØSNINGSMULIGHEDER</b>	<b>81</b>
7.1	PRAKTISK ORIENTEREDE ACCEPTPROCEDURER	81
7.2	KRITISKE AFFALDSFRAKTIONER	82
<b>8</b>	<b>KONKLUSION</b>	<b>83</b>
8.1	STATUS FOR FASE 1	83
8.2	FORSLAG TIL FASE 2	84
<b>9</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>87</b>

Bilag 1 Resultater fra sorteringsforsøg

Bilag 2 Fotos fra sorteringsforsøg

Bilag 3 Perkolatdata

Bilag 4 Sammenligning af eluatdata og perkolatdata

Bilag 5 Affaldskatalog

# Forord

Denne rapport er finansieret af Miljøstyrelsen og er udarbejdet af Carl Bro as i samarbejde med DHI, Institut for Vand og Miljø samt DTU, Institut for Miljøteknologi.

Projektet har været fulgt af en styregruppe med følgende medlemmer:

Jørgen G. Hansen	Miljøstyrelsen (formand for styregruppen)
Povl O. Rasmussen	Miljøstyrelsen
Morten Therkildsen	Renodjurs I/S (for Reno-Sam)
Jørgen Krarup	Nordjyllands Amt (for Amtsrådsforeningen)
Steen Bille	AV Miljø
Søren Møller-Madsen	I/S REFA
Ole Hjelmar	DHI - Institut for Vand og Miljø
Carsten Skov	Carl Bro as

Det skal bemærkes, at styregruppens deltagere ikke nødvendigvis står inde for projektets afgrænsning, metoder og anbefalinger.

Projektet er gennemført af en projektgruppe bestående af: Roald Thor Jørgensen, Carsten Christiansen, Pia L. Winther og Carsten Skov fra Carl Bro as, Ole Hjelmar og Jette Bjerre Hansen fra DHI, Institut for Vand og Miljø, samt af Thomas H. Christensen fra Institut for Miljøteknologi, DTU. Projektledelsen er varetaget af Carsten Skov.

Rapporten henvender sig primært til teknikere og myndigheder, der beskæftiger sig med godkendelse, indretning og drift af deponeringsanlæg.

Projektets hovedmålgruppe er:

- Sagsbehandlere i Miljøstyrelsen og i amter
- Ejere af deponeringsanlæg
- Rådgivere inden for fagområdet

AV Miljø og I/S REFA takkes for konstruktiv bistand ved sorteringsforsøg. H.P. Olsen Vognmandsforretning A/S takkes for udlån af containere og bistand ved sorteringsforsøg.



# Sammenfatning og konklusioner

## UNDERSØGELSEN

For de 3 deponeringsanlæg (AV Miljø og I/S REFA's 2 deponeringsanlæg), som indgår i dette projekt, er indledningsvist gennemgået den nuværende opdeling af affald og mængder, som deponeres.

Der er udført sorteringsforsøg på i alt 3 deponeringsanlæg. Det er valgt at sortere på blandet affald, da det oftest vil være denne affaldstypes sammensætning, som er ukendt. Der er sorteret på 13 lastbillæs blandet affald og derved er opnået kendskab til hyppigt forekommende materialer i det blandede affald.

Endvidere er beskrevet en simpel metode til at registrere materialetyper i affaldslæs med affald af ensartet karakter, hvorved der kan opnås kendskab til sammensætningen af en stor del af det blandede affald, som deponeres i en celle på et deponeringsanlæg.

Der er udført en indledende kortlægning af affaldets udvaskningsegenskaber. Der er således indsamlet udvaskningsdata for en række affaldstyper samt perkolatdata fra etaper på deponeringsanlæg.

En model til beskrivelse af frigivelse af perkolat til nærmeste recipient er opstillet for et typisk deponeringsanlæg. Modellen kan anvendes til at identificere kritiske stoffer for et specifikt deponeringsanlæg efter justering af inputdata.

Der er opstillet et foreløbigt affaldskatalog med de indsamlede data. Kataloget kan løbende udbygges/revideres, efterhånden som nye data fremkommer.

Det er beskrevet, hvorledes der kan udarbejdes et forslag til en positivliste for et deponeringsanlæg ved anvendelse af affaldskatalog, model for frigivelse af perkolat samt evt. diverse forsøg.

## PROJEKTRISULTATER

Mængden af deponeret affald på de 3 anlæg, som indgår i projektet, udgør ca. 12% af den samlede deponering i Danmark.

### *Sorteringsforsøg:*

Blandet affald til deponering blev udvalgt til sortering, fordi øvrige affaldstyper er forholdsvis vel beskrevet. Der blev udvalgt affaldslæs fra genbrugsstationer, industrier og bygge- og anlægssektoren. Det var fra de største affaldsproducenter, læssene blev udvalgt. Der blev udvalgt 1-3 containere ad gangen, som blev stillet til side på en sorteringsplads. Herved var det sikkert, at der var tilstrækkeligt med affald til en hel dags sortering.

Metoden til sortering blev udformet således, at den er praktisk anvendelig. Først blev foretaget en visuel vurdering af læssenes homogenitet. For de homogene læs blev kun sorteret 1/3-1/2-del. Der blev maks. brugt 3 timer på at sortere et læs.

Først blev læsset sorteret med en maskine med grab og derefter håndsorteret. Af øvrigt udstyr blev anvendt midi- og minicontainere, vægt (0-150 kg), brovægt (120 kg -13 ton) og diverse personlige værnemidler.

Der er sorteret 13 lastbillæs blandet affald på de 3 deponeringsanlæg, og den gennemsnitlige sammensætning observeret ved sorteringerne er angivet i nedenstående tabel.

Nr.	Affaldsfraktioner i blandet deponeringseget affald	Gennemsnit for affald fra industrier og bygge- og anlæg (antal sorteede læs: 9)	Gennemsnit for kommunalt affald/storskrald (antal sorteede læs: 4)	Samlet gennemsnit for 13 læs
1	Pap og papir	3,4 %	5,7 %	4,0 %
2+ 3	Blød + hård plast	4,8 %	7,4 %	5,5 %
4	Jern og metal	4,0 %	0 %	3,0 %
5	Mineraluld	1,2 %	6,1 %	2,4 %
6	Træ	5,7 %	16,3 %	8,4 %
7	Flamingo, skumisolering m.m.	0,1 %	0 %	0,1 %
8	Tekstiler, gulvtæpper (inkl. gummibelægning)	0,5 %	3,3 %	1,2 %
9	Gummi/dæk	0,4 %	1,3 %	0,6 %
10	Elektronik	0,1 %	0,2 %	0,2 %
11	Tagpap	4,1 %	5,4 %	4,4 %
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	11,4 %	0 %	8,6 %
13	Komponenter sammensat af flere materialer (f.eks. møbler)	7,0 %	3,6 %	6,1 %
14	Restfraktion	48,6 %	49,8 %	48,9 %
15	Gipsplader	3,1 %	0,3 %	2,4 %
16	Beton og træ (sammensat)	1,4 %	0 %	1,0 %
17	Linoleum	1,9 %	0 %	1,4 %
18	Dagrenovation	2,2 %	0 %	1,6 %
19	Eternit, tagplader	0,02 %	0 %	0,01 %
20	Ventilationsrør	0 %	0,6 %	0,2 %
21	Madras	0,1 %	0,1 %	0,1 %
	Total	100 %	100 %	100 %

Tabel: Beregnet sammensætning af blandet affald i læs af blandet karakter. Vægtet gennemsnitlig %-fordeling, beregnet ud fra sorteringsforsøg på 13 læs.

Ud fra sorteringsforsøgene er der opnået kendskab til hyppigt forekommende materialer i det blandede affald. Herunder blev det observeret, at restfraktionen (affaldet som er tilbage efter sorteringen) i gennemsnit udgør ca. 50% af blandet



affald til deponering. Således vil det være vanskeligt ud fra en praktisk synsvinkel at sortere mere end ca. halvdelen af affaldet i læs af blandet karakter.

Restfraktionen består af mindre dele, hovedsageligt mindre end 5 cm i diameter, og det er vanskeligt at bedømme, hvilke materialer den består af. Generelt kan det siges, at restfraktionen vil bestå af små affaldsstykker af de fraktioner, der ellers er blevet observeret i forsøgene. Endvidere kan restfraktionen bestå af mange små materialer, som ikke kan iagttages ved sådanne sorteringsforsøg, såsom opfej, gulvafslib el. lign.

#### *Ensartede læs:*

Læs med blandet affald af ensartet karakter defineres som læs med mindre end 3 fraktioner. Der blev observeret mange ensartede læs fra industrier på AV Miljø og Gerringe Deponeringsanlæg, som der ikke var nogen mening i at sortere. I stedet blev disse læs registreret ud fra kildeoplysninger og personalets erfaringer. I registreringen er medtaget de industrier, som leverer de største mængder. Ved denne registrering blev beskrevet henholdsvis 12% og 16% af materialerne i det blandede affald tilført anlæggene i 1999.

#### *Affaldets udvaskningsegenskaber:*

Det var muligt at indsamle litteraturdata for udvaskning fra gipsaffald, blandet inert affald, glas, vejopfej, slam fra spildevandsrensingsanlæg, beton, shredderaffald, forurenede jord samt diverse slagge og aske.

Perkolatdata fra etaper med inert/mineralsk affald, blandet affald samt shredderaffald med lave L/S forhold blev indsamlet.

Der mangler data for en række væsentlige affaldsfraktioner i blandet affald, såsom restfraktionen, plast, mineraluld, tagpap m.fl.

#### *Model til beregning af perkolutudsivning:*

Grundvands- og recipientkvalitetskrav er gennemgået. En model til beskrivelse af frigivelse af perkolat er opstillet for et typisk deponeringsanlæg. Modellen er anvendt til at udføre eksempler på beregninger for 4 affaldsfraktioner. Fortyndingsmodellen er meget følsom over for variation i fortyndingstallet.

Modellen kan anvendes til at identificere kritiske stoffer på en specifik lokalitet for et deponeringsanlæg efter justering af inputdata. Fortyndingstallet bør estimeres så nøjagtigt som muligt efter en konkret risikovurdering, hvor der også tages hensyn til aktuelle baggrundsniveauer af de kritiske stoffer.

#### *Foreløbigt affaldskatalog:*

De indsamlede data er indført i kataloget. Data fra udvaskningsforsøg er begrænset, og kataloget bør løbende udbygges/revideres, efterhånden som nye data fremkommer. Kataloget er anvendt til identificering af kritiske affaldsfraktioner.

#### *Praktisk anvendelige acceptprocedurer:*

Der er beskrevet praktisk orienterede acceptprocedurer, hvor en model til beregning af perkolutudsivning og affaldskataloget anvendes. En metode til undersøgelse af en problematisk affaldstype (såsom blandet affald) er beskrevet. Heri er inddraget erfaringer fra feltforsøgene og projektet i øvrigt.

## HOVEDKONKLUSIONER

De udførte sorteringsforsøg er anvendelige i praksis til at beskrive sammensætningen af blandet affald til deponering.

Ud fra sorteringsforsøgene er opnået kendskab til hyppigt forekommende materialer i det blandede affald. Herunder blev det observeret, at restfraktionen (affaldet som er tilbage efter sorteringen) i gennemsnit udgør ca. 50% af blandet affald til deponering.

Ved registrering af materialer i affaldslæs med affald af ensartet karakter kan der opnås kendskab til sammensætningen af en stor del af det blandede affald til deponering.

Litteraturredata om bl.a. udvaskningsegenskaber og observationer fra sorteringsforsøgene er samlet i et affaldskatalog. Der mangler data for en række væsentlige fraktioner i blandet affald, såsom restfraktionen, plast, mineraluld, tagpap m.m. Kataloget bør løbende udbygges/revideres, efterhånden som nye data fremkommer.

Kritiske affaldsfraktioner kan identificeres ved anvendelse af kataloget. Bl.a. er restfraktionen, plast, mineraluld, tagpap, linoleum, tekstiler og gipsplader i blandet affald til deponering identificeret som kritiske.

En praktisk anvendelig acceptprocedure for affald til deponering kan indeholde affaldskataloget og modellen til beregning af perkolatudsivning, hvilket er værktøjer, som begge er udviklet i dette projekt.

# Summary and conclusions

## THE INVESTIGATIONS

Waste sorting tests were carried out at three waste disposal facilities. Mixed waste was sorted because the knowledge of materials in mixed waste is limited. Altogether, 13 truckloads of waste were sorted, and in this way, the most common materials in mixed waste were observed.

A simple method for observation of the waste materials is described for truckloads with more homogeneous waste. In this way, it is possible to gain knowledge of a significant part of the waste for disposal.

A preliminary analysis of the leaching characteristics of the waste for disposal was made. The collected data includes data on leachate quality at landfills.

A model for calculation of the outlet of leachate into the nearest recipient was prepared for a typical landfill.

The collected data was listed in a catalogue that can be supplemented with new data in the future.

## RESULTS OF THE PROJECT

### *Waste sorting tests*

Sorting tests were conducted of mixed waste from recycling stations, industries and the construction sector. The truckloads for sorting were selected from the largest waste generators. One to three containers were selected at a time, and in this way, the sorting took place during a whole workday.

The sorting method was designed to be practical and usable. The homogeneity of waste in a truckload was visually evaluated. For the more homogeneous truckloads, only 1/3-1/2 was sorted and a maximum of three hours was spent sorting a truckload of waste.

First, the truckload was sorted by a machine and then manually. Other types of equipment used were containers, weighing machines and personal protection equipment.

13 truckloads of mixed waste were sorted at the three landfills, and the average waste composition observed is shown in the table below (see next page).

The sorting tests have provided knowledge of the composition of the mixed waste. The remainder after the sorting constitutes approx. 50% of the mixed waste for disposal. Therefore, it will be difficult in practice to sort and describe more than half of the mixed waste.

The remainder fraction consists of small parts with a diameter of less than five centimetres, and it is difficult to describe which materials it includes. In general,

the remainder fraction will consist of small parts of the other waste fractions observed during the sorting tests. Furthermore, the waste fraction can consist of many small materials such as sweeping waste, dust from floor grinding etc. which cannot be visually observed during a test.

Average composition of mixed waste observed in the 13 truckloads of waste for landfilling.

No.	Waste fractions in mixed waste at landfills	Average for waste from industries and the construction sector (no. of sorted truckloads: 9)	Average for municipal waste (no. of sorted truckloads: 4)	Total average for 13 truckloads
1	Cardboard and paper	3.4 %	5.7 %	4.0 %
2+3	Soft+hard plastics	4.8 %	7.4 %	5.5 %
4	Metals	4.0 %	0 %	3.0 %
5	Mineral wool	1.2 %	6.1 %	2.4 %
6	Wood	5.7 %	16.3 %	8.4 %
7	Flamingo, etc.	0.1 %	0 %	0.1 %
8	Textiles, carpets, etc.	0.5 %	3.3 %	1.2 %
9	Rubber/tyres	0.4 %	1.3 %	0.6 %
10	Electronics	0.1 %	0.2 %	0.2 %
11	Asphalt roof paper	4.1 %	5.4 %	4.4 %
12	Stone, concrete, glass etc. (inert/mineral)	11.4 %	0 %	8.6 %
13	Components of more materials (i.e. furniture)	7.0 %	3.6 %	6.1 %
14	Remainder (after sorting)	48.6 %	49.8 %	48.9 %
15	Plasterboards	3.1 %	0.3 %	2.4 %
16	Concrete and wood (composite)	1.4 %	0 %	1.0 %
17	Linoleum	1.9 %	0 %	1.4 %
18	Garbage	2.2 %	0 %	1.6 %
19	Eternit, roofplates	0.02 %	0 %	0.01 %
20	Ventilationpipe	0 %	0.6 %	0.2 %
21	Madras	0.1 %	0.1 %	0.1 %
	Total	100 %	100 %	100 %

#### *Truckloads with mixed waste of a homogeneous character*

Truckloads with mixed waste of a homogeneous character are defined as truckloads with less than three waste fractions. Many of these homogeneous truckloads were observed at the disposal facilities, and it was useless to conduct sorting tests of them. Instead, the truckloads were registered by use of the experience of the staff, and by this method between 12-16% of the materials in the mixed waste for disposal was described.

#### *Leaching characteristics of the waste*

It was possible to collect data from literature of leaching from gypsum waste, mixed inert waste, glass, street sweeping waste, sludge from waste water treatment plants, concrete, shredder waste, polluted soil plus various slags and ashes.

#### *Model for calculation of leakage of leachate*

Groundwater and recipient quality criteria were examined and a calculation model was prepared for the leakage of leachate from a typical Danish landfill. Calculations for four types of waste fractions were made by use of the model. The model is very sensitive to variation in the parameters describing the dilution.

The model can be utilized for identification of critical compounds at a specific locality of a landfill. The parameters describing the dilution must be estimated as carefully as possible by use of a risk assessment where the background level of the critical compounds is included.

#### *Preliminary waste catalogue*

The collected data is included in the catalogue. Data from leaching tests of waste is limited, and the catalogue should be updated with new data in the future. In the project, the catalogue is utilized for identification of critical waste fractions.

#### *Practical and usable procedures for acceptance of waste at landfill*

Practical and usable procedures for acceptance of waste at landfills including the use of the calculation model (leaking out of leachate) and the waste catalogue are described. Procedures for investigation of problematic waste fractions are described by use of the experience from the sorting tests and other activities of the project.

### MAIN CONCLUSIONS

The sorting tests conducted are usable and practical for the description of the composition of mixed waste for landfilling.

Because of the sorting tests, knowledge has been gained of the typical fractions in mixed waste for landfilling. It was observed that, in average, the remainder fraction after sorting was 50% of the mixed waste for landfilling.

A significant part of the mixed waste can be described by use of the registration of waste materials in truckloads with mixed waste of a homogeneous character.

Data from literature describing leaching characteristics, observations from the sorting tests etc. was collected in a waste catalogue. Data was not available for many important waste fractions such as the remainder fraction (after sorting), plastics, mineral wool, asphalt roof paper etc. New data should be added to the catalogue in the future.

Critical waste fractions can be identified by means of the waste catalogue. Waste fractions such as the remainder fraction (after sorting), plastics, mineral wool, asphalt roof paper, linoleum, textiles, plasterboards in mixed waste for disposal at landfills are identified as critical.

A practical and usable procedure for the acceptance of waste for landfilling can include the use of the waste catalogue and the calculation model - tools that have been developed in this project.



# 1 Indledning

## 1.1 Baggrund for projektet

### *Vejledning i affaldsdeponering*

Den danske vejledning i deponering af affald, som blev udgivet af Miljøstyrelsen i 1997, /3/, lægger op til, at et affaldsdeponi skal kunne overgå til passiv drift 30 år efter, at deponering er afsluttet. Forud for deponering skal affaldet karakteriseres og kategoriseres med henblik på valg af deponeringsform og vurdering af miljøbelastning (på kort og på langt sigt).

Vejledningen indeholder foreløbige procedurer for accept af affald til deponering, herunder opstilling af affaldskategorier, acceptkriterier, testniveauer samt registrerings- og acceptprocedurer. I vejledningen erkendes det, at man endnu ikke har det nødvendige videnskabelige og erfaringsmæssige grundlag for at fastsætte obligatoriske testmetoder og tilhørende konkrete grænseværdier for accept af affald på de forskellige kategorier af deponeringsenheder. Vejledningen indeholder derfor ikke sådanne konkrete acceptkriterier (bortset fra kravene til affaldets glødetab).

I stedet har man valgt at beskrive de principper og hensyn, som skal ligge til grund for fremtidige konkrete acceptkriterier. For så vidt angår prøvetagningen og testmetoderne har man ligeledes angivet principperne i de metoder, som tænkes anvendt, idet man samtidig henviser til den igangværende udvikling og standardisering af prøvetagnings- og testmetoder i regi af CEN/TC 292 og Nordtest. Selv om der både nationalt og internationalt foregår og har foregået en række aktiviteter med henblik på karakterisering af affald, må det dog konstateres, at det endnu ikke er muligt alene med resultaterne af dette arbejde som baggrund at udarbejde fyldestgørende positivlister for specifikke deponeringsenheder og/eller generelle acceptkriterier og grænseværdier. Specielt savnes praktisk anvendelige acceptprocedurer for blandet affald.

De seneste 10 år har sammensætningen af affald til deponering ændret sig væsentligt, idet deponeringen af forbrændingsegnet og genanvendeligt affald er mindsket markant. Derfor er en stor del af affaldet, der i dag deponeres, en blanding af mange forskellige materialer.

Dette blandede affald er vanskeligt at karakterisere, idet affaldet består af mange forskellige materialer og indholdet kan variere væsentligt inden for et affaldsdeponi og mellem forskellige deponier. Problemet har bl.a. vist sig i forbindelse med revision af miljøgodkendelser for eksisterende deponeringsanlæg, hvor der hidtil kun er fastlagt acceptprocedurer for få og forholdsvis veldefinerede affaldskategorier.

Der er således et klart behov for fastlæggelse af praktisk anvendelige acceptprocedurer for især blandet affald, som udgør størstedelen af det deponerede affald. Acceptprocedurerne skal være i overensstemmelse med de principper, som er beskrevet i vejledningen, og de skal kunne benyttes til i videst muligt omfang at opfylde de hensigter, som er udtrykt i vejledningen, indtil der fra Miljøstyrelsen

eller EU foreligger mere konkrete anvisninger og krav. Procedurene vil formentlig være mere simple, mere praktisk orienterede og mindre velunderbyggede end de fremtidige acceptkriterier, men de erfaringer, som opnås med disse, vil formentlig også kunne anvendes i arbejdet med at opstille konkrete, velunderbyggede acceptkriterier.

For bl.a. at kunne vurdere miljøbelastningen på langt sigt (30 år eller mere) for specifikke affaldsdeponier, er det nødvendigt at kunne gennemføre en karakterisering af deponeret affald på de konkrete deponier.

#### *EU-direktivet om deponering af affald*

Den 16. juli 1999 trådte det ny EU-direktiv om deponering af affald i kraft, og det vil inden den 16. juli 2001 skulle implementeres i medlemslandene. I Danmark betyder dette, at direktivet gradvist vil afløse Miljøstyrelsens vejledning i deponering fra 1997. Store dele af direktivet var imidlertid kendt, da vejledningen blev udarbejdet, og på mange måder vil forskellen ikke være stor.

Deponeringsdirektivet opererer med tre kategorier af deponier: deponeringsanlæg for inert affald, deponeringsanlæg for ikke-farligt affald og deponeringsanlæg for farligt affald. Den danske vejledning definerer også tre hovedgrupper af deponeringsanlæg, nemlig anlæg for inert affald, anlæg for mineralsk (ikke-farligt affald) og anlæg for blandet (ikke-farligt) affald. Deponeringsanlæg for farligt affald er ikke omfattet af den danske vejledning.

En fastholdelse af det danske system vil blandt andet kræve, at der etableres mindst to undergrupper af deponeringsanlæg for ikke-farligt affald: én for mineralsk affald og én for blandet affald. Dette kan i henhold til deponeringsdirektivets artikel 16 godt lade sig gøre, i hvert fald hvis det sker som et led i det arbejde, som den såkaldte tekniske adaptationskomite (se nedenfor) p.t. udfører.

Ligesom i den danske vejledning er retningslinierne for accept af affald til deponering i EU-direktivet foreløbig kun beskrevet på det principielle plan i direktivets Annex 2. En teknisk adaptationskomite (TAC), med deltagere fra medlemslandene og med kommissionen som formand, har ansvaret for at konkretisere principperne i Annex 2. Dele af komiteens arbejde skal være afsluttet inden den 16. juli 2001, mens andre dele skal være færdige inden den 16. juli 2002. Det er endnu usikkert, hvorledes komiteens arbejde vil udvikle sig. Det vurderes dog, at der fortsat er mulighed for at etablere et system, som tager skyldigt hensyn til den danske vejledning og/eller de intentioner, der ligger bag denne.

### 1.2 Projektets formål

Formålet med projektet er at opstille og afprøve praktisk anvendelige metoder til karakterisering af deponeringsegnet affald. Gennem relevante eksempler er det endvidere formålet at levere praktisk anvendelig vejledning i opstilling af positivlister for affaldsmodtagelse samt for vurdering af potentiel miljøbelastning fra deponeringsanlæg.

### 1.3 Projektafgrænsning

Projektet omhandler både inert, mineralsk og blandet affald. Der fokuseres imidlertid på blandet affald, da denne kategori varierer mest med hensyn til sammensætning og egenskaber. Endvidere udgør blandet affald den største mængde til deponering.



## 1.4 Definitioner

I det følgende angives definitioner på en række centrale begreber, som anvendes i rapporten.

### *Aktiv periode*

Sum af driftsperiode, nedlukning og efterbehandlingsperiode.

### *Blandet affald*

Ifølge vejledningen, /3/, er blandet affald en kategori af affald med en blanding af langsomt nedbrydeligt, organisk stof og mineralske fraktioner. Blandet affald er af ikke-brændbar karakter. I tabel 4.2 i /3/ er angivet foreløbige kriterier for, hvornår affald kan kategoriseres som blandet affald.

### *Deponeringsanlæg*

Deponeringsanlæg er i EU-direktivets artikel 2 defineret som:

Et affaldsbortskaffelsesanlæg til deponering af affald på eller i jorden (dvs. under jorden), herunder:

- interne affaldsbortskaffelsesanlæg (dvs. deponeringsanlæg), hvor affaldsproducenten deponerer eget affald på produktionsstedet), og
- et permanent anlæg (dvs. over et år), der bruges til midlertidig opbevaring af affald,

men ikke:

- anlæg, hvor affald læses af til forbehandling inden videre transport med henblik på genanvendelse, behandling eller bortskaffelse andetsteds, og
- opbevaring af affald i en periode på som hovedregel under tre år forud for genanvendelse eller behandling, eller
- opbevaring af affald i en periode på under et år forud for bortskaffelse.

Et deponeringsanlæg vil som oftest være opdelt i en række individuelle deponeringsenheder.

### *Deponeringsenhed*

En deponeringsenhed på et deponeringsanlæg er et afgrænset og veldefineret område på deponeringsanlægget, hvor affaldstyper med ensartet sammensætning og egenskaber deponeres sammen under kontrollerede forhold. Hver enkelt deponeringsenhed indrettes med mulighed for separat perkolathåndtering og forskellige niveauer af miljøbeskyttende systemer, som svarer til de affaldstyper, der deponeres på enhederne.

### *Driftsperiode*

Defineres her som den periode, hvor en deponeringsenhed er under opfyldning. En typisk driftsperiode kan være på 10 år for en deponeringsenhed. Et deponeringsanlæg med flere deponeringsenheder vil typisk have en samlet driftsperiode, som er væsentlig længere end 10 år, idet de enkelte deponeringsenheder anlægges og drives i forlængelse af hinanden.

#### *Efterbehandlingsperiode*

Defineres her som den periode efter nedlukning, hvor fortsat drift og kontrol af enhedens aktive, miljøbeskyttende systemer er nødvendig (f.eks. perkolationsopsamling). Efterbehandlingsperioden bør ikke overstige 30 år.

#### *Genkendelighed*

Ud fra sorteringsforsøgene vurderes genkendeligheden af de enkelte fraktioner. Genkendeligheden inddeles i niveauerne god/mellem/dårlig. Genkendeligheden vurderes ud fra, hvor nemt det er genkende en fraktion, hvilket ofte har med størrelsen af affaldsstykkerne at gøre. Skrøbelige fraktioner, såsom papir, plast, glas, tegl m.fl., vil ofte forekomme i små dele, hvorved genkendeligheden bliver dårlig. Andre fraktioner såsom flamingo og mineraluld har et karakteristisk udseende, hvilket gør genkendeligheden god.

#### *Inert affald*

Ifølge vejledningen /3/ er inert affald en kategori af affald der er ikke-reaktivt (hverken fysisk eller kemisk), og hvorfra stofafgivelse er negligérbart. I tabel 4.2 i /3/ er angivet foreløbige kriterier for, hvornår affald kan kategoriseres som inert.

#### *Karakterisering af affald*

Ifølge /3/ skal affald, inden det kan accepteres til deponering, underlægges et hierarkisk testsystem, som består af tre testniveauer, hvor karakterisering er testniveau 1. Testprogrammet er beskrevet i bilag A i /3/. Kort fortalt karakteriseres affaldets sammensætning, udvaskningsegenskaber m.m.

#### *Lastbillæs med affald af ensartet karakter*

Disse læs er defineret som læs, hvor der findes højst 3 forskellige materialefraktioner.

#### *Lastbillæs med affald af blandet karakter*

Disse læs er defineret som læs, hvor der findes mere end 3 forskellige materialefraktioner.

#### *Mineralsk affald*

Ifølge vejledningen, /3/, er mineralsk affald en kategori af affald af mineralsk karakter (højt indhold af salte og metaller) med intet eller ganske ringe indhold af organisk stof. I tabel 4.2 i /3/ er angivet foreløbige kriterier for, hvornår affald kan kategoriseres som blandet affald.

#### *Passiv periode*

Periode, der indtræder i forlængelse af efterbehandlingsperioden. I den passive periode udgør deponeringsanlægget ikke længere en risiko for omgivelserne.

#### *Procedurer for accept af affald*

Før affald kan accepteres til deponering, bør det vurderes, om miljøbelastningen fra affaldet kan accepteres i nærmeste recipient 30 år efter, affaldet er slutaftdækket ved overgang til den passive fase. Disse procedurer omfatter bl.a. indledende vurderinger af affaldets egenskaber, niveaudelt testning m.m., som er yderligere beskrevet i afsnit 4 i /3/.

#### *Sortérbarhed*

Ud fra sorteringsforsøgene vurderes sortérbarheden af de enkelte fraktioner. Sortérbarheden inddeles i niveauerne god/mellem/dårlig. Sortérbarheden vurderes ud fra, hvor nemt det er genkende en fraktion, hvilket ofte har med størrelsen af

affaldsstykkerne at gøre eller om de er infiltret i hinanden. Skrøbelige fraktioner, såsom papir, plast, mineraluld, flamingo m.fl. vil ofte forekomme i små dele, hvorved sortérbarheden bliver dårlig. Endvidere vil papir og plast ofte være filtret ind i det øvrige affald, hvorved papir og plast kan være vanskelig at frasortere. Affaldsstykker, som har en dårlig sortérbarhed, og som ikke kan frasorteres, benævnes restfraktionen.



## 2 Opdeling af affald til deponering

### 2.1 Praksis for deponering

I Miljøstyrelsens landsdækkende registreringssystem ISAG anvendes den i tabel 2.1 viste opdeling af affald til deponering ifølge statistikker for 1997 og 1998 fra ISAG sekretariatet, /5/.

Tabel 2.1  
Opdeling af affald til deponering iflg. ISAG

Erhvervsmæssige kilder	Affaldstyper	Affaldsfraktioner
<ul style="list-style-type: none"><li>• Husholdninger</li><li>• Institutioner</li><li>• Handel og kontor</li><li>• Fremstilling m.v.</li><li>• Byggeri og nedrivning</li><li>• Veje og anlæg</li><li>• Rensningsanlæg</li><li>• Container / Omlastestation</li><li>• Oparbejdningsanlæg</li><li>• Kompostering / biogas</li><li>• Forbrænding / energi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dagrenovation</li><li>• Storskrald</li><li>• Haveaffald</li><li>• Erhvervsaffald</li><li>• Miljøfarligt affald</li><li>• Sygehusaffald</li><li>• Behandlingsrest</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Olie-/kemikalieaffald type A</li><li>• Andet brændbart</li><li>• Andet ikke brændbart</li><li>• Jord og sten</li><li>• Sigterest</li><li>• Slam &lt; 10% TS (flydende)</li><li>• Slam 10-30% TS (blødt)</li><li>• Slam &gt; 30% TS (fast)</li><li>• Sand og ristestof</li><li>• Slagger</li><li>• Flyveaske</li><li>• Røggasrensingsprodukt</li><li>• Asbest</li></ul>

I tabel 2.2 er sammenstillet den anvendte opdeling i affaldstyper og fraktioner på deponeringsanlægget AV Miljø og hos I/S REFA, som står for de 2 anlæg Gerringe og Hasselø Nor Deponeringsanlæg.

Deponeringen i Danmark er sammenstillet med deponeringen på AV Miljø, beliggende ved København, og med Gerringe og Hasselø Nor Deponeringsanlæg på Lolland-Falster. AV Miljø er et eksempel på et deponi med en større by som opland, mens REFA's anlæg - Gerringe og Hasselø Nor Deponeringsanlæg - hovedsageligt har landkommuner som opland.

På AV Miljø er det I/S Vestforbrænding og I/S Amagerforbrænding, som står for driften, og på Gerringe og Hasselø Nor Deponeringsanlæg er det I/S REFA, der er driftsansvarlig.

Tabel 2.2  
Opdeling af affald hos AV Miljø og hos I/S REFA

AV Miljø	Gerringe og Hasselø Nor Deponeringsanlæg (I/S REFA)
Brændbart (inkl. midlertidigt oplagret) <ul style="list-style-type: none"> <li>• genbrugsstation, brændbart</li> <li>• omdirigeret fra VF/AF</li> </ul>	Brændbart inkl. midlertidigt oplagret m.m. <ul style="list-style-type: none"> <li>• kommunalt: - dagrenovation - øvrigt brændbart - stort brændbart til neddeling - blandet affald til sortering</li> <li>• erhv.affald: - dagrenovation (institutioner, handel, restaurant/færge) - erhvervsaffald m. fordærveligt indhold - erhvervsaffald, brændbart - handel/kontoraffald, brændbart - autogummi - privataffald, brændbart - stort brændbart til neddeling</li> </ul>
Blandet affald <ul style="list-style-type: none"> <li>• kommunalt: - storaffald - frasorteret, genbrugsstationer</li> <li>• industri: - industri, andet</li> <li>• øvrigt: - bygningsaffald, andet - lossepladsfyld</li> </ul>	Ikke brændbart <ul style="list-style-type: none"> <li>• kommunalt: - øvrigt ubrændbart</li> <li>• erhv.affald: - blandet affald til sortering - øvrigt ubrændbart, erhverv - øvrigt ubrændbart, private m.fl.</li> </ul>
Jord og sten <ul style="list-style-type: none"> <li>• olieforurenet jord (max 2%)</li> <li>• forurenet jord, i øvrigt</li> <li>• sten og brokker, rene</li> <li>• forurenede sten og brokker</li> </ul>	Jord og sten <ul style="list-style-type: none"> <li>• olieforurenet jord</li> <li>• stenfyld, brugbart</li> <li>• stenfyld, usorteret</li> </ul>
Sand <ul style="list-style-type: none"> <li>• sand fra sandblæsning</li> <li>• sand, industri</li> <li>• sand, spildevandsrensning</li> <li>• sand, sandfang/vejbrønde</li> </ul>	Sigterest samt sand og ristestof - deponeres ikke på Gerringe og Hasselø Nor Deponeringsanlæg
Slam - deponeres ikke på AV Miljø	Slam <ul style="list-style-type: none"> <li>• slam, TS&gt;10%</li> <li>• slam, TS&lt;10%</li> </ul>
Slagger, flyveaske m.m. <ul style="list-style-type: none"> <li>• skrotaffald, groft</li> <li>• PVC</li> <li>• trykimprægneret træ</li> <li>• asbestholdigt affald type 2</li> <li>• asbestholdigt affald type 3</li> <li>• flyveaske fra forbrændingsanlæg</li> <li>• slagger fra forbrændingsanlæg</li> <li>• slagger i øvrigt</li> <li>• røggasrensingsprodukt fra tør/semitør renseproces</li> <li>• røggasrensingsprodukt fra våd renseproces</li> <li>• gipsslam fra VF</li> <li>• gadefej</li> <li>• asfalt</li> </ul>	Øvrigt <ul style="list-style-type: none"> <li>• asbestaffald</li> <li>• gadeopfej</li> <li>• store dæk</li> <li>• batterier (brunstens)</li> <li>• slaggeslam</li> <li>• slagger</li> <li>• røggasrensingsprodukt</li> </ul>

Ud fra tabel 2.2 ses der at være væsentlig forskel mellem anlæggene på, hvordan affaldet inddeles ved indregistrering til deponering.

I tabel 2.3 er sammenfattet den anvendte opdeling af affaldet og affaldsmængder på AV Miljø og hos I/S REFA sammenlignet med deponeringen af affald i Danmark.

Tabel 2.3

Mængder af affald deponeret på AV Miljø og på I/S REFA's deponeringsanlæg samt i Danmark.

Affaldstyper/ fraktioner	AV Miljø			I/S REFA			Deponering af affald i Danmark *)	
	1997 ton/ år	1998 ton/ år	1999 ton/år	1997 ton/år	1998 ton/år	1999 ton/år	1998 ton/år	1999 ton/år
Blandet affald	40.194	40.182	22.377	15.936	19.263	18.713	780.672	678.636
heraf							heraf	heraf
• kommunalt/storskrald	• 7.526	• 7.363	• 7.805	• 3.967	• 7.846	• 7.637	• 132.333	• 152.341
• industri	• 25.101	• 19.367	• 12.913	• 11.969	• 11.417	• 11.076	• 399.877	• 350.287
• bygge/anlæg	• 2.642	• 2.484	• 1.623				• 162.500	• 129.144
• øvrigt	• 5.104	• 10.968	• 36				• 85.962	• 46.864
Jord og sten **)	1.660	813	1.670	2.172	7.501	7.273	93.387	58.518
Sand, sigterest og ristestof	8.339	8.359	8.729	-	-	-	102.168	86.847
Slam	0	0	0	13.121	10.151	9.029	109.047	78.972
Slagger, flyveaske, restprodukt, asbest, gadeopfej, skrot m.m.	42.921	43.941	49.015	14.312	14.121	12.339	139.376	154.420
<b>Total</b>	<b>93.114</b>	<b>93.295</b>	<b>81.791</b>	<b>45.541</b>	<b>51.036</b>	<b>47.354</b>	<b>1.224.650</b>	<b>1.057.393</b>
Brændbart (inkl. midlertidigt oplagret m.m.)	85.745	55.236	-11.932	12.007	9.105	9.248	415.856	402.084
heraf							heraf	heraf
• kommunalt				• 9.263	• 6.676	• 6.882	• 102.987	• 214.802
• erhv.affald				• 2.744	• 2.429	• 2.366	• 219.837	• 182.797
• øvrigt							• 93.032	• 4.485

\*) Kilde: Miljøstyrelsens ISAG-sekretariat

\*\*) For I/S REFA er ren jord ikke medtaget.

I tabel 2.3 er brændbart affald opgjort særskilt, fordi det brændbare er midlertidigt oplagret og senere vil blive ført tilbage til forbrænding.

Både på AV Miljø og hos I/S REFA er tendensen, at mængderne af affald til deponering er faldet i perioden 1997-1999, hvilket også er tendensen på landsplan fra 1998-1999.

Tabel 2.4

% -fordeling af affald deponeret på AV Miljø og hos I/S REFA samt i Danmark beregnet ud fra mængder angivet i tabel 2.3.

Affaldstyper/ fraktioner	AV Miljø			I/S REFA			Deponering af affald i Danmark *)	
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1998	1999
Blandet affald	43 %	43 %	27 %	35 %	38 %	40 %	64 %	64 %
heraf							heraf	heraf
• kommunalt	• 8 %	• 8 %	• 10 %	• 9 %	• 16 %	• 16 %	• 11 %	• 22 %
• industri	• 27 %	• 21 %	• 16 %	• 26 %	• 22 %	• 23 %	• 33 %	• 52 %
• bygge/anlæg	• 3 %	• 3 %	• 2 %				• 13 %	• 19 %
• øvrigt	• 5 %	• 12 %	• 0 %				• 7 %	• 7 %
Jord og sten	2 %	1 %	2 %	5 %	15 %	15 %	8 %	6 %
Sand	9 %	9 %	11 %	-	-	-	8 %	8 %
Slam	0 %	0 %	0 %	29 %	20 %	19 %	9 %	7 %
Slagger, flyveaske, restprodukt, asbest, gadeopfej, skrot m.m.	46 %	47 %	60 %	31 %	27 %	26 %	11 %	15 %
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

\*) Kilde: Miljøstyrelsens ISAG-sekretariat.

Ud fra tabel 2.4 kan deponeringen på AV Miljø og hos I/S REFA sammenstilles med deponeringen på landsplan.

På AV Miljø deponeres hovedsagelig blandet affald og øvrige affaldstyper, såsom slagger, flyveaske, restprodukt, asbest, gadeopfej, skrot m.m.

Sammenstillet med fordelingen på landsplan er andelen af blandet affald deponeret på AV Miljø lidt mindre, mens andelen af de øvrige affaldstyper (slagge, flyveaske, restprodukt, asbest, gadeopfej, skrot m.m.) er væsentlig større.

Deponeringen hos I/S REFA er fordelt på affaldstyperne blandet affald, jord og sten, slam samt øvrige affaldstyper (såsom slagge, flyveaske, restprodukt, asbest, gadeopfej, skrot m.m.). Sammenstillet med fordelingen på landsplan er andelen af blandet affald deponeret hos I/S REFA lidt mindre, mens andelen af jord og sten, slam samt øvrige affaldstyper (såsom slagge, flyveaske, restprodukt, asbest, gadeopfej, skrot m.m.) er større.

Generelt deponeres der lidt mindre blandet affald på AV Miljø og hos I/S REFA sammenstillet med fordelingen på landsplan, mens der deponeres væsentligt mere af øvrige affaldstyper (såsom slagge, flyveaske, restprodukt, asbest, gadeopfej, skrot m.m.) på AV Miljø og hos I/S REFA.

## 2.2 Relevans af opdeling

For at karakterisere affaldet, bl.a. med udvaskningsegenskaber, er den nuværende opdeling i affaldstyper anvendt i ISAG og på 3 deponeringsanlæg (jf. tabel 2.2) ikke hensigtsmæssig. I det nedenstående diskuteres relevansen af en yderligere opdeling af affaldstyperne i fraktioner.

Forbrændingseget affald må ikke deponeres, og de eksisterende lagre vil så vidt muligt blive tilbageført til forbrændingsanlæg. Derfor vurderes det, at en yderligere opdeling af forbrændingseget affald ikke er relevant.

Behandlingsrester (såsom slagge, flyveaske, røggasrensingsprodukter) vurderes at være forholdsvis homogene og vel beskrevne m.h.t. udvaskningspotentialer m.m. Derfor vurderes det, at en yderligere opdeling af behandlingsrester m.m. ikke er nødvendig.

Blandet affald udgør den største mængde til deponering og vil give et væsentligt miljøbelastende stofbidrag til perkolatet. Miljøbelastningen fra blandet affald er komplekst at beskrive, da affaldet i sig selv varierer meget med hensyn til sammensætning og egenskaber. Derfor vurderes det, at en yderligere opdeling af blandet affald (ikke forbrændingseget) i fraktioner er relevant.

I nedenstående afsnit vurderes de enkelte affaldsfraktioner fordelt på hovedkategorier m.h.t. en række kriterier.

### 2.2.1 Vurdering af inert affald (Kategori I)

Inert affald vurderes under et, da forskellen mellem fraktionerne i denne kategori har mindre betydning.

*Genkendelighed ved visuel vurdering:*

Genkendeligheden af inert affald i form af glas, beton og tegl vurderes at være høj (også i blandet affald), hvilket dog vil afhænge af størrelsen af de enkelte komponenter.

*Mulighed for sortering på enkelte fraktioner*



Hvis komponenterne er relativt store, vil de let kunne identificeres (også i blandet affald), mens små affaldsstykker vil være svære at frasortere. Det vurderes, at stykker af glas og tegl vil være relativt små, da dette er skrøbelige materialer. Beton vil formodentlig forekomme i både små og store dele.

*Forventede udvaskning efter ca. 30 års deponering:*

Da inert affald er karakteriseret ved at have en lav frigivelse af stof, forventes det, at udvaskningen vil være lav både på kort og lang sigt.

*Beskyttelse af det omgivende miljø*

Da udvaskningspotentialet er lavt for inert affald, vil behovet for miljøbeskyttelse være lille. Derfor vil omfanget af miljøbeskyttende systemer være lille på et affaldsdeponi for inert affald og vil hovedsageligt bestå af passive systemer. Dette øger vigtigheden af kontrollen af inert affald.

Inert affald er karakteriseret ved at være meget stabilt (normalt mineralsk) og vil derfor stort set ikke blive påvirket på lang sigt af hverken kemiske, biologiske eller fysiske processer.

M.h.t. arbejdsmiljø vil inert normalt affald udgøre en lav risiko, da det er meget stabilt.

*Hyppighed af affald*

For 1999 kan mængden af deponeret inert affald i Danmark opgøres ud fra ISAG til ca. 4% af den samlede deponerede mængde affald, hvilket svarer til ca. 40.000 ton (en skønnet andel jord og sten), /5/.

## **2.2.2 Vurdering af mineralsk affald (Kategori II)**

*Genkendelighed ved visuel vurdering*

Genkendeligheden af fraktionerne let forurenede jord, slagge, flyveaske, gadefej m.m. vil være stor, idet disse fraktioner i forvejen vil være separerede og blive deponeret særskilt.

*Mulighed for sortering på enkelte fraktioner*

Fraktionerne let forurenede jord, slagge, flyveaske, gadefej m.m. vil forventes i ringe grad at forekomme i blandet affald. Hvis større sten skulle forekomme, vil de forholdsvis nemt kunne sorteres fra som inert affald. Hvis jord skulle forekomme, vil jorden være vanskelig at frasortere som mineralsk affald p.g.a. de mange små partikler.

*Forventede udvaskning (efter ca. 30 års deponering)*

Mineralsk affald vil kunne afgive mindre stofmængder til perkolatet, afhængigt af materialets specifikke karakter og mængden af gennemstrømmet vand (L/S). Der vil normalt næsten udelukkende være tale om uorganisk stof.

*Beskyttelse af det omgivende miljø*

Ifølge /3/ må mineralsk affald kun i begrænset omfang kunne opløses i eller reagere kemisk med vand. På et affaldsdeponi for mineralsk affald anvendes passive og/eller aktive miljøbeskyttende systemer.

M.h.t. arbejdsmiljø vil mineralsk affald normalt udgøre en forholdsvis lav risiko, da det er relativt stabilt. Der kan dog for visse typer affald tænkes at kunne forekomme støv- eller partikelgener i forbindelse med håndteringen.

### *Hyppighed af affald*

I Danmark omfatter deponering af mineralsk affald for tiden en årlig mængde på ca. 136.000 ton (asbest, slagge, flyveaske samt en skønnet andel af jord og sten) ifølge statistik for 1999 fra Miljøstyrelsens ISAG-sekretariat, /5/. Denne mængde svarer til ca. 13% af den samlede deponerede affaldsmængde.

### **2.2.3 Vurdering af blandet affald (Kategori III)**

#### *Genkendelighed (ved visuel vurdering)*

Genkendeligheden af de enkelte fraktioner i blandet affald vil afhænge af størrelsen af de enkelte affaldsstykker, og om stykkerne er sammensat af flere materialer. Små stykker er svært genkendelige, mens store er nemme at genkende.

#### *Mulighed for sortering på enkelte fraktioner*

Hvis komponenterne er relativt store, vil de let kunne identificeres, mens små komponenter må forventes at blive sorteret fra i en restfraktion.

#### *Forventede udvaskning (efter ca. 30 års deponering)*

Ifølge /3/ er blandet affald en blanding af organisk og uorganisk stof, som ikke eller kun vanskeligt kan skilles ad. Affaldet skal have et begrænset indhold af organisk, langsomt nedbrydeligt stof og må ikke have et højt indhold af letopløselige, mineralske elementer.

Den samlede forventede udvaskning er vanskelig at forudsige for blandet affald.

#### *Beskyttelse af det omgivende miljø*

Da udvaskningspotentialer er svært at forudsige for blandet affald, vil behovet for miljøbeskyttelse være højt. Derfor vil omfanget af miljøbeskyttende systemer være stort på et affaldsdeponi for blandet affald, og disse vil bestå af aktive systemer.

Blandt affald kan påvirkes af kemiske, biologiske eller fysiske processer både på kort og lang sigt.

M.h.t. arbejdsmiljø vil blandet affald udgøre en risiko, da det kan være svært at indbygge, forårsage støv, lugt, flyveaffald m.m., tiltrække skadedyr m.v.

### *Hyppighed af affald*

I 1999 i Danmark blev der ifølge ISAG deponeret ca. 674.000 ton andet ikke brændbart og ca. 208.000 ton øvrigt (sigterest, sand og ristestof, slam m.m.), der tilhører kategorien blandet affald, /5/. Denne mængde svarer til ca. 83% af den samlede deponerede affaldsmængde.

# 3 Feltundersøgelser

## 3.1 Indledning

Formålet med feltforsøgene er at øge kendskabet til sammensætningen af affaldet til deponering samt at undersøge, i hvilken udstrækning det er praktisk muligt at sortere affaldet i veldefinerede fraktioner.

Fraktionerne inden for kategorierne inert og mineralsk affald er forholdsvis homogene, og for en del af dem er udvaskningsegenskaberne undersøgt (VKI).

I kategorien blandet affald er affaldstyperne slam, sigterest, sand og ristestof forholdsvis homogene, og udtagning af repræsentative prøver til beskrivelse af udvaskningsegenskaber er derfor mulig.

Blandet affald består af mange forskellige fraktioner og er ofte inhomogent med store variationer i sammensætningen. Der er udført sorteringsforsøg på dette blandede affald med henblik på:

- at øge kendskabet til affaldets sammensætning af forskellige fraktioner,.
- at finde praktisk anvendelige procedurer til at beskrive affaldets sammensætning.

## 3.2 Forsøgsbeskrivelse

Der er udført feltforsøg på 3 deponeringsanlæg: AV Miljø, Gerringe Deponeringsanlæg samt Hasselø Nor Deponeringsanlæg.

Der er lagt vægt på, at feltforsøgene skal være relativt nemme at udføre i praksis.

I det nedenstående er angivet en overordnet forsøgsplan for de udførte feltforsøg:

- 1) *Valg af affaldstype til feltforsøg:*  
blandet affald (oprindelse: storskrald fra husholdninger/boligforeninger, industriaffald samt affald fra bygge- og anlæg).
- 2) *Affaldstypen blev hovedsageligt sorteret i følgende fraktioner:*
  1. Pap og papir
  2. Blød plast
  3. Hård plast
  4. Jern og metal
  5. Mineraluld
  6. Træ
  7. Flamingo, skumisolering m.m.
  8. Tekstiler, gulvtæpper (inkl. gummibelægning)
  9. Gummi/dæk
  10. Elektronik
  11. Tagpap

12. Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)
13. Komponenter sammensat af flere materialer (f.eks. møbler)
14. Restfraktion

Endvidere er følgende fraktioner observeret i løbet af forsøgene:

15. Gipsplader
16. Beton og træ (sammensat)
17. Linoleum
18. Dagrenovation
19. Eternit, tagplader
20. Ventilationsrør
21. Madras

I det ovenstående er angivet i alt 21 fraktioner. Oftest er der i de enkelte lastbillæs sorteret i 5-10 fraktioner.

3) *Oplysninger fra deponeringsanlægget om kilde f.eks.:*

Ud fra kildeoplysninger er udvalgt, fra hvilken kilde lastbillæs skal sorteres. Der er lagt vægt på, at de udvalgte lastbillæs skal repræsentere den størst mulige mængde blandet affald, som deponeres på anlægget.

Derfor er der indhentet følgende oplysninger fra deponeringsanlæggene:

- Kilder for storskrald (kommuner, genbrugsstationer m.m.)
- Kilder for erhvervsaffald (producent/virksomhed, type af virksomhed m.m.)
- Inddragelse af erfaringer fra driftspersonalets visuelle modtagekontrol

Herefter er udvalgt lastbillæs fra de kilder, hvorfra de største mængder bliver deponeret.

På hvert deponeringsanlæggene er udvalgt:

- lastbillæs med storskrald fra genbrugsstationer eller kommuner
- lastbillæs med erhvervsaffald fra de virksomheder, som deponerer de største mængder.

4) *Udvælgelse i praksis af lastbillæs til sortering:*

Ca. en uge før feltforsøget udvælger driftspersonalet på deponeringsanlægget ca. 3-4 lastbillæs, som oplagres i maxi-containerer eller tippes af på sorteringsområdet. Læssene, som tippes af, holdes adskilt og overdækkes med presenninger.

5) *Sorteringsmetode:*

Sortering: De aftippede lastbillæs vurderes visuelt. I nogle tilfælde er hele læsset sorteret, men hvis det vurderes, at læsset er forholdsvis homogent, er der kun sorteret ca. 1/3-1/2 af læsset. Det er en ofte anvendt metode til undersøgelse af affaldet i et læs, at der udtages en delprøve, hvis affaldet er forholdsvis homogent (se også /6/).

Herefter grovsorteres affaldet med polygrab, som fordeler affaldet i containere eller bunker, hvorefter finsortering er udført hovedsageligt manuelt. For at

sorteringen skal kunne lade sig gøre i praksis er der fastsat en maks. sorteringstid pr. læs på 3 timer.

Vejning: De sorterede lette fraktioner er vejlet på en lille vægt, mens de tunge fraktioner vejes på deponeringsanlæggets brovægt.

6) *Anvendt udstyr:*

- Maskine med polygrab.
- Maxi-containere (3-4 stk. af ca. 20 m<sup>3</sup>) til opbevaring af affaldsfraktioner fra læs er udvalgt, indtil sortering er udført.
- Mini-containere (4-5 stk. af ca. 600 liter) til opbevaring og vejning under sorteringsforsøg.
- Mindre vægt til vejning af lette affaldsfraktioner (vejeinterval ca. 0-150 kg ± 1 kg).
- Deponeringsanlæggets brovægt til vejning af tunge affaldsfraktioner (vejeinterval ca. 120-13.000 kg ± 20 kg).
- Diverse redskaber til manuel sortering.

7) *Forsøgsresultater:*

Følgende er registreret i løbet af sorteringsforsøgene:

- Affaldskilde (oprindelse af læs)
- Vægt af samlet læs inden sortering (anvendt til kontrol af samlet vægt af de sorterede fraktioner).
- De enkelte fraktioner er beskrevet m.h.t.:
  - Vægt
  - Genkendelighed
  - Sortérbarhed
  - Udseende (fotos)
  - Omtrentlig størrelsesfordeling af komponenterne
  - Muligheden for at udtage en repræsentativ prøve

### 3.3 Forsøgsresultater

#### 3.3.1 Udvælgelse af læs

*AV Miljø:*

På AV Miljø udgøres det blandede affald af 35% affald fra kommunal indsamling (hovedsageligt storskrald fra genbrugsstationer) og 58% industriaffald, mens de resterende 7% er bygge- og anlægsaffald.

På baggrund af ovenstående blev det besluttet at udvælge følgende læs til sortering, fordi det vurderes, at disse læs vil repræsentere det blandede affald deponeret på AV Miljø:

- 2 stk. læs fra kommunal indsamling (1 læs fra en genbrugsstation i Københavns Kommune og 1 læs fra en genbrugsstation i Ballerup)
- ca. 4 læs fra industrier (heraf 1 læs fra RGS90, som leverer en stor mængde blandet affald)

Fra kommunal indsamling er sorteret læs fra en genbrugsstation i Ballerup og fra en genbrugsstation på Rentemestervej i den nordvestlige del af København.

I løbet af udvælgelsen af læs til sortering viste det sig, at AV Miljø i perioden januar-februar 2000 modtog læs med industriaffald af blandet karakter (se definitioner) fra meget få kilder. Derfor blev der kun sorteret 2 læs industriaffald.

Da mange læs med industriaffald er af ensartet karakter (se definitioner), giver det ikke mening at sortere dem. Derfor blev det besluttet, at fraktioner i de ensartede læs kan registreres ud fra personalets observationer (se afsnit 3.3.3).

#### *Gerringe Deponeringsanlæg:*

På Gerringe Deponeringsanlæg udgøres det blandede affald af 47% affald fra kommunal indsamling (hovedsageligt storskrald fra genbrugsstationer) og 53% industriaffald (inkl. affald fra bygge- og anlæg).

På baggrund af ovenstående blev det besluttet at udvælge følgende læs til sortering, fordi det vurderes, at disse læs vil repræsentere det blandede affald deponeret på Gerringe Deponeringsanlæg:

- 3-4 stk. læs fra kommunal indsamling (fra genbrugsstationer i forskellige kommuner)
- ca. 5-10 læs fra industri inkl. bygge- og anlæg

Fra kommunal indsamling blev sorteret 3 læs fra genbrugsstationer i Nakskov, Rødby og Højreby.

Fra industrier blev 3 læs sorteret. De fleste af disse læs har karakter af bygge- og anlægs affald. Derefter blev det forsøgt at udvælge læs fra andre kildetyper, som ikke indeholdt bygge- og anlægsaffald. Dette vurderede personalet ville være meget vanskeligt, hvorefter det blev besluttet i stedet at udvælge læs med industriaffald fra Hasselø Nor Deponeringsanlæg, der modtager væsentligt mere blandet affald fra industrier, og som er beliggende i samme region som Gerringe Deponeringsanlæg.

#### *Hasselø Nor Deponeringsanlæg:*

På Hasselø Nor Deponeringsanlæg i 1999 var 41% af det blandede affald fra kommunal indsamling, og 59% var fra industrier. Der blev udvalgt og sorteret i alt 4 læs med industriaffald for at supplere forsøgene på Gerringe Deponeringsanlæg.

#### *Oversigt over udvalgte læs*

I alt er udført sortering på 14 lastbillæs.

Følgende sorteringer er udført på AV Miljø:

- D. 20. januar 2000: Industriaffald fra RGS90.
- 8. februar 2000: Storskrald fra Ballerup Genbrugscentral.
- D. 17. februar 2000: Affald fra boligforening.
- D. 28. marts 2000: Storskrald fra genbrugsstation på Rentemestervej.

Følgende sorteringer er udført på Gerringe Deponeringsanlæg:

- D. 15. februar 2000: Industriaffald (inkl. affald fra bygge- og anlæg), i alt 3 læs fra:
  - Byggeplads v. Rødbyhavn
  - Byggeplads v. Maribo
  - Autoværksted
- D. 22. februar 2000: Kommunalt affald (i alt 3 læs) fra:
  - Genbrugsstation i Højreby
  - Genbrugsstation i Nakskov
  - Genbrugsstation i Rødby

Følgende sorteringer er udført på Hasselø Nor Deponeringsanlæg:

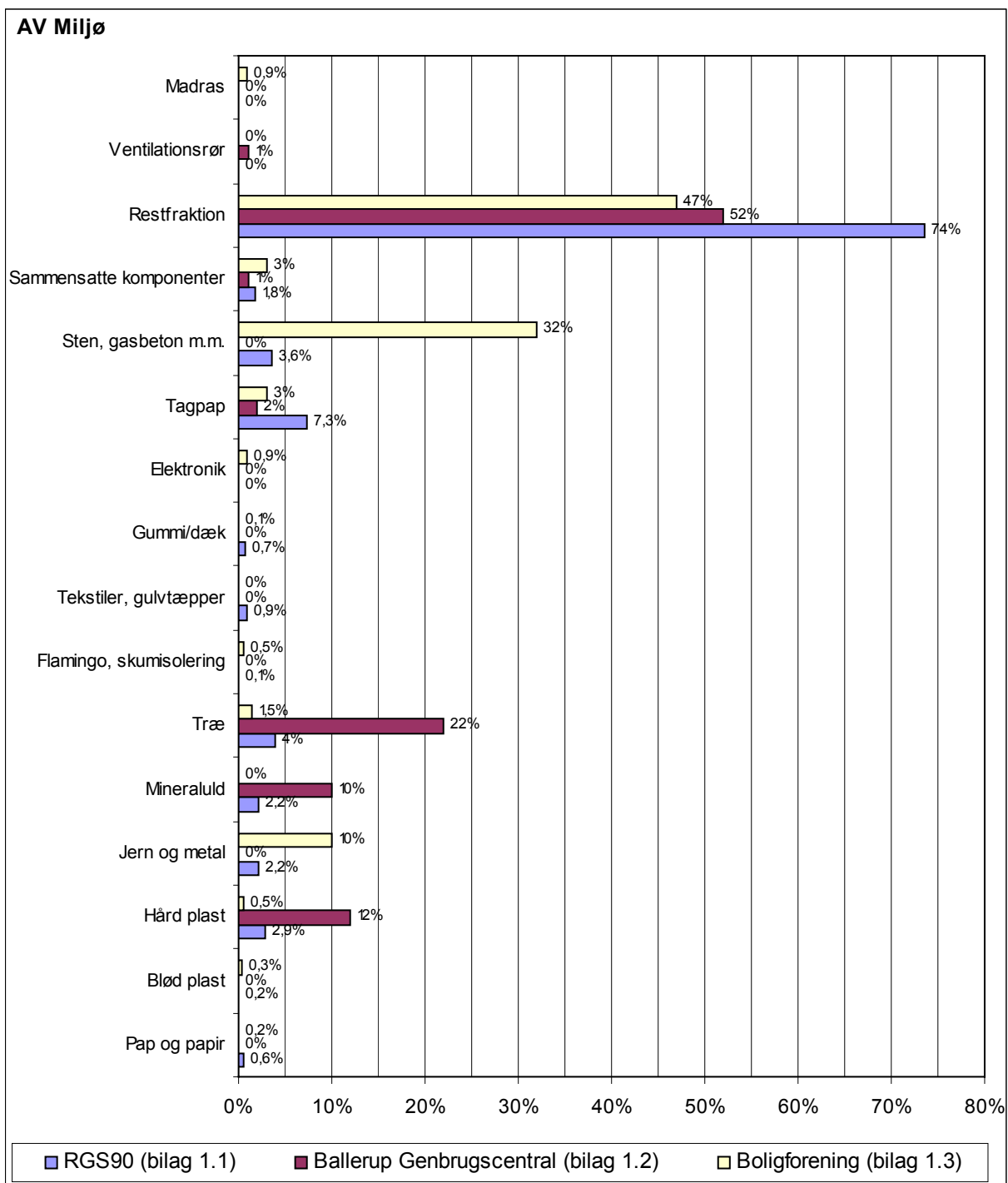
- D. 14. marts 2000: Industriaffald inkl. affald fra bygge- og anlæg (i alt 4 læs) fra:
  - Tagdækningsfirma
  - Knust drivhus
  - Byggemarked
  - Tømrer

### **3.3.2 Resultater fra sorteringer**

Alle resultater fra sorteringer er samlet i bilag 1.1-1.13 (ekskl. resultater fra sortering på AV Miljø d. 28/3-2000).

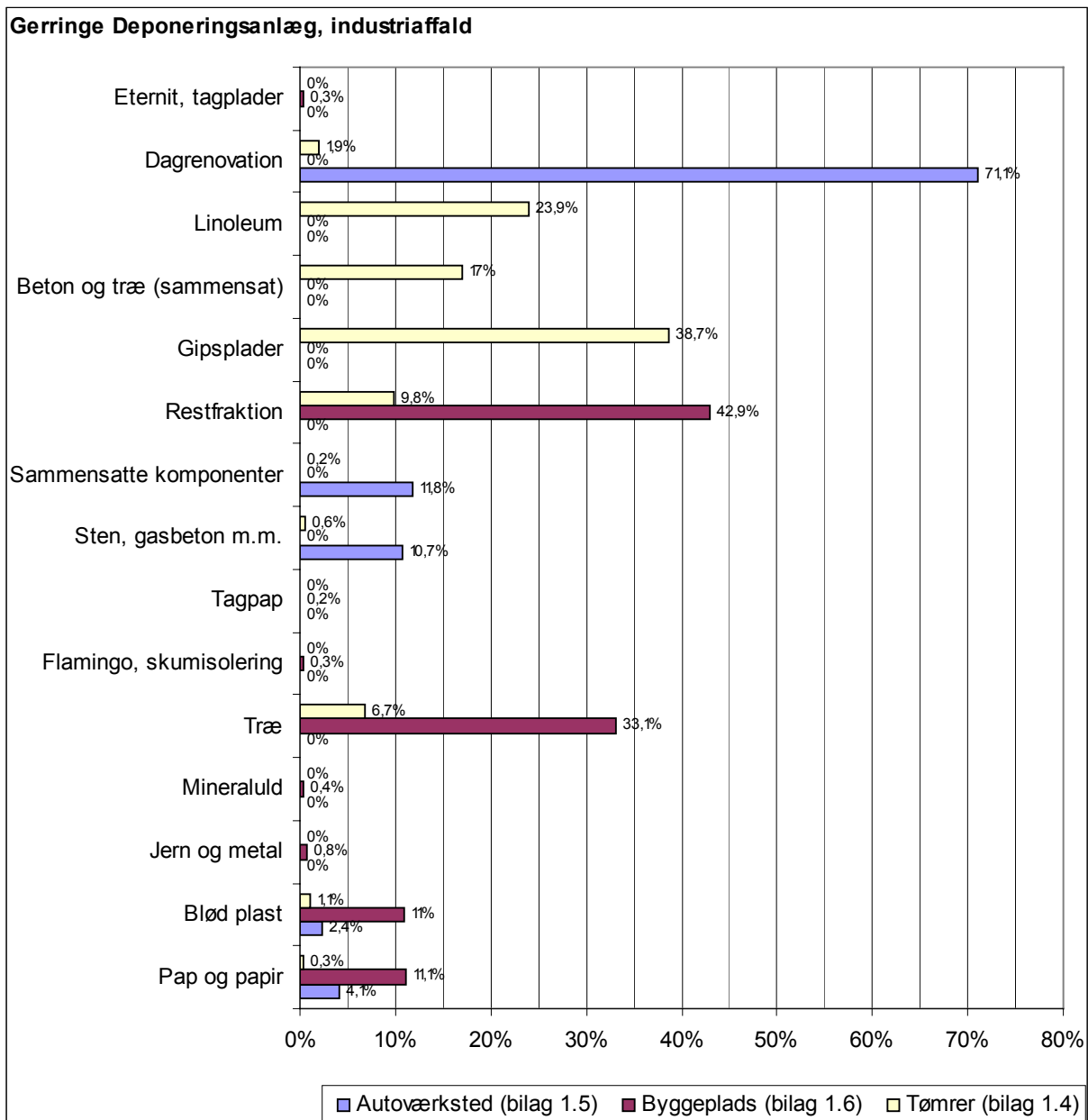
I de følgende figurer er afbildet den procentvise fordeling af fraktioner i blandet affald sorteret på AV Miljø, Gerringe Deponeringsanlæg og Hasselø Nor Deponeringsanlæg.

I nedenstående figur er afbildet resultater fra sortering på AV Miljø. Affaldet i læsset, som blev sorteret på AV Miljø d. 28. marts 2000, vejede 660 kg og bestod af 98% mineraluld og 2% gips. Altså må dette læs betegnes som værende af ensartet karakter og er derfor ikke afbildet i nedenstående figur og er ikke medtaget i beregning for læs af blandet karakter i tabel 3.3.



Figur 3.1  
 Procentvis fordeling af fraktioner i blandet affald sorteret på AV Miljø. De afbildede %-fordelinger er fra resultatskemaer i bilag 1.1-1.3.

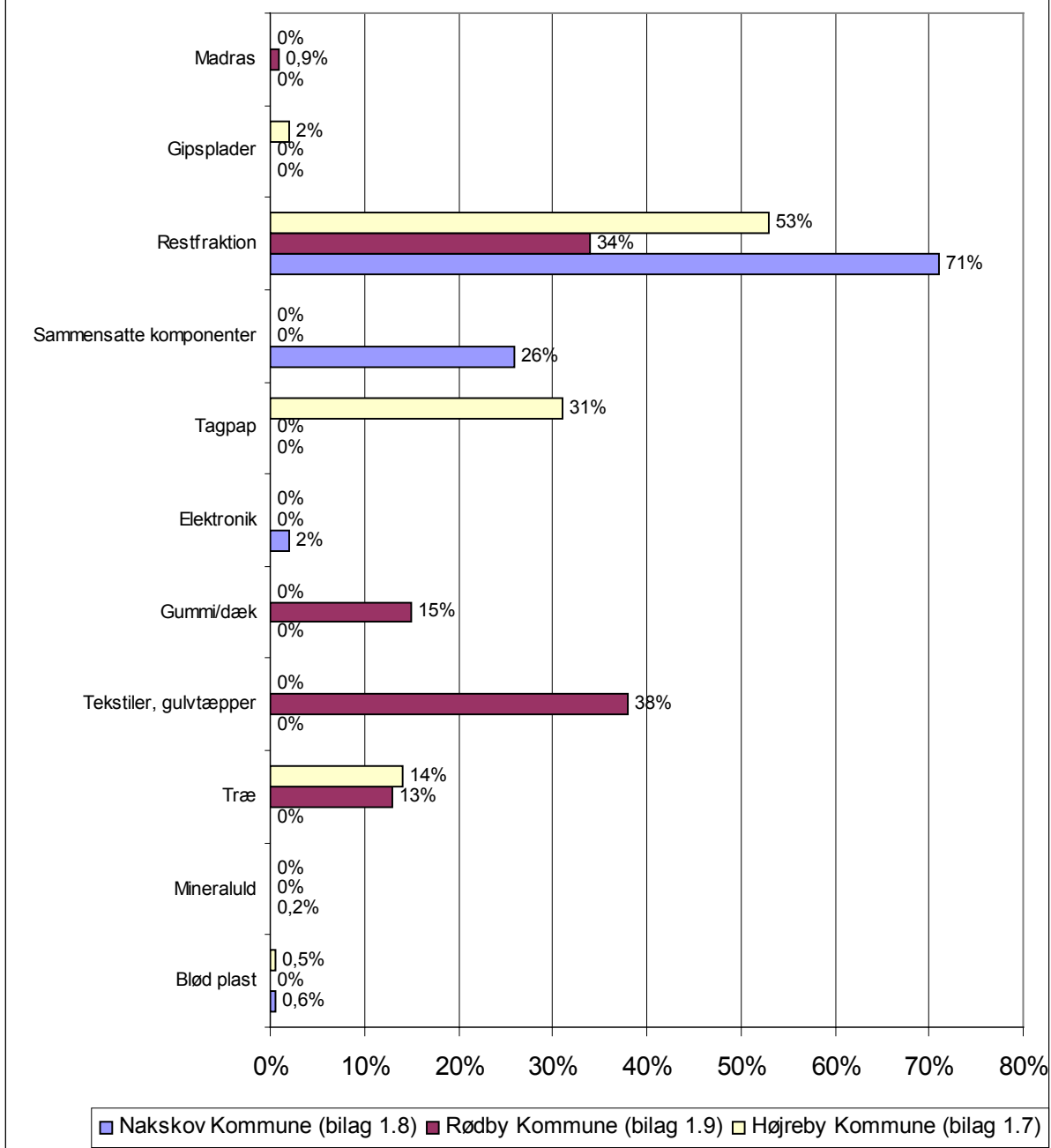




Figur 3.2

Procentvis fordeling af fraktioner i blandet affald fra industrier, sorteret på Gerringe Deponeringsanlæg d. 15. februar 2000. De afbildede %-fordelinger er fra resultatskemaer i bilag 1.4-1.6.

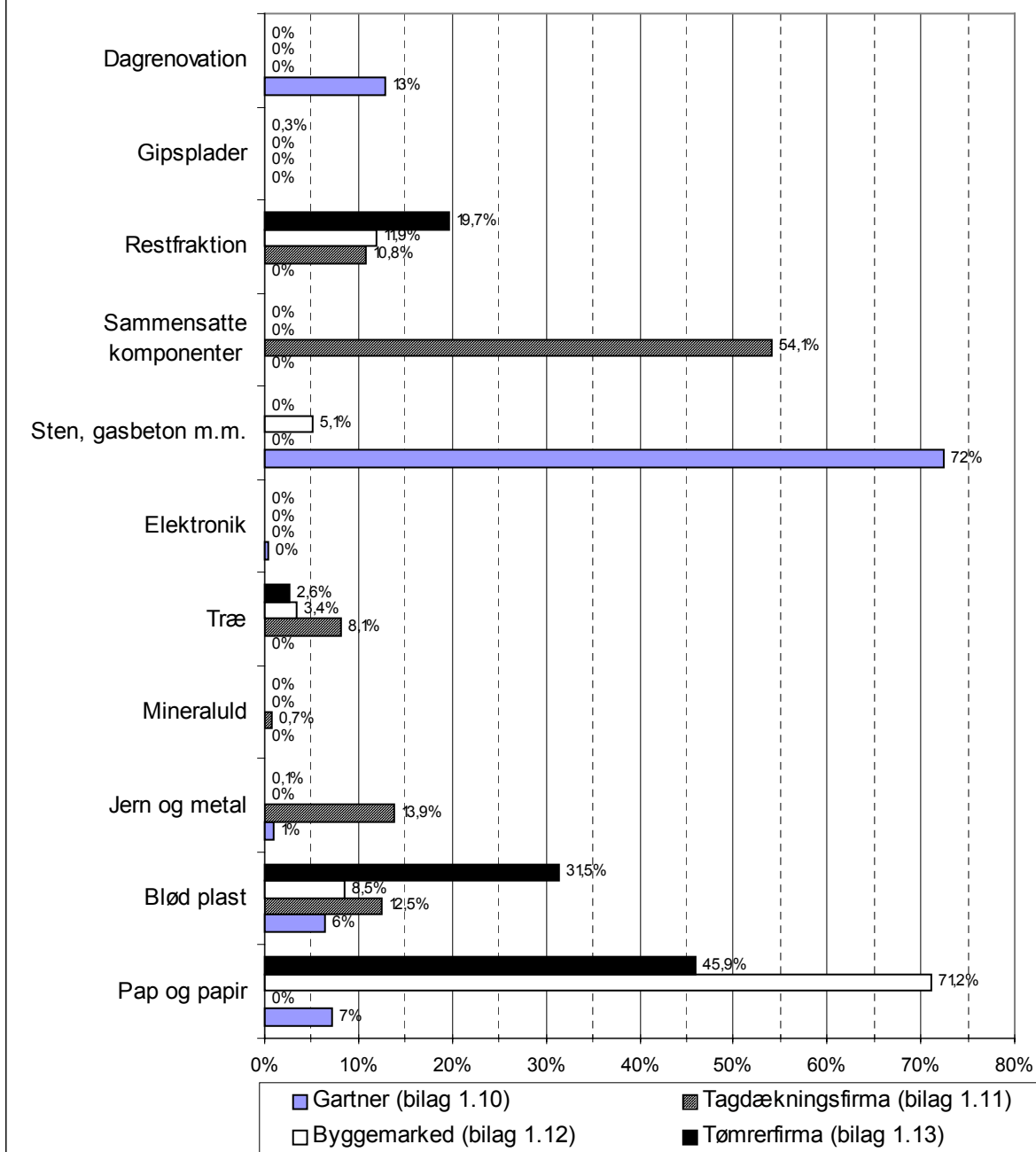
### Gerringe Deponeringsanlæg, blandet affald, kommunalt



Figur 3.3

Procentvis fordeling af fraktioner i blandet affald fra kommunale genbrugsstationer, sorteret på Gerringe Deponeringsanlæg d. 22. februar 2000. De afbildede %-fordelinger er fra resultatskemaer i bilag 1.7-1.9.

### Hasselø Nor Deponeringsanlæg, industri affald



Figur 3.4

Procentvis fordeling af fraktioner i blandet affald fra 4 læs industriaffald sorteret på Hasselø Nor Deponeringsanlæg d. 14. marts 2000. De afbildede %-fordelinger er fra resultatskemaer i bilag 1.10-1.13.

### 3.3.3 Registrering af ensartede læs

En del læs med blandet affald, som bliver tilført deponeringsanlæggene, har en ensartet karakter, dvs. at de består af højst 3 materialefraktioner.

Det har ingen mening at sortere ensartede læs, og derfor er der i stedet foretaget en registrering af sammensætningen af de ensartede læs.

Denne registrering er udført på AV Miljø og Gerringe Deponeringsanlæg, og resultaterne herfra ses i det nedenstående.

#### AV Miljø

Registreringen af læs med blandet affald af ensartet karakter er foretaget ud fra personalets erfaringer og ud fra deponeringsanlæggets kildeoplysninger for 1999.

Læssene med blandet affald af ensartet karakter er fra erhverv, idet personalets erfaring er, at affald, modtaget fra kommunal indsamling, er af blandet karakter.

I registreringen er medtaget de industrier, som leverer de største mængder, og som leverer læs med højst 3 fraktioner. Derfor vil der være mængder fra industrier, som leverer få læs med ensartet affald, der ikke er medtaget i nedenstående liste.

Tabel 3.1

Læs med blandet affald af ensartet karakter, registreret hos AV Miljø

Nr.	Fraktion i ensartede læs	Mængde af affald i 1999
1	Glasaffald	169 ton
2	Hård plast	21 ton
3	Isolering	17 ton
4	Jern	4 ton
5	Foliebelagt blød plast	201 ton
6	Brugte plastikcontainere	8 ton
7	Tagpap	63 ton
8	Gulvtæpper	84 ton
9	Filtermateriale (fra kemisk produktion)	661 ton
10	El master	13 ton
11	Lysstofrør	6 ton
12	Tomme malerbøtter inkl. indtørret maling	103 ton
13	Kabler	167 ton
14	Fiskenet m. blylodder	25 ton
Total:		1.542 ton
Samlet mængde deponeret i 1999 (blandet affald fra industri)		12.913 ton
Procentdel som ensartede læs udgør af samlet mængde deponeret på AV Miljø i 1999		12%

Således repræsenterer registreringen af de ensartede læs ca. 12% af den samlede mængde deponeringsejnet blandet industriaffald deponeret på AV Miljø i 1999.

#### Gerringe Deponeringsanlæg

Registreringen af læs med blandet affald af ensartet karakter er foretaget ud fra personalets erfaringer og ud fra deponeringsanlæggets kildeoplysninger for 1999.

Læssene med blandet affald af ensartet karakter er fra industrier og bygge- og anlæg, idet personalets erfaring er, at affald, modtaget fra kommunal indsamling, er af blandet karakter.

I registreringen er medtaget industrier, der leverer læs med højst 3 fraktioner og mere end 10 ton/år. Derfor vil der være mængder fra industrier, som leverer få læs med ensartet affald, der ikke er medtaget i nedenstående liste.

Tabel 3.2  
Læs med blandet affald fra industrier af ensartet karakter, registreret på Gerringe Deponeringsanlæg

Nr.	Fraktion	Mængde af affald i 1999
1	Kompost, spagnum	264 ton
2	Aske fra frøforbrænding	228 ton
3	Plastsække	38 ton
4	Fliser, inert	3 ton
5	Vinduesrammer	3 ton
6	Haveaffald	27 ton
7	Tagpap	89 ton
8	Møbler	4 ton
9	Plastledning	18 ton
10	Madrester	23 ton
11	Brokker	6 ton
Total:		703 ton
Samlet mængde deponeret i 1999 (blandet affald fra erhverv)		4.276 ton
Procentdel som ensartede læs udgør af samlet mængde deponeret på Gerringe Deponeringsanlæg i 1999		16%

Således repræsenterer registreringen af de ensartede læs ca. 16% af den samlede mængde deponeringsegnet blandet industriaffald deponeret på Gerringe Deponeringsanlæg i 1999.

### 3.4 Vurdering af forsøgsresultater

Fraktionsfordelingen, observeret ved sorteringsforsøgene, er repræsentativ for sammensætningen af blandet affald modtaget på AV Miljø samt Gerringe og Hasselø Nor Deponeringsanlæg. Resultater fra disse beregninger er vist i afsnit 3.4.1-3.4.3.

#### 3.4.1 Beregnet fordeling af fraktioner

På AV Miljø og Gerringe og Hasselø Nor Deponeringsanlæg er sorteret 13 læs med i alt 42,0 ton blandet deponeringsegnet affald fra industrier samt bygge- og anlæg og kommunal indsamling (genbrugsstationer). Heri er ikke medtaget et læs sorteret på AV Miljø d. 28. marts fra kommunal genbrugsstation, da dette læs kun indeholdt 2 fraktioner og derfor må betegnes som et læs af ensartet karakter.

Den sorterede mængde udgør ca. 0,1% af den samlede mængde affald deponeret på disse anlæg i 1998. Da mængden af sorteret affald er forholdsvis lille, er graden af repræsentativitet for den samlede affaldsmængde begrænset.

På anlæggene blev i 1998 deponeret i alt 33.268 ton blandet deponeringsegnet affald fra industrier samt bygge- og anlæg (på AV Miljø, Gerringe og Hasselø Nor

Deponeringsanlæg) og 11.450 ton fra kommunale genbrugsstationer (på AV Miljø og Gerringe Deponeringsanlæg).

Disse mængder udgør ca. 6% af de 694.710 ton blandet deponeringseget affald fra industri, bygge- og anlæg samt fra kommunal indsamling (storskrald), som blev deponeret i Danmark i 1998.

I nedenstående tabel er angivet antal læs, hvori den pågældende affaldsfraktion blev observeret samt gennemsnitlig sammensætning af blandet deponeringseget affald fra industrier og fra kommunal indsamling (storskrald) beregnet ud fra sorteringsforsøg.

Endvidere er angivet observerede maks.-værdier i sorteringsforsøgene. Min.-værdier er ikke angivet, da disse er lig nul, idet ingen affaldsfraktioner blev observeret i alle de sorterede læs.

Tabel 3.3

Beregnet sammensætning af blandet affald i læs af blandet karakter. Vægtet gennemsnitlig %-fordeling, beregnet ud fra sorteringsforsøg på 13 læs.

Nr.	Affaldsfraktioner i blandet deponeringseget affald	Antal læs hvor affaldsfraktionen er observeret	Gennemsnit for affald fra industrier og bygge- og anlæg (antal sorterede læs: 9)	Gennemsnit for kommunalt affald/storskrald (antal sorterede læs: 4)	Samlet gennemsnit for 13 læs	Maks. % observeret i et læs
1	Pap og papir	8 læs	3,4 %	5,7 %	4,0 %	71 %
2+3	Blød+hård plast	12 læs	4,8 %	7,4 %	5,5 %	31 %
4	Jern og metal	6 læs	4,0 %	0 %	3,0 %	14 %
5	Mineraluld	5 læs	1,2 %	6,1 %	2,4 %	10 %
6	Træ	10 læs	5,7 %	16,3 %	8,4 %	33 %
7	Flamingo, skumisolering m.m.	3 læs	0,1 %	0 %	0,1 %	0,5 %
8	Tekstiler, gulvtæpper (inkl. gummibelægning)	2 læs	0,5 %	3,3 %	1,2 %	38 %
9	Gummi/dæk	3 læs	0,4 %	1,3 %	0,6 %	15 %
10	Elektronik	3 læs	0,1 %	0,2 %	0,2 %	2 %
11	Tagpap	5 læs	4,1 %	5,4 %	4,4 %	31 %
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	6 læs	11,4 %	0 %	8,6 %	73 %
13	Komponenter sammensat af flere materialer (f.eks. møbler)	7 læs	7,0 %	3,6 %	6,1 %	54 %
14	Restfraktion	11 læs	48,6 %	49,8 %	48,9 %	74 %
15	Gipsplader	3 læs	3,1 %	0,3 %	2,4 %	39 %
16	Beton og træ (sammensat)	1 læs	1,4 %	0 %	1,0 %	17 %
17	Linoleum	1 læs	1,9 %	0 %	1,4 %	24 %
18	Dagrenovation	3 læs	2,2 %	0 %	1,6 %	71 %
19	Eternit, tagplader	1 læs	0,02 %	0 %	0,01 %	0,3 %
20	Ventilationsrør	1 læs	0 %	0,6 %	0,2 %	1 %
21	Madræs	2 læs	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,9 %
	Total	-	100 %	100 %	100 %	-

### 3.4.2 Diskussion af forsøgsresultater

#### 3.4.2.1 Affald i læs af blandet karakter

I sorteringerne er opnået viden om sammensætningen af affald i læs af blandet karakter, som kort ud fra ovenstående tabel 3.3 kan sammenfattes til:

- Fraktioner som udgør mere end 10%:
  - Restfraktion (48,9%)
- Fraktioner som udgør mellem 5-10%:
  - Plast (5,5%)
  - Træ (8,4%)
  - Sten, beton, glas m.m. (8,6%)
  - Komponenter sammensat af flere materialer (6,1%)
- Fraktioner som udgør mellem 2-5%:
  - Pap og papir (4,0%)
  - Jern og metal (3,0%)
  - Mineraluld (2,4%)
  - Tagpap (4,4%)
  - Gipsplader (2,4 %)
- Fraktioner som udgør mellem 1-2%:
  - Dagrenovation (1,6%)
  - Linoleum (1,4%)
  - Tekstiler, gulvtæpper (1,2%)
- Fraktioner som udgør mellem 0-1%:
  - Beton og træ, sammensat (1,0%)
  - Gummi/dæk (0,6%)
  - Elektronik (0,2%)
  - Ventilationsrør (0,2%)
  - Flamingo, skumisulering m.m. (0,1%)
  - Madras (0,1%)
  - Eternit, tagplader (0,01%)

#### *Generelt*

Fraktioner, såsom pap og papir, jern og metal, gipsplader m.m., transporteres normalt til genanvendelse. Endvidere vil fraktioner som træ og dagrenovation oftest blive transporteret til forbrændingsanlæg. At disse fraktioner er observeret i blandet affald, skyldes sorteringen ved kilden, hvor det f.eks. kan have været vanskeligt at adskille fraktionerne fra øvrige affaldsfraktioner.

#### *Restfraktion*

Det er observeret, at ca. halvdelen af dette affald er restfraktion, som er tilbage efter sorteringen. Restfraktionen består af små affaldsstykker (ca. 0-20 cm) af de øvrige fraktioner, der blev observeret i de pågældende læs.

Således vil det være vanskeligt ud fra en praktisk synsvinkel at adskille/udsortere ca. halvdelen af affaldet i læs af blandet karakter.

I sorteringen på AV Miljø d. 17. februar 2000 med affald fra en boligforening blev 1/5 af restfraktionen sorteret manuelt yderligere ca. ½ time. Heraf blev 41% udsorteret som sten, mens der fra den resterende del af restfraktionen (stort set) ikke kunne udsorteres mere, idet den bestod af mange forskellige materialer og af så små affaldsstykker, at det ikke var praktisk muligt indenfor en rimelig tidshorisont at sortere yderligere.

Fotos af restfraktioner fra diverse sorteringer ses i bilag 2.

Yderligere beskrivelse af restfraktionen er vanskelig, men generelt kan det siges, at restfraktionen vil bestå af små affaldsstykker af de fraktioner, der ellers er blevet observeret i forsøgene. Endvidere kan restfraktionen bestå af mange små materialer, som ikke kan iagttages ved sådanne sorteringsforsøg, såsom opfej, gulvafslib el. lign.

Da restfraktionen udgør halvdelen af det affald i læs af blandet karakter, og da der kan være en væsentlig udvaskning fra denne fraktion, bør den undersøges nærmere.

#### *Metode til sortering*

Udgangspunktet ved sorteringerne var, at et læs skulle kunne sorteres i løbet af max. 3 timer (se forsøgsbeskrivelse i afsnit 3.2). Hvis en sortering af et læs tager længere tid, vurderes metoden ikke at være praktisk anvendelig.

Således blev sorteringen, udført på AV Miljø d. 17. februar 2000 (se bilag 1.3), standset efter sortering af 1/5 af restfraktionen, idet dette ville have taget flere timer. Endvidere blev det vurderet, at restfraktionen var så homogen, at de resterende 4/5 svarede til den sorterede 1/5.

Ved sorteringen på Gerringe Deponeringsanlæg d. 15. februar 2000 (se bilag 1.4) blev sorteret ca. 1/3, da det blev vurderet, at læsset var homogent, bestående hovedsageligt af 5 fraktioner.

Samme dag blev ved den næste sortering (angivet i bilag 1.5) observeret en stor fraktion dagrenovation. Dagen efter sorteringen blev det klart, at vejningen af fraktionen med dagrenovation var fejlbehæftet, og da vejningen ikke kunne gentages, blev vægten beregnet ud fra læssets samlede vægt.

Ved den sidste sortering samme dag (se bilag 1.6) blev sorteret ca. 1/3 af læsset, idet læsset var homogent, bestående hovedsageligt af 4 fraktioner. Ved de efterfølgende beregninger viste det sig, at reelt kun 16-19% af læsset var blevet sorteret. Selvom det kun var 16-19% af læsset, der blev sorteret, vurderes det, at den sorterede del af læsset er repræsentativ for hele læsset.

Sorteringen, udført d. 15. februar 2000, blev udført på 3 forskellige læs inden for en dag, hvoraf kun ca. 1/3 af 2 af læssene blev sorteret. Det blev i løbet af dagen vurderet, at informationen fra det sorterede affald ville være mere repræsentativ, hvis der blev sorteret på flere læs i stedet for kun et læs. Desuden blev det vurderet, at den delvise sortering af 2 af læssene var repræsentativ for alt affaldet i læssene.

Ved sorteringerne, udført af I/S REFA d. 22. februar 2000 på Gerringe Deponeringsanlæg (se bilag 1.7-1.9) og d. 14. marts 2000 på Hasselø Nor Deponeringsanlæg, blev den usorterede del af læssene ikke vejnet (denne vejning blev dog udført ved sorteringen angivet i bilag 1.10), hvorved en kontrol og beregning af differencen ved vejningerne ikke er mulig for disse sorteringer.



Ved sorteringerne, udført af I/S REFA d. 22. februar og d. 14. marts, blev mellem 30-60% af læssene sorteret, hvorefter det blev antaget, at den usorterede andel af læssene havde den samme fordeling af fraktioner. Denne antagelse vurderes at være rimelig, da læssene kun bestod af 4-6 fraktioner.

#### *Usikkerhed ved sortering*

Vejeudstyrets usikkerhed ved vejning i sorteringsforsøgene er for små vægte ca.  $\pm 1$  kg og for brovægte  $\pm 20$  kg. Generelt er den samlede usikkerhed ca. 10%, hvoraf den største usikkerhed findes ved vejning af forholdsvis små mængder (ca. 100 kg) på brovægtene. Usikkerheden ved sorteringerne er så stor, at den ikke alene kan forklares med vægtenes unøjagtighed. Endvidere kan en del af usikkerheden skyldes, at der går affald tabt ved af- og påfyldninger, samt at der medtages grus fra sorteringspladsens bund ved slutvejningen af restfraktionen. Et bidrag til usikkerheden er også, at en del af det sorterede affald kan være blandet ind i sorteringspladsens bundgrus og derfor ikke kunne vejes med i fraktionerne.

Præcisionen ved vejning af mindre mængder (0-100 kg) på lille vægt vurderes generelt som værende høj. Usikkerheden er højere ved vejning af de lette fraktioner, såsom papir, plast, mineraluld m.m., da usikkerheden er relativ stor i forhold til de små mængdeværdier.

Ved sorteringen d. 8. februar 2000 på AV Miljø blev fraktionen ventilationsrør vejet på brovægt, da rørene fyldte så meget, at det ikke var muligt at veje dem på den lille vægt. Der er således en væsentlig usikkerhed ved vejningen af denne fraktion, men efter forholdene var dette den bedste praktisk anvendelige mulighed for vejning.

#### *3.4.2.2 Blandet affald i læs af ensartet karakter*

For AV Miljø og Gerringe Deponeringsanlæg er blandet affald fra industri og bygge- og anlæg i læs af ensartet karakter registreret, som vist i tabel 3.1 og 3.2 i afsnit 3.3.3.

Visse af affaldsfraktionerne i disse læs er meget særegne fra nogle bestemte virksomheder i de pågældende regioner. Afhængig af mængden af disse fraktioner bør det for hver fraktion vurderes, om den kan accepteres til deponering på det pågældende anlæg.

For AV Miljø vil det især være fraktionerne glasaffald, foliebelagt blødt plast, filtermateriale (fra kemisk produktion), tomme malerbøtter inkl. indtørret maling og kabler, for hvilke der er deponeret mere end 100 ton i 1999 og som bør vurderes nærmere.

For Gerringe Deponeringsanlæg vil det især være fraktionerne kompost/spagnum og aske fra frøforbrænding, som bør vurderes nærmere.

### **3.4.3 Praktiske erfaringer ved beskrivelse af sammensætningen af blandet affald til deponering**

#### *Affald i læs af blandet karakter*

Sorteringerne har givet et indblik i, hvilke fraktioner det blandede affald er sammensat af.

Sorteringerne har vist, at det er praktisk muligt med den anvendte sorteringsmetode i udvalgte læs at udsortere halvdelen af det blandede affald i specifikke fraktioner, mens den sidste halvdel (restfraktionen) er vanskelig at sortere yderligere. Det vurderes, at den anvendte sorteringsmetode er praktisk anvendelig som en del af den overensstemmelsestestning (karakterisering på testniveau 2), deponeringsanlæggene skal udføre ifølge direktivet.

En yderligere sortering af restfraktionen vil kræve et væsentligt større mandtimeforbrug eller en anden sorteringsmetode.

I nogle tilfælde kunne det på basis af deponeringsanlæggenes kildeoplysninger lade sig gøre at udvælge læs, som kunne være repræsentative for bestemte kilder.

I andre tilfælde viste det sig at være vanskeligt at udvælge læs med blandet affald af blandet karakter baseret på deponeringsanlæggenes kildeoplysninger, idet disse ofte kun indeholdt oplysninger om, hvilken vognmand der leverer læssene og ikke oplysninger om, hvilke kilder vognmændene henter affaldet fra. Hvis al udvælgelse af læs skulle være sket ud fra kildeoplysninger, ville det have krævet en væsentlig større indsats og mandtimeforbrug.

I de tilfælde, hvor læs ikke kunne vælges ud fra kildeoplysninger, blev indkomne læs valgt af deponeringsanlæggenes personale ud fra visuel inspektion og vurdering af, om læssene var af blandet karakter. På AV Miljø var antallet af læs med affald af blandet karakter meget lavt i projektperioden, og i stedet var de fleste læs med blandet affald af ensartet karakter.

I afsnit 7 er angivet en procedure for, hvorledes det kan undersøges (bl.a. ved brug af sortering for affald i læs af blandet karakter), om blandet affald kan optages på positivlisten for et deponeringsanlæg.

#### *Blandet affald i læs af ensartet karakter*

Registreringen af læs med blandet affald af ensartet karakter (indeholder maksimalt 3 fraktioner) blev foretaget ud fra personalets erfaringer og kildeoplysninger. En mere præcis registrering af dette kan ske ved, at personalet over en periode på f.eks. 2-3 måneder (eller længere) observerer og registrerer, hvilke fraktioner de ensartede læs består af. Det foreslås, at observationerne udføres ved tipfronten, da man på dette sted på deponeringsanlægget kan få overblik over indholdet i de pågældende læs.

# 4 Indledende kortlægning af affaldets udvaskningsegenskaber

Ved optagelse af en given affaldsfraktion på positivliste indgår vurdering af affaldets udvaskningsegenskaber som en meget vigtig del.

I det følgende gives en kort introduktion til udvaskningsforholdene, herunder specielt vandgennemstrømningen, på et deponeringsanlæg. Herefter omtaler testsystemer og testmetoder for affald kort, hvorefter resultater fra gennemførte udvaskningsforsøg opsummeres, og der redegøres for eksempler på perkolatdata fra deponeringsanlæg med etaper hvorpå der er deponeret relevante affaldsfraktioner. Med relevante affaldsfraktioner menes affald som i fremtiden ønskes optaget på positivlisten for et givet deponi. Afslutningsvis forsøges perkolatdata sammenstillet med resultater fra udvaskningsforsøg.

## 4.1 Introduktion til udvaskningsforholdene på et deponeringsanlæg

Perkolat genereres ved infiltration af regnvand gennem deponeret affald. Infiltrationen og dermed den genererede perkolatmængde på et givet anlæg afhænger af lokalspecifikke forhold som nedbør, vegetation, overfladeafstrømning m.v. Den typiske infiltration på et deponeringsanlæg i Danmark er 100-200 mm/år, /14/. Det kan bemærkes, at der ved et dansk deponeringsanlæg for affaldsforbrændingslagger med en overdækning bestående af 1 m græsbevokset overjord over en periode på ca. 27 år er observeret en nettoinfiltration på 32 % af nedbøren, svarende til 130 – 250 mm/år, /15/.

Ved regnens infiltration gennem affaldet udvaskes forskellige stoffer fra affaldet. Jo mere regnvand, der strømmer gennem en given affaldsmængde, jo større bliver den akkumulerede mængde af et givet stof, som udvaskes (og jo mindre bliver, for de fleste komponenters vedkommende, koncentrationsniveauet i perkolatet). Det er derfor ofte hensigtsmæssigt at beskrive de akkumulerede udvaskede stofmængder som funktion af mængde infiltreret regnvand/mængde affald deponeret (L/S forholdet).

Vurdering af stofudvaskningen fra en aktuel etape ud fra L/S forholdet er vanskelig i opfyldningsfasen, inden etaper er slutopfyldt. Efter slutopfyldning er mængde affald deponeret (S) konstant, og L/S forholdet er således stigende over tiden. For et givet deponeringsanlæg/en given etape vil der være en direkte sammenhæng mellem L/S og tiden.

Sammenhængen mellem tiden og L/S kan for et deponeringsanlæg med gennemsnitshøjden H (m) og densiteten d ( $t/m^3$ ) kan beskrives ved følgende ligning:

$$T = (L/S) \times d \times H/I_n$$

hvor T (år) betegner den tid, der er forløbet siden fremkomsten af det første perkolat, L ( $m^3$ ) er den akkumulerede mængde perkolat, der er produceret til

tidspunktet  $T$ ,  $S$  (t) er den samlede masse (på tørstofbasis) af det deponerede materiale, og  $I_n$  (m/år) er den gennemsnitlige, årlige nettoinfiltration af nedbør i deponiet /16/.

I tabel 4.1a er der ved hjælp af ligningen som eksempler foretaget en beregning af den tid, det for en række kombinationer af højde og nettoinfiltration for et deponeringsanlæg kan forventes at tage, inden udvaskningen har nået et punkt, der svarer til L/S-værdier på henholdsvis 0,5 m<sup>3</sup>/t og 1,0 m<sup>3</sup>/t. Der er i alle tilfælde regnet med en gennemsnitlig tørdensitet på 1,5 t/m<sup>3</sup>. I tabel 4.1b er det for de samme scenarier beregnet, hvilke L/S - værdier, der vil være opnået efter henholdsvis 30 og 50 år.

Tabel 4.1a

Sammenhæng mellem tid, L/S-forhold, nettoinfiltration og højde af deponeret affald (affaldets densitet er sat til 1,5 t/m<sup>3</sup>).

H (m)	$I_n$ (mm/år)	L/S (m <sup>3</sup> /t)	T (år)
5	50	0,5	75
5	50	1,0	150
5	100	0,5	38
5	100	1,0	113
5	200	0,5	19
5	200	1,0	56
10	50	0,5	150
10	50	1,0	300
10	100	0,5	75
10	100	1,0	225
10	200	0,5	38
10	200	1,0	113
20	50	0,5	300
20	50	1,0	600
20	100	0,5	150
20	100	1,0	450
20	200	0,5	75
20	200	1,0	225

Tabel 4.1b

Beregning af de gennemsnitlige L/S-værdier, som opnås på henholdsvis 30 og 50 år for de samme scenarier, som er vist i tabel 4.1a.

H (m)	ln (mm/år)	T (år)	L/S (m <sup>3</sup> /t)
5	50	30	0,20
5	50	50	0,33
5	100	30	0,40
5	100	50	0,67
5	200	30	0,80
5	200	50	1,34
10	50	30	0,10
10	50	50	0,17
10	100	30	0,20
10	100	50	0,33
10	200	30	0,40
10	200	50	0,67
20	50	30	0,05
20	50	50	0,08
20	100	30	0,10
20	100	50	0,17
20	200	30	0,20
20	200	50	0,33

Den overordnede strategi mht. affaldsacceptkriterier i vejledning for affaldsdeponering /3/ er, at det, inden affald accepteres til deponering, skal sandsynliggøres, at perkolatet fra affaldet vil være acceptabelt i områdets grundvand, senest efter 30 år. Dette skal blandt andet ved gennemførelse af niveaudelt testning af affaldet.

Af tabel 4.1a og 4.1b fremgår det, at man må regne med, at L/S for mange danske deponeringsanlæg typisk vil være mindre end 1 l/kg (= m<sup>3</sup>/t) efter 30 års forløb, og at udvaskningen derfor ikke nødvendigvis er faldet til det påkrævede lave niveau. Det er derfor muligt, at det vil være nødvendigt at underkaste affaldet en vidtgående forbehandling, inden det deponeres, og/eller at øge vandstrømningen gennem det deponerede affald gennem en forøgelse af infiltreringen af nedbør eller ligefrem gennem tilsætning af ”ekstra” vand.

## 4.2 Niveaudelt testning

I henhold til deponeringsvejledningen /3/ og det nye EU-direktiv om affaldsdeponering /7/ skal karakteriseringen af affald til deponering foregå i henhold til det hierarkiske system, som er udviklet af CEN/TC 292, og som består af tre niveauer:

- Niveau 1: Karakteriseringstestning
- Niveau 2: Overensstemmelsestestning
- Niveau 3: Identifikationstestning

Karakteriseringstestning på niveau 1 er en grundig undersøgelse og dokumentation af en given affaldstypes sammensætning og egenskaber i relation til deponering og til specifikke krav vedrørende anbringelse på en given type deponeringsenhed. Ved karakteriseringstestningen skal den pågældende affaldstypes opførsel og

udvaskningsegenskaber, samt disses afhængighed af diverse faktorer (pH, redox-potentiale, m.v.), søges belyst både på kort og langt sigt. Testning på niveau 1 vil skulle gennemføres for at få en affaldstype godkendt og placeret på en positivliste, og vil være reference for testning på niveau 2 og 3. Karakteriseringstestning skal principielt kun gennemføres én gang for en given affaldstype og behøver kun at blive gentaget, når en allerede karakteriseret affaldsstrøm ændrer egenskaber. For affaldstyper, som tilhører velbeskrevne affaldsstrømme, kan selve karakteriseringstestningen delvis erstattes af veldokumenterede litteraturdata, såfremt det kan godtgøres, at de anvendte data rent faktisk er dækkende for de pågældende affaldstyper.

Overensstemmelsestestning på niveau 2 gennemføres for at kontrollere om en affaldstype, som allerede er testet på niveau 1 og placeret på positivlisten for en given deponeringsenhed, fortsat har de egenskaber, som lå til grund for positivlistningen. Overensstemmelsestests er forholdsvis enkle procedurer, som fokuserer på egenskaber, der er fastlagt ved karakteriseringstestning. Resultatet af en overensstemmelsestest bør kunne sammenholdes direkte med et sæt acceptkriterier, som bør være fastsat på grundlag af testning på niveau 1 under hensyntagen til de i 3/ beskrevne principper. For samme affaldstype fra samme affaldsproducent vil testning på niveau 2 skulle gennemføres f.eks. én gang om året. Et læs affald vil således typisk kunne ankomme til en deponeringsenhed med en attest eller deklARATION, som dels dokumenterer, at der indenfor det seneste årstid er udført en overensstemmelsestest på den pågældende affaldstype, dels angiver resultatet af denne test sammenlignet med de relevante acceptkriterier.

Verifikationstestning på niveau 3 har til formål at sikre, at ethvert læs affald, som modtages på en deponeringsenhed, svarer til beskrivelsen i den medfølgende deklARATION. Testning på niveau 3 skal derfor udføres for hvert læs affald, som accepteres til deponering. Verifikationstestningen skal være hurtig og simpel og vil formentlig oftest kunne begrænses til en visuel inspektion af affaldet inden og under aflæsningen af dette.

### 4.3 Testmetoder

Blandt de testmetoder, som kan henføres til niveau 1, kan nævnes:

- Totalanalyser til bestemmelse af affaldets sammensætning, herunder glødetab og/eller total organisk kulstof (TOC).
- Metoder til bestemmelse af materialets pH, alkalinitet (titreringskurver) og redoxpotentiale (hvis det er relevant).
- Tests til bestemmelse af udvaskningspotentialer for et materiale (tilgængelighedstest).
- Metoder til bestemmelse af stofudvasknings afhængighed af pH (pH-statisk udvaskning eller ANC-test (acid neutralisation capacity test, en test, hvor udvaskningen udføres efter tilsætning af en fast mængde syre eller base).
- Kolonnetests og/eller lysimetertests til bestemmelse af stofudvaskningen som funktion af L/S for granulære materialer.
- Tankudvaskningstests til bestemmelse af stofudvaskningen som funktion af tiden for monolitiske materialer (bestemmelse af diffusion). Disse tests anvendes p.t. meget lidt i Danmark.
- Diverse fysiske/geotekniske tests.

Blandt de testmetoder, som kan henføres til niveau 2, kan nævnes:

- Batchudvaskningstests i 1 eller 2 trin til etablering af en overensstemmelse med den forventede stofudvaskning som funktion af L/S.
- Analyser af faststoffasen til bestemmelse af indholdet af specifikke uorganiske eller organiske komponenter.
- Metoder til bestemmelse af TOC og/eller glødetab samt pH og alkalinitet.
- Det kan eventuelt blive aktuelt at udføre kortvarige kolonneudvaskningstests til bestemmelse af stofudvaskningen ved lave L/S-forhold.

”Testning” på niveau 3 vil, som nævnt ovenfor, normalt ikke kræve gennemførelser af egentlige testprocedurer.

For en nærmere beskrivelse af de forskellige testmetoder kan der henvises til Miljøprojekterne 414 og 415 /6, 10/. Nogle af de ovennævnte testmetoder, herunder specielt lysimeter- og kolonneudvaskningstests samt i nogle tilfælde også batchudvaskningstests, forsøges ofte anvendt til i større eller mindre omfang at simulere de udvaskningsforløb, som forventes for deponeret affald.

For visse typer inert og mineralsk affald i monodeponier er det formentlig muligt at foretage en sådan simulering, dvs. at tilvejebringe en sammenhæng mellem resultaterne af laboratorietests udført på det tilførte materiale og kvaliteten af det dannede perkolat eller fluxen af forureningskomponenter ud af deponiet som funktion af tiden. En sammenligning af denne karakter forudsætter blandt andet kendskab til de hydrauliske forhold i deponiet, således at det gennemsnitlige L/S-forhold for det deponerede affald kan beregnes.

Som et bidrag til tolkningen af testresultater, specielt med henblik på beskrivelse af udvaskningen på længere sigt kan det ofte være hensigtsmæssigt at supplere udvaskningstestene med hydrogeokemiske ligevægtsberegninger.

I de fleste tilfælde må det imidlertid forventes at være vanskeligt eller umuligt at simulere de faktiske udvaskningsforhold i et deponi ved hjælp af forholdsvis simple laboratorietests udført på separate affaldsfraktioner. Dette skyldes dels, at det meste affald i deponier forekommer som komplekse blandinger af en række komponenter, som påvirker hinanden, dels at L/S-forholdene i mange tilfælde ikke er særligt godt beskrevet. Endvidere kan de hydrauliske forhold for et deponi variere lokalt som følge af etapevis opbygning og/eller på grund af inhomogeniteter. I stedet for at forsøge at gennemføre egentlige simuleringer af udvaskningsforløbet bør man måske i disse tilfælde snarere fokusere på de ønskede/uønskede egenskaber, som udvaskningen fra de enkelte fraktioner kan tilføre deponiet/det samlede perkolat, samt på de interaktioner og reaktioner, som kan tænkes at forekomme mellem de forskellige affaldstyper og perkolaterne fra disse.

#### 4.4 Eksisterende udvasknings- og karakteriseringsdata for affald til deponering

Der foreligger kun i begrænset omfang danske erfaringer med miljømæssig karakterisering, herunder specielt undersøgelser af udvaskningsegenskaberne, af affald, der skal deponeres. Nogle enkelte affaldsstrømme er dog meget velundersøgte; dette gælder blandt andet en række restprodukter fra energiproduktion og affaldsforbrænding, herunder materialer som kulflyveaske og slagge fra affaldsforbrænding, som forekommer i store mængder, og som er

interessante med henblik på nyttiggørelse eller anbringelse i specialdeponi uden bundmembran.

#### 4.4.1 Oversigt over affaldstyper, for hvilke der eksisterer danske testdata

Der findes udvasknings- og karakteriseringsdata for bl.a. følgende affaldstyper:

- Kulflyveaske (sammensætning, tilgængelighed, pH-forhold og alkalinitet, lysimeter-, kolonne- og batchudvaskning).
- Slagger fra kulforbrænding (sammensætning, kolonne- og batchudvaskning).
- Afsvovlingsgips fra kulfyrede kraftværker (kolonneudvaskning).
- Semitørt restprodukt fra kulfyrede kraftværker (sammensætning, lysimeter, kolonne- og batchudvaskning).
- Slagger fra affaldsforbrænding (sammensætning, TOC og glødetab, pH-forhold, udvaskning som funktion af pH, kolonne- og batchudvaskning). Der findes data både for frisk slagge, lagret slagge og slagge, som har været anvendt til vejbygning.
- Flyveaske og forskellige slags røggasrensingsprodukter fra affaldsforbrændingsanlæg (sammensætning, pH-forhold, lysimeter-, kolonne- og batchudvaskning). Disse affaldstyper er kategoriseret som farligt affald.
- Shredderaffald (batchudvaskning).
- Blandet "inert" affald fra containerplads (sammensætning, pH-forhold, tilgængelighed, batchudvaskning).
- Vinduesglas (sammensætning, pH-forhold, tilgængelighed, batchudvaskning).
- Gipsplader (sammensætning, pH-forhold, tilgængelighed, batchudvaskning).
- Vejopfej fra amtsveje (sammensætning, pH-forhold, tilgængelighed, batchudvaskning).
- Vejopfej fra motorveje (sammensætning, pH-forhold, tilgængelighed, batchudvaskning).
- Spildevandsslam (partielt indhold af forureningskomponenter, batchudvaskning).
- Knust beton fra vejunderlag (sammensætning, pH-statisk udvaskning, tilgængelighed, kolonne- og batchudvaskning).
- Stabilt grus fra vejunderlag (sammensætning, pH-statisk udvaskning, tilgængelighed, kolonne- og batchudvaskning).
- Termisk behandlet jord (batchudvaskning).
- Diverse typer jord forurenede med uorganiske og organiske stoffer (sammensætning, pH-forhold, kolonne- og batchudvaskning).

#### 4.4.2 Kort karakteristik af stofudvaskningen fra de enkelte affaldstyper

##### *Kulflyveaske*

Kulflyveaske er et forholdsvis velkarakteriseret materiale, og der foreligger data for såvel sammensætning, pH-forhold, alkalinitet, m.v. som udvaskningsegenskaber (tilgængelighed, lysimeter-, kolonne- og batchudvaskning). Flyveaskens egenskaber afhænger i nogen grad af kulstype og forbrændings- og røggasrensningsteknologi, men der findes dog en række generelle træk ved flyveaske fra danske kraftværker. De fleste danske kulflyveasker er alkaliske, og hovedkomponenterne i perkolatet er primært Na, K, Ca,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^-$  og  $\text{OH}^-$ . For de alkaliske flyveasker udgøres perkolatets indhold af sporelementer især af Cr, Mo, Se, As og V på oxynationform. B er også til stede på ppm-niveau. De sporelementer, som oftest findes i de højeste koncentrationer i perkolatet er Cr og Mo.



Koncentrationerne af de fleste af perkolatets indholdsstoffer er højest ved lave L/S-værdier og falder til lave koncentrationer efterhånden som udvaskningen skrider frem. Dette gælder dog ikke altid for bl.a. As, som kan være opløselighedskontrolleret. Tilsvarende vil koncentrationerne af sulfat og calcium ofte forblive på niveauet for opløseligheden af gips over et betydeligt tidsrum. Fra de sjældnere forekommende sure flyveaske kan der i stedet for oxyanioner udvaskes bl.a. Cd, Cu og Pb. Udvasningsdata for kulflyveaske kan bl.a. findes i /10/ og /17/.

#### *Kulbundaske (slagge fra kulforbrænding)*

Kulbundaske er altid blevet betragtet som forholdsvis harmløst med hensyn til stofudvaskning, og der findes ikke særlig mange undersøgelser heraf. En undersøgelse fra Miljøstyrelsen /18/ viste et begrænset potentiale for udvaskning af såvel salte som sporelementer for en række forskellige kulbundasker. Dette er blevet bekræftet af nyere kolonneudvaskningsforsøg med kulbundaske /10, 12/. Batchudvaskningstests udført i 1999, /12/, synes at vise, at kulbundaske vil kunne overholde de kriterier, som i Miljøstyrelsens ny bekendtgørelse om genanvendelse af jord og restprodukter til bygge- og anlægsformål opstilles for kategori 2 og 3 /19/.

#### *Gipsaffald (afsvovlingsgips og gipsplader)*

Gips forekommer som en komponent i mange typer affald. De største enkeltkilder er formentlig afsvovlingsgips fra kulfyrede kraftværker og kasserede gipsplader fra husbygning. Mens den del af afsvovlingsgipsen, som ikke kan nyttiggøres, deponeres i monodeponier, findes gipsplader og stumper af gipsplader ofte i såvel blandet som "inert" affald. Der findes data for sammensætning og stofudvaskning fra begge produkter. Data for sammensætning og udvaskning fra afsvovlingsgips findes eksempelvis i /11/.

Det skal bemærkes, at afsvovlingsgips er et forholdsvis rent gips-produkt, idet hovedparten af røggassens indhold af sporelementer og tungmetaller opkoncentreres i slammet fra rensning af spildevandet fra røggasrensningssprocessen. Kolonneudvaskningsforsøg viser således, at perkolat fra afsvovlingsgips typisk består af en mættet opløsning af calciumsulfat (600 – 700 mg/l af Ca og 1400 – 1600 mg/l af  $\text{SO}_4^{2-}$ ), som i starten desuden kan indeholde lidt andre salte (Cl, Na, K, Mg) samt meget små mængder sporelementer /11/. Batchudvaskningstests udført på gipspladeaffald viser lignende resultater /6/. Gipsaffaldet, som blev nedknust før testningen, havde et indhold af TOC på ca. 5 g/kg, og 15 % af dette kunne udvaskes ved en 2-trins batchudvaskningstest ved L/S = 0-2 og 2-10 l/kg (prEN 12457-3). I /6/ findes data for sammensætning og tilgængelighed samt resultater af batchudvaskningstests (prEN 12457-3) for gipsplader.

#### *Røggasrensningssaffald fra den semitørre proces på kulfyrede kraftværker*

Hovedkomponenterne i restprodukterne fra den semitørre afsvovlingsproces på kulfyrede kraftværker er calciumsulfit og overskudskalk. Produkterne blandes oftest med flyveaske, inden de deponeres. Stofudvaskningen fra det flyveaskeholdige røggasrensningssaffald har været undersøgt både ved laboratorie- og lysimeterudvaskningsforsøg, /11, 17/. Indholdsstofferne i perkolatet er nogenlunde de samme som i perkolat fra kulflyveaske (se ovenfor), dog normalt i noget lavere koncentrationer, men med højere indhold af  $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$  og Cl. Indholdet af calciumsulfat afhænger af de lokale forhold, da der oftest vil ske en langsommere eller hurtigere oxidation af sulfitten til sulfat, og dermed en omdannelse af den meget lidt opløselige calciumsulfit til den noget mere opløselige calciumsulfat. De

ovenfor nævnte laboratorieudvaskningsforsøg omfatter såvel kolonne- som batchudvaskningstests.

#### *Slagger fra affaldsforbrænding*

Der foreligger en lang række karakteriseringsdata, herunder også udvaskningsdata, for slagger fra affaldsforbrændingsaffald, se f.eks. /21/. De fleste udvaskningsundersøgelser på affaldsforbrændingsslagger er udført med forholdsvis friske slagger, som oftest har et højt pH. Slagger, som nyttiggøres, lagres normalt i én til flere måneder, inden de anvendes. Herved sker der blandt andet en karbonatisering af de stærkt alkaliske oxider/hydroxider, og pH falder typisk fra værdier på 11 - 12 til værdier på 8-9. Dette har stor indflydelse på udvaskningsforholdene for nogle af de pH-følsomme sporelementer. pH-sænkningen vil normalt medføre en reduceret opløselighed af bl.a. Pb og Zn, mens der er risiko for en lille forøgelse af opløseligheden af bl.a. Cd. Det må antages, at der også sker en, om end måske mindre, sænkning af pH for slagger, der deponeres. Dette vil dog afhænge af, hvor lang tid og hvordan slaggerne lagres inden deponeringen, og hvorledes deponeringen finder sted. Der foreligger dog såvel batch- som kolonneudvaskningsdata for affaldsforbrændingsslagger, der har været lagret, og dermed har fået sænket pH /12/. Der foreligger også en 27-årig tidsserie af perkolatsammensætningen som funktion af L/S for et fuldskaladeponi med en blanding af slagger og flyveaske /12, 15, 22/. Perkolat fra affaldsforbrændingsslagger har generelt et betydeligt indhold af salte (sulfater og klorider af Na, K og Ca) og et moderat til lavt indhold af sporelementer/tungmetaller. Indholdet af opløst organisk stof, DOC eller NVOC, afhænger især af udbrændingsgraden.

#### *Flyveaske og røggasrensingsprodukter fra affaldsforbrændingsaffald*

Flyveaske og røggasrensingsprodukter fra affaldsforbrændingsanlæg er karakteriseret forholdsvis grundigt med hensyn til sammensætning og udvaskningsegenskaber /20, 21, 23, 24/. Disse restprodukter er alle klassificeret som farligt affald, og vil skulle behandles, før de kan deponeres. De er især karakteriseret ved et højt indhold af opløselige salte, specielt kalciumklorid, et betydeligt indhold af restkalk (semitørre og tørre produkter) og et betydeligt indhold af sporelementer/tungmetaller, som med få undtagelser især er associeret med flyveasken. Perkoalatet fra flyveaske og røggasrensingsprodukter er karakteriseret ved i starten at have meget høje saltindhold og betydelige indhold af en række sporelementer/tungmetaller, herunder Pb og Zn (specielt ved høje pH-værdier).

#### *Blandet "inert" affald fra containerplads*

Blandet "inert" affald, som kom fra en containerplads og skulle anbringes på en fyldplads, er blevet nedknust og karakteriseret med hensyn til sammensætning, tilgængelighed for udvaskning og udvaskning ved en to-trins batchtest ved  $L/S = 0-2$  og  $2-10$  l/kg (prEN 12457-3), se /6/. Indholdet af gipsplader i det "inerte" affald viste sig at være tilstrækkeligt til at frembringe en mættet opløsning af kalciumklorid i begge trin af batchudvaskningstesten. Sporelementerne Cr, Cu og Pb udvaskedes i moderate mængder, dog ikke mere end at affaldet vil kunne overholde de kriterier, som i Miljøstyrelsens ny bekendtgørelse om genanvendelse af jord og restprodukter til bygge- og anlægsformål opstilles for kategori 3 /19/. Kravene for kategori 1 og 2 overskrides dog for sulfat, Cr, Cu og Pb. Eluatet fra udvaskningstestene har et højt pH (12,2), hvilket formentlig skyldes nedknusningen af noget af den keramik og beton, som affaldet også indeholder.

#### *Vinduesglas*

En af komponenterne fra det blandede "inerte" affald, nemlig vinduesglas, er blevet nedknust og karakteriseret særskilt med hensyn til sammensætning, tilgængelighed for udvaskning og udvaskning ved en to-trins batchtest ved  $L/S = 0-2$  og  $2-10$  l/kg (prEN 12457-3), se /6/. Stofudvaskningen fra det nedknuste glas er begrænset. Dog overholder det nedknuste glas ikke kravet for bly til kategori 1 og 2, som er opstillet i Miljøstyrelsens ny bekendtgørelse om genanvendelse af jord og restprodukter til bygge- og anlægsformål /19/.

#### *Vejopfej*

Der foreligger data for sammensætning, tilgængelighed for udvaskning og udvaskning ved en to-trins batchtest ved  $L/S = 0-2$  og  $2-10$  l/kg (prEN 12457-3) for vejopfej fra amtsveje og motorvej, udtaget i det storkøbenhavnske område i november 1995 /6/. Udvasningen af både salte og sporelementer er begrænset, dog overskrides kravene til udvaskning af Cu, Ni og Pb for kategori 1 og 2a i Miljøstyrelsens udkast til ny bekendtgørelse om genanvendelse af jord og restprodukter til bygge- og anlægsformål, mens kravene til kategori 2b kan overholdes. Vejopfejets indhold af TOC er  $1,5 - 3,0$  % /w/w), og i to-trins testen udvaskes der  $200 - 400$  mg NVOC/kg vejopfej.

#### *Slam fra spildevandsrensingsanlæg*

I /6/ refereres en undersøgelse af indhold og udvaskning af sporelementer og visse organiske stoffer fra spildevandsslam. Stofudvaskningen er undersøgt ved hjælp af en ét-trins batchudvaskningstest ved  $L/S = 10$  l/kg. Der udvaskes betydelige mængder P og sporelementer, herunder Cr, Cu, Mn, Ni, Pb og Zn samt i nogle tilfælde også Cd. Endvidere sker der en betydelig udvaskning af NVOC ( $3700 - 22000$  mg NVOC/kg slam (på tørstofbasis).

#### *Knust beton*

Der er gennemført en karakterisering, som bl.a. omfatter bestemmelse af sammensætning, tilgængelighed for udvaskning og stofudvaskning (to-trins batchudvaskningstest og kolonneudvaskningstest), af knust beton, som i nogle år har været anbragt som underlag i en asfalteret vej /6/. Stofudvaskningen er meget begrænset, og materialet overskrider kun for Cr ( $25$  µg/l mod de tilladte  $< 10$  µg/l) kravene til kategori 1 og 2a i 2a i Miljøstyrelsens udkast til ny bekendtgørelse om genanvendelse af jord og restprodukter til bygge- og anlægsformål, mens kravene til kategori 2b derfor kan overholdes.

### *Shredderaffald*

Shredderaffald eller bilfragmenteringsaffald/skrotaffald er et meget blandet produkt, som bl.a. består af støv og fnugget materiale, metal, plast, ledningsstumper, træ, glas og sten, ofte med et mindre indhold af olie o.lign. Det er således en blanding af uorganisk og organisk materiale. DHI (dengang VKI) har i første halvdel af 1990'erne udført kolonne- og batchudvaskningstests på prøver af shredderaffald fra A/S B.K. Kristiansen og fra Stolpehuse /13, 25/. Af resultaterne fremgår det, at der udvaskes moderate mængder salte (ca. 400 mg klorid/kg affald ved L/S = 10 l/kg) og moderate mængder sporelementer/tungmetaller (Cd, Cu, Ni, Pb og Zn). Udvasningen af NVOC er betydelig (for et produkt er der udvasket 840 mg/kg ved L/S = 10 l/kg, for et andet 1500 mg/l ved L/S = 2 l/kg). Sammen med en betydelig udvaskning af total-N og en forholdsvis høj koncentration af Fe i eluatet fra et kolonneforsøg viser det høje NVOC-indhold, at der under udvasningen af shredderaffald kan forekomme biologisk aktivitet. Dette kan medføre udvikling af anaerobe forhold, og disse kan påvirke udvaskningsforløbet for en række komponenter på måder, som er vanskelige at simulere ved accelererede laboratorieforsøg. I prøverne af shredderaffald er der fundet indhold af hydrocarboner (fortrinsvis rester af svær olie) på 340 – 650 mg/kg. Det kan bemærkes, at de undersøgte prøver af shredderaffald ikke vil kunne overholde kravene til metaludvaskning for kategori 1 og 2 i Miljøstyrelsens ny bekendtgørelse om genanvendelse af jord og restprodukter til bygge- og anlægsformål, /19/.

### *Forurenede jord*

Forurenede jord er et vidt begreb og kan derfor ikke beskrives generelt. Til illustration og beregning af nogle scenarier er der i denne rapport som eksempler anvendt udvaskningsdata for nogle forurenede jordprøver. En af disse er en forurenede "topjord" fra en tidligere træimpregneringsgrund i Over Jerstal i Sønderjylland. Ved kolonneudvaskningsforsøg med jorden, der kan karakteriseres som sandet muld med en pH-værdi ( $\text{CaCl}_2$ ) på 5,3, ses en betydelig udvaskning især af As, Cu og Zn /12/.

### *Termisk behandlet jord*

Der er udført tottrinsbatchudvaskningstest på blandeprøve af termisk behandlet jord. Der ses en vis udvaskning af makroioner, og relativ høj udvaskning af arsen.

Nedenstående tabel giver en kvalitativ opsummering af forsøgsresultater for affaldsfraktioner som vurderes at være relevante i forhold til opstilling af et affaldskatalog. For samtlige affaldsfraktioner er antallet af undersøgte prøver meget sparsomt. For en mere kvantitativ vurdering af enkeltkomponenters udvaskning fra de enkelte affaldsfraktioner henvises til ovenstående tekst samt de angivne referencer.

Tabel 4.2

Opsummering af udvaskningsforsøg fra udvalgte affaldsfraktioner.

Affaldsfraktion/Test	Testresultater
Termisk behandlet jord. Karakterisering og tottrinsbatchudvaskningstest på en blandeprøve (L/S=0-2 l/kg, L/S=2-10 l/kg) /9/.	Eluat er svagt alkalisk, med relativt høj ledningsevne. En vis udvaskning af makroioner, relativ høj udvaskning af As.
Blandet inert affald. Karakterisering, tilgængelighed og tottrinsbatchudvaskningstest på tre prøver (L/S = 0-2 l/kg, L/S=2-10 l/kg) /6/.	Betydelig udvaskning af salte specielt Ca og sulfat. Noget udvaskning af Cr, Cu. Moderat udvaskning af organisk stof.
Vindues glas. Karakterisering, tilgængelighed og tottrinsbatchudvaskningstest på en prøve (L/S = 0-2 l/kg, L/S=2-10 l/kg) /6/.	Begrænset stofudvaskning. Noget udvaskning af bly og minimal udvaskning af organisk stof.
Gipsplader. Karakterisering, tilgængelighed, tottrinsbatchudvaskningstest på en prøve (L/S = 0-2 l/kg, L/S=2-10 l/kg) /6/ og kolonneudvaskningsforsøg /11/.	Betydelig udvaskning af salte specielt Ca og sulfat. Noget udvaskning af Cu, Ni, Zn. Noget udvaskning af organisk stof.
Vejopfej, amtsvej. Karakterisering, tilgængelighed og tottrinsbatchudvaskningstest på fem prøver (L/S = 0-2 l/kg, L/S=2-10 l/kg) /6/.	Begrænset udvaskning af salte. Noget udvaskning af Cu, Ni, Pb, Zn. Moderat udvaskning af organisk stof.
Vejopfej, motorvej. Karakterisering, tilgængelighed og tottrinsbatchudvaskningstest på en prøve (L/S = 0-2 l/kg, L/S=2-10 l/kg) /6/.	Begrænset udvaskning af salte. Noget udvaskning af Cu, Ni, Pb, Zn. Moderat udvaskning af organisk stof.
Slagger fra affaldsforbrænding. Karakterisering, Serielt batchforsøg på 3-5 prøver (L/S = 0-2 l/kg, L/S=2-10 l/kg) /6/, kolonneudvaskningsforsøg /12/.	Betydelig udvaskning af salte. Noget udvaskning af Cu. Lav udvaskning af organisk stof.
Slam fra spildevandsrensingsanlæg. Indhold og batchudvaskningstest på slam fra 13 anlæg (L/S=10 l/kg) /6/.	Betydelig udvaskning af organisk stof og makroioner. Salte er ikke analyseret.
Knust beton fra vejunderlag. Karakterisering, tilgængelighed og kolonneudvaskningsforsøg /13/.	Begrænset udvaskning af salte og tungmetaller.
Shredderaffald. Batch- og kolonneudvaskningsforsøg /13/.	Moderat udvaskning af salte og sporelementer. Betydelig udvaskning af NVOC og total-N.

#### 4.5 Perkolatdata fra relevante etaper på deponeringsanlæg

I et forsøg på at få en indikation af udvaskningen af salte, makroioner m.v. fra affaldsfraktioner som nu og i fremtiden forventes deponeret, er der indhentet eksempler på perkolatdata fra aktuelle etaper på eksisterende deponeringsanlæg.

Følgende kriterier blev opstillet for udvælgelse af egnede etaper:

- Ingen tidligere eller nuværende deponering af dagrenovation og haveaffald på etappen.
- Minimal tidligere eller nuværende deponering af brændbart affald på etappen.
- Deponerede affaldstyper samt mængden af disse er registreret for hele etappens levetid.
- Der udtages periodevis perkolatprøve fra etappen.
- Mulighed for at opstille af vandbalance for etappen, dvs. alt perkolat opsamles.

Det ville desuden være ønskeligt, at etappen var slutopfyldt, således at udvaskningen kunne følges over tiden med stigende L/S forhold. Det kriterium var det dog ikke muligt, at opfylde.

Det viste sig derudover, at være meget vanskeligt, at finde etaper som opfyldte de fem første kriterier. Dette skyldes blandt andet, at der på flere deponeringsanlæg kun udtages en samlet perkolatprøve for alle etaper, samt at der på flere deponeringsanlæg tidligere er deponeret betydelige mængder brændbart affald.

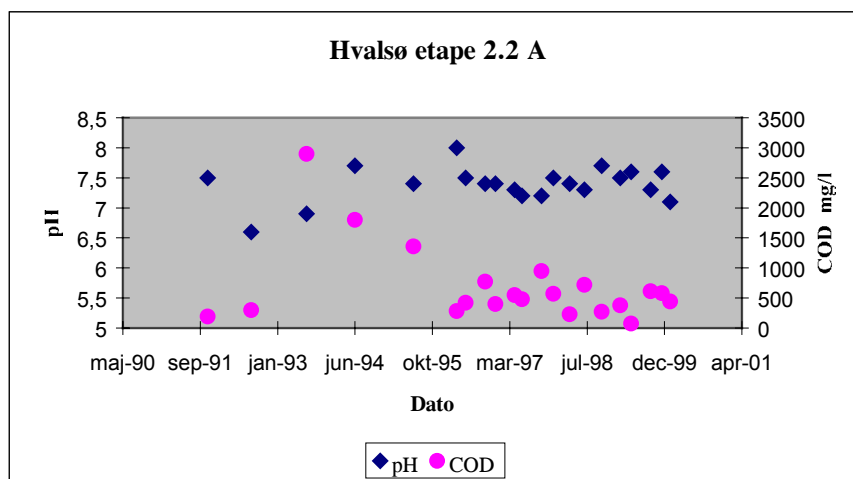
Der er indhentet perkolatdata fra to etaper med shredderaffald, to etaper med blandet affald samt to etaper med mineralisk affald.

I bilag 3 ses relevante data for de enkelte etaper, samt skemaer med de indhentede perkolatdata.

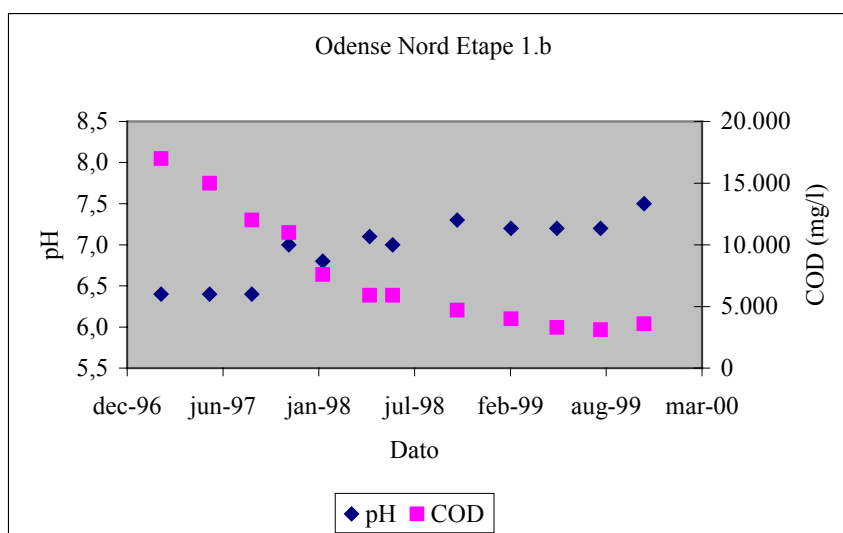
Etapen med blandet affald på Stengårdens losseplads i Hvalsø udgør 23.500 m<sup>2</sup>. Etapen har i perioden fra 1991 fået tilført industriaffald, gadeopfej, sorteringsrest fra genbrugsplads og jord. Etapen med blandet affald på Odense Nord har siden 1996 fået tilført industriaffald, bygningsaffald, storskrald, ristestof, jord og ca. 20 % shredderaffald. Derudover er der mellemdeponeret ca. 10 % brændbart affald på etappen på Odense Nord. Ingen af etaperne er slutopfyldt.

Perkolatdata fra etappen på Odense Nord viser tegn på, at der er deponeret noget letnedbrydeligt organisk affald. Der ses således indledningsvist høje værdier af COD og BOD, og forholdet BOD/COD falder over perioden fra 0,9-0,3. Chlorid ligger i perioden på værdier fra 1500-3000 mg/l, med en tendens til stigning over perioden. I forbindelse med den indledningsvise lavere pH værdi i perkolatet ses en større metaludvaskning end senere i perioden.

Udviklingen i perkolatet fra etappen på Hvalsø losseplads stemmer overens med, at der er deponeret affald med lavt organisk indhold /8/. COD er således forholdsvis lavt med værdier under 1000 mg/l efter 1995. pH ligger bortset fra opstartsfasen på værdier fra 7-8 og der ses en begrænset metaludvaskning. Chlorid ligger i perioden på værdier fra 500-1500 mg/l. Der ses en tendens til stigning i udvaskningen af Na og K over perioden.



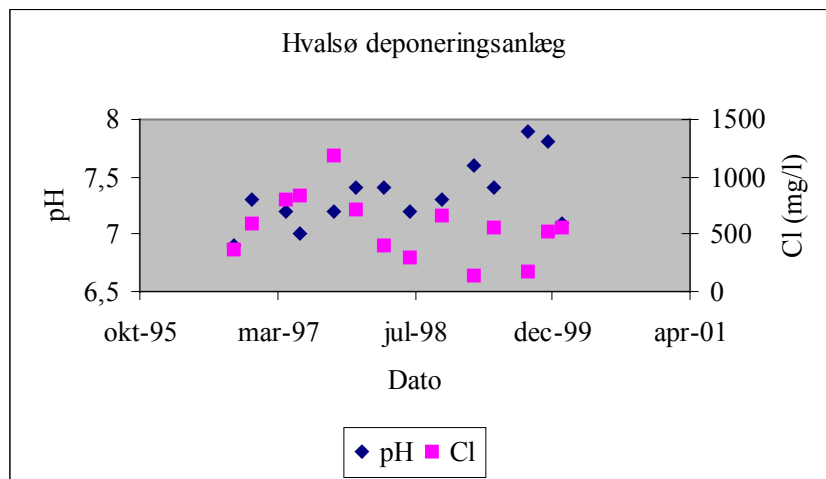
Figur 4.1  
COD og pH i perkolat fra Hvalsø deponeringsanlæg, blandet affald



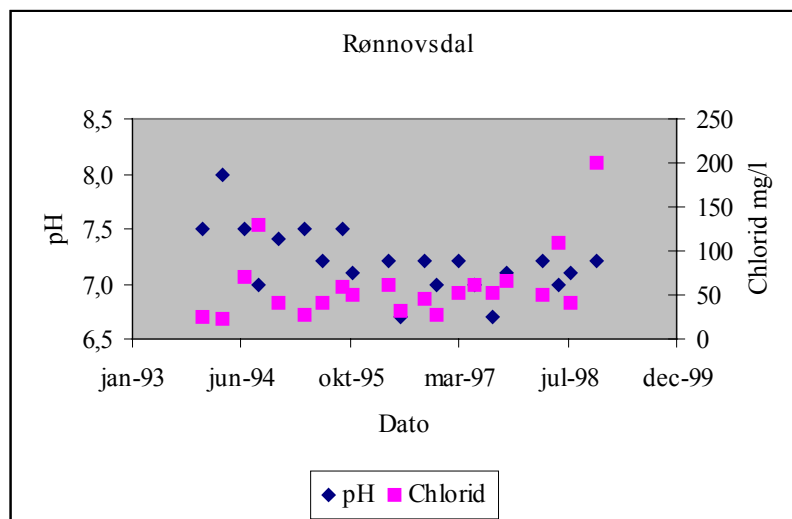
Figur 4.2  
COD og pH i perkolat fra Odense Nord, blandet affald

Etapen med mineralsk affald på Hvalsø losseplads udgør ca. 2700 m<sup>2</sup>. Etaben har i perioden fra 1996 fået tilført metalforurenet jord. Etaben er ikke slutoptyldt. Etaben med mineralsk/inert affald på AVV's miljøanlæg i Rønnovsdal ved Hjørring har siden 1990 modtaget ca. 50.000 tons inert og mineralsk affald. Etaben udgør ca. 14.000 m<sup>2</sup>, og er fortsat i drift.

Overordnet stemmer udviklingen i perkolatet fra de to etaper overens med perkolat fra affald med lavt organisk indhold. Der er stor variation på klorid og ledningsevne over perioden. Den gennemsnitlige værdi for klorid er på ca. 500 mg/l for etappen på Hvalsø og på under 100 mg/l for etappen på Rønnovsdal. COD er lav med en gennemsnitsværdi for de sidste 2 år på under 200 mg/l for begge etaper. I perioden ses pH-værdier på 7-8. Endelig ses på etappen på Hvalsø en minimal metaludvaskning samt en vis udvaskning af Na og K over perioden.



Figur 4.3  
Chlorid og pH i perkolat fra Hvalsø deponeringsanlæg, mineralisk affald

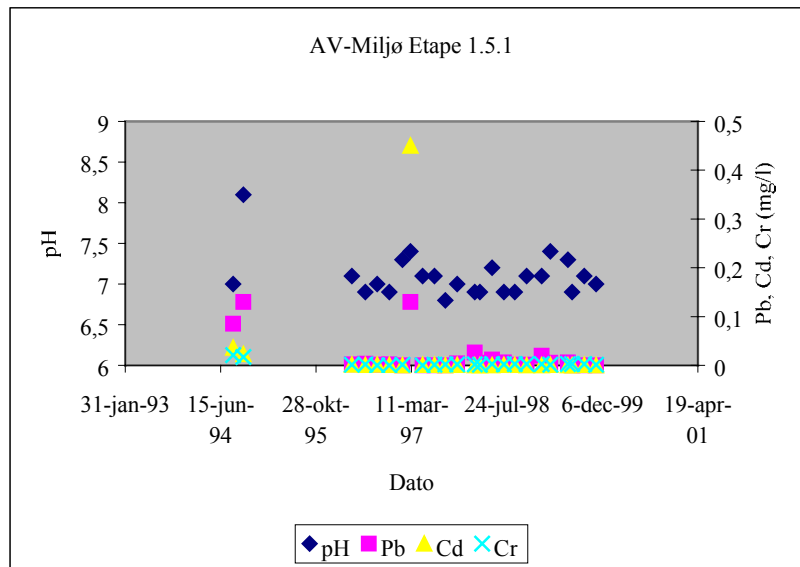


Figur 4.4  
Chlorid og pH i perkolat fra Rønnovsdal deponeringsanlæg, mineralisk affald

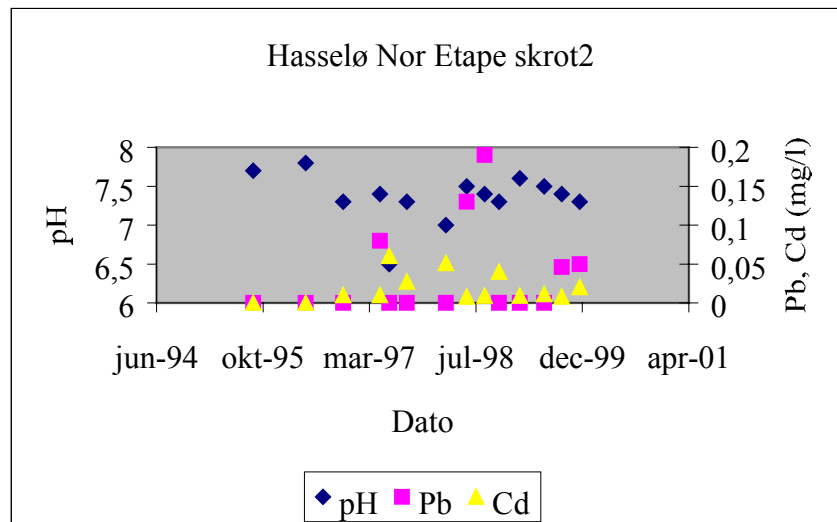
Etapen på Hasselø Nor udgør 2500 m<sup>2</sup>. Etapen fik i 1997 tilført ca. 3.000 tons shredderaffald. Etapen har ikke senere fået tilført affald, men er fortsat i drift. Etapen med shredderaffald på AV-Miljø udgør 5.500 m<sup>2</sup>. Etapen har i perioden fra 1993 fået tilført shredderaffald, i alt ca. 31.000 tons.

Bortset fra enkelte afvigelser ses for etaperne pH værdier fra 6,8-7,8. Generelt ses en forholdsvis begrænset metaludvaskning med perkolatet, dog med udsving på op til 190 µg/l for bly, 450 µg/l for cadmium og 550 µg/l for chrom.





Figur 4.5  
Pb, Cd, Cr og pH i perkolat fra AV-Miljø, Shredderaffald



Figur 4.6  
Pb, Cd og pH i perkolat fra Hasselø Nor, Shredderaffald

#### 4.6 Vurdering af udvaskningsdata

Som tidligere angivet er der betydelige forskelle på de forhold, hvorunder udvaskningsforsøgene er gennemført og de forhold hvorunder affaldet udvaskes på et givet deponeringsanlæg.

Følgende forhold kan have stor betydning for udvaskningen, men kan ikke vurderes ud fra laboratorie-udvaskningsforsøg:

- I en affaldscelle i et givet deponeringsenhed vil der være en vis "fortynding" af den undersøgte affaldsfraktion, idet der som oftest også vil være deponeret andre affaldsfraktioner.
- Eventuel biologisk aktivitet i affaldsfraktionen kan ikke ses i udvaskningsforsøg.

- Strømningsforholdene på den enkelte deponeringsenhed kan ikke simuleres ved et udvaskningsforsøg.

De indhentede perkolatdata stammer alle fra etaper som fortsat er under opfyldning. L/S forholdet er derfor forholdsvis lavt og stiger og falder alt efter forholdet mellem den affaldsmængde som deponeres og den gennemstrømmende vandmængde.

I bilag 4 ses tabel med eluatkoncentrationer efter kolonneudvaskningstest for affaldsfraktioner, hvor sådanne er angivet. Eluatkoncentrationerne er angivet for udvalgte L/S forhold i intervallet fra 0 til 2 l/kg. For udvalgte deponeringsanlæg angives desuden de nyeste perkolatdata fra relevante etaper. Da etaperne ikke er slutopfyldt er den angivne L/S værdi den minimale L/S værdi, idet kun det seneste års nettonedsivning er medtaget i beregningen af L/S forholdet.

Ud fra bilag 4 er der udvalgt data for udvaskning fra affaldsfraktioner som vurderes at være relevante for opstilling af affaldskataloget i kapitel 6. I nedenstående tabel angives eluat og perkolat koncentrationer for udvalgte komponenter fra relevante affaldsfraktioner.

Tabel 4.4  
Intervaller for eluat- og perkolatkoncentrationer for udvalgte affaldsfraktioner

Komponent		Shredderaffald (1 sæt eluatdata)	Shredderaffald (2 sæt perkolatdata)	Shredderaffald (1 sæt eluatdata)	Jord, mineralsk affald (1 sæt eluatdata)	Jord, mineralsk affald(2 sæt perkolatdata)	Jord, mineralsk affald (1 sæt eluatdata)
Kilde:		/13/	indsamlede data, se bilag 4	/13/	/12/	indsamlede data, se bilag 4	/12/
L/S		0-0,2	0,045-0,2	1-10	0-0,1	0,04-0,06	0,1-1
pH		7,7	7,3-7,4	8	7,2	7,1-7,7	7,4
Lednings- evne	mS/m	520	i.a.	40	95	147-234	160
Chlorid	mg/l	760	i.a.	3,7	53	100-349	91
COD	mg/l	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	71-120	i.a.
total-N	mg/l	34	i.a.	3,7	i.a.	i.a.	i.a.
Sulfat	mg/l	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Cd	mg/l	0,0084	0,0009-0,02	0,0029	0,0003	0,0013	<0,00005
Cr	mg/l	i.a.	0,0016-0,03	i.a.	0,0011	i.a.	0,0014
Cu	mg/l	i.a.	0,006-0,04	i.a.	0,01	i.a.	0,0071
Pb	mg/l	0,12	0,005-0,05	0,012	0,0003	<0,009	<0,0002

Komponent		Gips (1 sæt eluatdata)	Gips (1 sæt eluatdata)	Knust beton (1 sæt eluatdata)	Knust beton (1 sæt eluatdata)	Blandet affald (2 sæt perkolatdata)
Kilde:		/11/	/11/	/12/	/12/	indsamlede data, se bilag 4
L/S		0-0,01	0,92-1,36	0-0,09	0,19-0,50	0,005-0,008
pH		6,7	7,5	12,4	12,4	7,1-7,5
Ledningsev- ne	mS/m	524	224	840	530	921-1820
Chlorid	mg/l	690	0,4	410	150	1400-3020
COD	mg/l	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	440-3600
total-N	mg/l	3,21	0,011	i.a.	i.a.	880
Sulfat	mg/l	2080	1280	11	4	i.a.
Cd	mg/l	0,0072	0,00003	<0,00005	<0,00005	0,001-0,0035
Cr	mg/l	0,04	<0,025	0,079	0,034	i.a.
Cu	mg/l	0,0086	0,0008	0,043	0,0086	i.a.
Pb	mg/l	0,0013	<0,0005	0,00073	0,00072	0,014

Generelt indgår for den laveste L/S værdi data fra kolonneforsøg samt perkolatdata fra deponeringsanlæg. Den største L/S værdi for hver affaldsfraktion svarer til udvaskning i 30 år for en standard deponeringsenhed, jvf. bilag 4. Eluatdata fra L/S svarende til 30 år er angivet, hvor der er udført kolonneforsøg for den angivne affaldsfraktion.

Det fremgår af tabellen, at der for shredderaffald på kort sigt udvaskes en moderat mængde salte, og at der på lang sigt (efter 30 år) udvaskes en lille mængde salte. Der ses desuden en moderat udvaskning af tungmetaller, med et fald i eluatkoncentrationen efter 30 år.

De udvalgte data for mineralsk affald stammer fra kolonneforsøg på byjord, samt deponeringsenheder hvor der er deponeret mineralsk affald, hovedsagelig i form af jord. Det fremgår, at der på kort sigt ses en moderat udvaskning af salte, og at der på lang sigt (efter 30 år) ses en lille udvaskning af salte. Der ses desuden over perioden en moderat til lille udvaskning af tungmetaller.

Eluatdata for gips og knust beton stammer udelukkende fra kolonneforsøg. For gips ses på kort sigt en moderat udvaskning af salte samt en begrænset udvaskning af tungmetaller. På lang sigt ses en lille udvaskning af salte og tungmetaller. På både kort og lang sigt ses en betydelig udvaskning af sulfat. For knust beton ses over perioden en moderat udvaskning af salte, samt en moderat til lille udvaskning af metaller.

Data fra blandet affald stammer fra etaper på Hvalsø og Odense Nord, som ikke modtager organisk affald. Der er udelukkende data fra lave L/S værdier. På kort sigt ses en moderat udvaskning af salte, tungmetaller og organisk stof.

For en stor del af affaldsfraktionerne som blev udsorteret fra det blandede affald eksisterer der på nuværende tidspunkt ingen forsøgsresultater som kan anskueliggøre sammenhængen mellem L/S forholdet og den akkumulerede udvaskede mængde af en given komponent.

## 5 Acceptniveauer ved perkolatudsivning

I det følgende beskrives forholdene omkring frigivelse af perkolat fra et deponeringsanlæg til det omgivende miljø.

### 5.1 Acceptniveauer

I forbindelse med en miljøkonsekvensvurdering ved frigivelse af perkolat fra et deponeringsanlæg skal der fastsættes acceptniveauer for perkolatkoncentration før opblanding i grundvandet samt for akkumuleret flux af et givent stof til grundvandet.

På baggrund af grundvands- og recipientkvalitetskravene, som for hvert deponeringsanlæg fastsættes af de enkelte amter, estimeres acceptniveauerne ved frigivelse af perkolat fra deponeringsanlægget.

Beregningerne er lokalitetsspecifikke, idet de lokale hydrogeologiske forhold sammen med affaldstype og fyldhøjde udgør en væsentlig del af beregningsgrundlaget.

Tidshorizonten for opnåelse af de beregnede acceptniveauer for perkolatkoncentrationer og akkumulerede stofflux vurderes på baggrund af viden om udvaskningsforløbet for den pågældende affaldstype samt viden om udvaskningsgraden i affaldet udtrykt ved L/S forholdet.

Udvaskningsforløbet for forskellige affaldstyper vurderes generelt igennem udvaskningsforsøg, hvor den akkumulerede stofflux til forskellige L/S forhold bestemmes. L/S forholdet er lokalitetsspecifik og bestemmes ud fra udvaskningstid, nettoinfiltrationen samt kendskab til affaldstype og fyldhøjde.

Estimeringen af tidshorizonten for opnåelse af acceptable perkolatkoncentrationer har bl.a. til formål at bidrage til vurderingen af, om det er realistisk at behandle perkolatet inden for en tidsramme på 30 år, og om det overhovedet er realistisk at opnå acceptable perkolatkoncentration i forhold til de fastsatte grundvands- og recipientkvalitetskrav.

### 5.2 Grundvands- og recipientkvalitetskrav

Ved beregning af acceptable perkolatkoncentrationer i forbindelse med frigivelse af perkolat til det omgivende miljø skal grundvands- og recipientskvalitetskrav fastsættes. Kvalitetskravene skal fastsættes i samarbejde med myndighederne på baggrund af grundvandsklassifikationen for området omkring og nedstrøms for deponeringsanlægget samt målsætningen for den primære og eventuelt den sekundære recipient. Den primære recipient kan være fersk eller marin, mens den sekundære recipient pr. definition er marin.

I nedenstående tabel 5.1 er vejledende kvalitetskrav for grundvand og hhv. fersk- og marin recipient angivet for udvalgte stoffer. Herudover er vejledende udledningskoncentration for enkelte stoffer angivet.

Tabel 5.1  
Kvalitetskrav og udledningskrav i µg/l medmindre andet er angivet.

Stof	Kvalitetskrav Grundvand <sup>3)</sup>	Kvalitetskrav Ferskvand <sup>4)</sup>	Kvalitetskrav Saltvand <sup>4)</sup>	Koncentration Udledningsvand <sup>5)</sup>
Chlorid	300 mg/l	300 mg/l		
COD	ca. 3 <sup>1)</sup>			<75 mg/l
Total-N	12 <sup>2)</sup>			<8 mg/l
SO <sub>4</sub>	50			
K	10			
As	8			
Cd	0,5	5	2,5	
Cr	25	10	1	
Cu	100	12	2,9	
Pb	1	3,2	5,6	
Hg	1	1	0,3	
Zn	100	110	86	
Ni	10	160	8,3	

- 1) Beregnet ud fra permanganattallet, hvor kravet er 12 mg/l.
- 2) Beregnet som summen af NO<sub>3</sub>-N og NH<sub>4</sub>-N ud fra et krav på hhv. 50 mg/l og 0,5 mg/l.
- 3) Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998. Oprydning på forurenede lokaliteter – hovedbind.
- 4) Bekendtgørelse nr. 921 af 8. oktober 1996 om kvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af visse farlige stoffer til vandløb, søer eller havet.
- 5) Bekendtgørelse nr. 310 af 25. april 1994 om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4.

Ved udledning af perkolat til en primær recipient skal den miljømæssige påvirkning vægtes i forhold til den aktuelle målsætning for recipienten, som er fastlagt af de enkelte amter og som fremgår af regionplanerne.

Der skelnes mellem 3 hovedmålsætninger: Skærpet, basis og lempet målsætning benævnt A, B og C målsætninger, der kan være opdelt i A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> osv. Målsætningerne er fastsat på baggrund af en afvejning af naturinteresser mod andre interesser, såsom spildevandsudledning, vandindvinding osv.

Den miljømæssige effekt ved udsivning af perkolatpåvirket grundvand til en recipient vurderes ud fra en stoffluxbetragtning sammenholdt med viden om minimumsvandføring, målsætning, udløb til målsat sekundær recipient m.m.

Grundvandskvalitetskravene er generelt gældende for drikkevand i områder med særlige drikkevandsinteresser. Ved frigivelse af perkolat til grundvandet skal den miljømæssige påvirkning vurderes i forhold til den aktuelle grundvandsklassifikation i området omkring og nedstrøms for deponeringsanlægget, samt tilstedeværelse af væsentlige vandindvindingsinteresser nedstrøms for anlægget.

Det er op til de enkelte amter at fastsætte, i hvilken afstand fra deponeringsanlægget grundvandskvalitetskravene skal være overholdt ud fra en samlet vurdering af området generelle grundvandskvalitet, nuværende og fremtidige vandindvindingsinteresser, afstand til kysten m.m.

### 5.3 Modeller for frigivelse af perkolat

Perkolat fra et deponeringsanlæg bør principielt kunne frigives til det omgivende miljø senest 30 år efter, at deponeringen er afsluttet, og anlægget er slutfærdiget. Kriteriet for frigivelsen af perkolat skal være defineret ved angivelse af

perkolatkoncentrationer, som kan accepteres i grundvandet og ved angivelse af en maksimal akkumuleret stofflux til grundvandet.

Tidshorisonten for frigivelsen af perkolat afhænger af udvaskningsgraden og dermed af de lokale hydrologiske forhold omkring deponeringsanlægget samt af affaldssammensætningen og dermed udviklingen i sammensætning og koncentrationsniveau i perkolatet.

Ved frigivelse af perkolat fra et deponeringsanlæg vil der i første omgang ske en opblanding og en fortynding i grundvandet under anlægget. Perkolatet vil herefter blive transporteret med grundvandet til den nærmeste nedstrøms beliggende recipient, defineret som den primære recipient, der kan være fersk eller marin.

For alle nyanlagte deponeringsanlæg er den primære recipient per definition marin som følge af kystnærhedsprincippet, mens den primære recipient for mange ældre deponeringsanlæg i mange tilfælde er fersk som følge af en placering langt fra kysten.

Acceptniveauerne ved frigivelse af perkolat kan beregnes ved en fortyndingsbetragtning, hvor bl.a. fortyndingsfaktoren i grundvandsmagasinet indgår.

### **5.3.1 Fortyndingsfaktor**

Fortyndingsfaktoren er en dimensionsløs talværdi for graden af fortynding i det grundvandsmagasin, som udgør den primære recipient for udsivende perkolat. Fortyndingsfaktoren er en funktion af grundvandsmagasinet's hydrauliske egenskaber og transportafstanden til en sekundær recipient, drikkevandsboring m.m.

Fortyndingsfaktoren kan beskrives ud fra en Darcy strømningbetragtning, hvor perkolatets fortynding og spredning i grundvandet beregnes. Miljøstyrelsens risikoberegningsprogram JAGG, beskrevet i Vejledning nr. 6 og 7, 1998, fra Miljøstyrelsen, er et modelværktøj til beregning af stofkoncentrationer i grundvandet i forskellige afstande fra kilden og ved forskellige opblandingsdybder.

Risikoberegningerne er her opdelt i 3 trin, hvor trin 1 er en konservativ beregning af stofkoncentrationen i grundvandet lige under forureningskilden, trin 2 er en konservativ beregning af koncentrationen i grundvandet i en given afstand fra kilden, og trin 3 er en beregning af stofkoncentrationen som under trin 2, men regnet med stofs specifik sorption og nedbrydning.

Modelværktøjet kræver kendskab til aquiferens hydrauliske egenskaber udtrykt ved den hydrauliske ledningsevne, den hydrauliske gradient, den langsgående dispersivitet samt den effektive porøsitet.

Afhængig af den geologiske kompleksitet og den aktuelle problemstilling, f.eks. forhold omkring den regionale grundvandsklassifikation, kan det vælges at opstille en egentlig numerisk grundvandsmodel til en mere detaljeret beskrivelse af spredningsveje for perkolatet i grundvandet.

Fortyndingsfaktoren kan som en forsimplet niveaugivelse beregnes som forholdet mellem arealet af et indvindingsopland til et vandværk og arealet af et givent deponeringsanlæg.

Fortyndingsfaktoren kan alternativt beregnes som forholdet mellem afstanden fra første betydende opstrøms grundvandsskel til nærmeste marine recipient og længden af deponeringsanlægget i grundvandets strømningsretning. En nærmere beskrivelse af forskellige modeller til beregning af fortyndingsfaktorer er angivet i /1/.

Som udgangspunkt kan F i mange tilfælde sættes til 10 som en første tilnærmelse, /10/. I beregningseksemplerne er der benyttet en fortyndingsfaktor på 10 som eksempel.

### 5.3.2 Fortyndingsbetragtning

En forsimplet beskrivelse af den acceptable perkolatkoncentration i grundvandet samt den specifikke acceptable stofflux ved frigivelse af perkolat fra et deponeringsanlæg kan opstilles ved at betragte fortyndingsfaktoren i aquiferen, /10/.

Den acceptable perkolatkoncentration  $C_{acc}$  ved frigivelse af perkolat fra et deponeringsanlæg til grundvandet beregnes som en funktion af recipientkvalitetskrav og fortyndingsfaktoren sammen med en grundvandsprioriteringsfaktor og en infiltrationsreduktionsfaktor:

$$C_{acc} = C_{krav} \cdot F \cdot P \cdot IR$$

hvor  $C_{krav}$  er grundvands- eller recipientkvalitetskrav  
F er fortyndingsfaktor  
P er en grundvandsprioriteringsfaktor  
IR er en infiltrationsreduktionsfaktor

Grundvandsprioriteringsfaktoren sættes normalt til 1 svarende til et område med særlige drikkevandsinteresser. I tilfælde, hvor grundvandet kan nedprioriteres, kan faktoren sættes højere.

Infiltrationsreduktionsfaktoren beskriver, hvor mange gange nettoinfiltrationen reduceres som følge af overfladeafstrømning, kompaktering af slutafdækning samt andre forhold, der har indflydelse på størrelsen af nettoinfiltrationen gennem affaldet.

Den akkumulerede acceptable stofflux,  $M_A$ , beregnes som en funktion af recipientkvalitetskrav, fortyndingsfaktor samt udvaskningsgrad:

$$M_A = C_{krav} \cdot F \cdot P \cdot T_k \cdot I / (d \cdot H)$$

hvor  $T_k$  er udvaskningstiden  
I er nettoinfiltrationen  
D er fyldets bulkmassefylde  
H er fyldhøjde



$M_A$  er et udtryk for den akkumulerede acceptable udvaskede stofmængde i mg/kg til tiden  $T_k$  ved den kriterierelaterede L/S værdi  $(L/S)_k$  svarende til  $T_k$ :

$$(L/S)_k = T_k \cdot I / (IR \cdot d \cdot H)$$

hvor  $d$  er fyldets bulkmassefylde

Hvert acceptniveau for akkumuleret acceptabel stofflux,  $M_A$ , sammenlignes med den akkumulerede udvaskede stofmængde,  $UM_A$ , fundet ved udvaskningsforsøg ved et givent L/S forhold. Ideelt set vil et recipientkvalitetskriteriet kunne overholdes, hvis følgende betingelser opfyldt:

$$UM_A < M_A$$

Baggrundskoncentrationen af et givent stof i grundvandet kan indgå i beregningen igennem en korrektion af grundvands- eller recipientkvalitetskravet  $C_{krav} / 10$ .

#### 5.4 Beregningseksempler

I det følgende præsenteres en række eksempler på anvendelsen af fortyndingsbetragtningerne til fastlæggelse af acceptniveauer. Beregningseksemplerne er opdelt i scenarier efter affaldstype.

Følgende parametre er fælles for alle scenarier:

Fortyndingsfaktor	10
Grundvandsprioriteringsfaktor	1
Infiltrationsreduktionsfaktor	2
Nettoinfiltration	0,3 m/år
Fyldhøjde	8 m

I kapitel 4 gennemgås data fra udvaskningsforsøg. Som angivet er dette datamateriale på nuværende tidspunkt meget mangelfuldt. Ved de efterfølgende beregningseksempler benyttes resultater fra udvaskningsforsøg til fastlæggelse af den akkumulerede udvaskede stofmængde. De gennemførte beregningseksempler er derfor gennemført under hensyntagen til, for hvilke L/S forhold der eksisterer data.

##### 5.4.1 Scenarie 1: Gips

Scenario 1 beskriver beregnede acceptniveauer ved udvaskning af gips, hvor bulkmassefylden er sat til  $0,8 \text{ t/m}^3$ .

Der er lavet beregninger af acceptniveauerne for sulfat, cadmium, kobber og zink. Resultaterne er sammen med resultater fra udvaskningsforsøg præsenteret i tabel 5.2 for et L/S forhold på 0,25 svarende til 10,5 års udvaskning samt for et L/S forhold på 0,57 svarende til ca. 24,5 års udvaskning.

Beregningsgrundlaget er som eksempel vist i tabel 5.3.

Beregningerne af acceptniveauerne for de udvalgte stoffer viser, at acceptniveauet for den akkumulerede acceptable stofflux er overskredet for sulfat og cadmium både efter 10,5 og 24,5 års udvaskning.

De beregnede acceptniveauer for kobber og zink overskrides ikke.

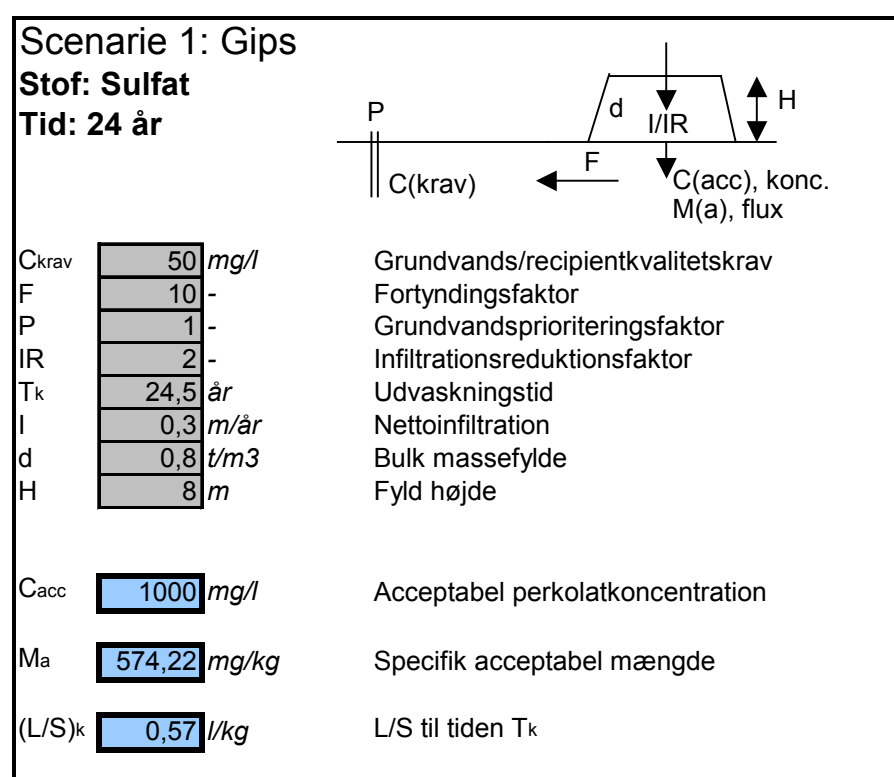
Tabel 5.2

Beregningsresultater for scenario 1. Værdier markeret med fed skrift viser en overskridelse af det beregnede acceptniveau

	$C_{krav}$ mg/l	$(L/S)_k$ l/kg	$T_k$ år	$C_{acc}$ mg/l	$M_A$ mg/kg	$U_{M_A}/11/$ mg/kg
Sulfat	50	0,25	10,5	1.000	246,1	<b>424</b>
		0,57	24,5		574,2	<b>824</b>
Cadmium	0,0005	0,25	10,5	0,01	0,0025	<b>0,01</b>
		0,57	24,5		0,0057	<b>0,011</b>
Kobber	0,1	0,25	10,5	2	0,5	0,0014
		0,57	24,5		1,41	0,0019
Zink	0,1	0,25	10,5	2	0,5	0,017
		0,57	24,5		1,41	0,025

Tabel 5.3

Beregningsgrundlag og –resultater for scenario 1.



#### 5.4.2 Scenarie 2: Byjord

Scenario 2 beskriver beregnede acceptniveauer ved udvaskning af byjord, hvor bulkmassefylden er sat til 1,5 t/m<sup>3</sup>.

Der er lavet beregninger af acceptniveauerne for cadmium, kobber og bly. Resultaterne er sammen med resultater fra udvaskningsforsøg præsenteret i tabel 5.4 for et L/S forhold på 0,1 svarende til 8 års udvaskning samt for et L/S forhold på 0,38 svarende til ca. 30 års udvaskning.

Tabel 5.4  
Beregningsresultater for scenario 2.

	$C_{krav}$ mg/l	$(L/S)_k$ l/kg	$T_k$ år	$C_{acc}$ mg/l	$M_A$ mg/kg	$UM_A/10/$ mg/kg
Cadmium	0,0005	0,1 0,38	8 30	0,01	0,001 0,0038	0,000035 0,00004
Kobber	0,1	0,1 0,38	8 30	2	0,2 0,75	0,0015 0,002
Bly	0,001	0,1 0,38	8 30	0,02	0,002 0,0075	0,000035 0,00008

Beregningerne af acceptniveauerne for de udvalgte stoffer viser, at acceptniveauet for den akkumulerede acceptable stofflux er overholdt for alle stofferne efter 8 års udvaskning.

#### 5.4.3 Scenarie 3: Knust beton

Scenario 3 beskriver beregnede acceptniveauer ved udvaskning af knust beton, hvor bulkmassefylden er sat til 2,3 t/m<sup>3</sup>.

Der er lavet beregninger af acceptniveauerne for cadmium, chrom og kalium. Resultaterne er sammen med resultater fra udvaskningsforsøg præsenteret i tabel 5.5 for et L/S forhold på 0,09 svarende til 11 års udvaskning samt for et L/S forhold på 0,24 svarende til ca. 30 års udvaskning.

Tabel 5.5  
Beregningsresultater for scenario 3. Værdier markeret med fed skrift viser en overskridelse af det beregnede acceptniveau.

	$C_{krav}$ mg/l	$(L/S)_k$ l/kg	$T_k$ år	$C_{acc}$ mg/l	$M_A$ mg/kg	$UM_A/12/$ mg/kg
Cadmium	0,0005	0,09 0,24	11 30	0,01	0,0009 0,0024	0,000005 0,00002
Chrom	0,025	0,09 0,24	11 30	0,045	0,09 0,12	0,000005 0,023
Kalium	10	0,09 0,24	11 30	200	18 48,9	<b>52</b> <b>176</b>

Beregningerne af acceptniveauerne for de udvalgte stoffer viser, at acceptniveauet for den akkumulerede acceptable stofflux er overholdt for cadmium og chrom efter 11 års udvaskning, mens acceptniveauet ikke kan overholdes for kalium efter 30 års udvaskning.

#### 5.4.4 Scenarie 4: Termisk behandlet jord

Scenario 4 beskriver beregnede acceptniveauer ved udvaskning af termisk behandlet jord, hvor bulkmassefylden er sat til 1,8 t/m<sup>3</sup>.

Der er lavet beregninger af acceptniveauerne for cadmium, kobber og arsen. Resultaterne er sammen med resultater fra udvaskningsforsøg præsenteret i tabel 5.6 for et L/S forhold på 2 svarende til 192 års udvaskning.

Tabel 5.6

Beregningsresultater for scenario 2. Værdier markeret med fed skrift viser en overskridelse af det beregnede acceptniveau.

	$C_{krav}$ mg/l	$(L/S)_k$ l/kg	$T_k$ år	$C_{acc}$ mg/l	$M_A$ mg/kg	$UM_A/9$ mg/kg
Cadmium	0,0005	2	192	0,01	0,02	0,0028
Kobber	0,1	2	192	2	4	0,028
Arsen	0,008	2	192	0,16	0,32	<b>0,33</b>

Beregningerne af acceptniveauerne for de udvalgte stoffer viser, at acceptniveauet for den akkumulerede acceptable stofflux er overholdt for cadmium og kobber, mens der for arsen ses en lille overskridelse af acceptniveauet efter 192 års udvaskning.

### 5.5 Følsomhedsvurdering

Som en del af vurderingen af de beregnede acceptniveauer er der i det følgende lavet en følsomhedsvurdering af acceptniveauberegningerne.

Følsomhedsvurderingen tager udgangspunkt i scenario 1 beregningen vist i tabel 5.3 og er udført ved at mindske eller forhøje en følsom parameter og registrere effekten på den beregnede akkumulerede acceptable stofflux. Der justeres kun på en parameter ad gangen.

Der er i følsomhedsvurderingen ændret på fortyndingsfaktoren, infiltrationsfaktoren, bulkmassefylden samt fyldhøjden. Resultaterne fremgår af tabel 5.7.

Tabel 5.7

Resultat af følsomhedsberegninger. Værdier markeret med fed skrift er større end den akkumulerede udvaskede stofmængde,  $UM_A$ , fundet ved udvaskningsforsøg.

	F		IR		$d, t/m^3$		H, m	
Initial beregning ( $L/S = 0,57$ )	10		2		0,8		8	
	$M_A = 574,2$ mg/kg							
Parameter ændring	+50% (15)	-50% (5)	+50% (3)	-50% (1)	+50% (1,2)	-50% (0,4)	+25% (10)	-25% (6)
Resultat	<b>+50%</b> <b>861,3</b>	-50% 287,1	<b>+50%</b> <b>855,5</b>	-50% 281,25	-33% 382,8	<b>+100%</b> <b>1148,4</b>	-20% 459,4	+33% 765,6

Det fremgår af følsomhedsberegningerne, at den akkumulerede acceptable stofflux er ligefrem proportional med fortyndingsfaktoren og infiltrationsreduktionsfaktoren, hvilket betyder, at forøges f.eks. fortyndingsfaktoren med 50%, øges den akkumulerede acceptable stofflux tilsvarende med 50%.

Fyldets bulkmassefylde og fyldhøjden er omvendt proportionale med den akkumulerede acceptable stofmængde.

Følsomhedsberegningerne viser, at de valgte parametre har stor betydning for størrelsen af den beregnede akkumulerede acceptable stofflux. Parametre som bulkmassefylde og fyldhøjde er relativt nemme at bestemme med en rimelig sikkerhed og bør derfor ikke give den store usikkerhed i beregningen.

Infiltrationsreduktionsfaktoren kan sammen med nettoinfiltrationen bestemmes ud fra en vandbalancebetragtning suppleret med registreringer af den aktuelle perkolatproduktion i den aktive driftsperiode efter anlæg af slutfafdækning.

Fortyndingsfaktoren er i dette tilfælde sat konservativt til 10 på baggrund af et forsigtigt erfaringsmæssigt skøn. Denne parameter giver sandsynligvis anledning til den største usikkerhed i beregningen af den akkumulerede acceptable stofflux. Den reelle fortyndingsfaktor kan søges estimeret med en af de i afsnit 5.3.1 anførte metoder, der dog stadig må betragtes som en grov konservativ tilnærmelse.

En mere præcis beregning af fortyndingsfaktoren kan ske ved en Darcy strømningbetragtning, hvor parametre som hydraulisk ledningsevne, hydraulisk gradient, dispersivitet, sorption og nedbrydning kan indgå.

Der bør i alle tilfælde laves en så præcis beregning af fortyndingsfaktoren som muligt for at minimere usikkerheden i beregningen af den akkumulerede acceptable stofflux.



# 6 Foreløbigt affaldskatalog

Et foreløbigt katalog over relevante affaldstyper er opstillet. Kataloget er opstillet ud fra resultaterne fra feltforsøget samt eksisterende viden omkring de enkelte fraktioners udvaskningsforhold.

## 6.1 Opstilling af katalog

Et foreløbigt affaldskatalog vil blive opstillet for alle kategorier af affald til deponering (ekskl. farligt affald).

### 6.1.1 Forslag til opdeling af deponeringsegnet affald

Det foreslås, at affaldskataloget inddeles i følgende kategorier og fraktioner for deponeringsegnet affald (ekskl. farligt affald):

Kategori I (Inert affald):

- Flasker, glas, porcelæn, keramik m.m.
- Beton, tegl m.m.
- Ren jord og sten
- Asbest
- Øvrige fraktioner

Kategori II (Mineralsk affald):

- Slagger
- Flyveaske
- Lettere forurenede jord og sten
- Øvrige fraktioner

Kategori III (Blandet affald):

- Ikke forbrændingsegnet affald (opdeles i nedenstående fraktioner, hvoraf en række af dem, hvis de indsamles særskilt, ikke må deponeres):
  - papir og pap
  - plast
  - jern og metal
  - mineraluld
  - træ
  - flamingo, skumisolering m.m.
  - tekstiler, gulvtæpper m.m.
  - dæk/gummi
  - elektronik
  - tagpap
  - sten, gasbeton, glas m.m.
  - sammensatte komponenter af flere materialer (f.eks. møbler)
  - restfraktion
  - gipsplader
  - dagrenovation
- Sigterest
- Slam < 10% TS (flydende)

- Slam 10-30% TS (blødt)
- Slam > 30% TS (fast)
- Sand og ristestof
- Shredderaffald
- Øvrige fraktioner

For kategori I og II er opdelingen baseret på eksempler på affaldstyper nævnt i tabel 4.1 i /3/, med undtagelse af gipsaffald, som i /3/ er medtaget under kategori II. Da gipsplader i sorteringer i projektet blev observeret i blandet affald, er gipsplader medtaget under kategori III.

Opdelingen af kategori III er baseret delvist på opdelingen i ISAG, som er beskrevet i tabel 2.1. Ikke forbrændingseget affald i kategori III er opdelt i fraktionerne nr. 1-15 og 18 observeret ved sorteringerne i dette projekt (se tabel 3.3). Heri er ikke medtaget fraktion nr. 16-17 og 19-21, som er beton og træ (sammensat), linoleum, eternit/tagplader, ventilationsrør og madras. Dette begrundes med, at disse fraktioner kun er observeret i 1 læs eller for madras (observeret i 2 læs) med, at den gennemsnitlige andel ifølge tabel 3.3 er så lav som 0,1% .

I affaldskataloget indgår følgende oplysninger om affaldsfraktioner observeret i blandet ikke forbrændingseget affald (kategori 3):

- Observeret andel af blandet affald
- Makrosammensætning
- Størrelse af komponenter
- Genkendelighed
- Sortérbarhed
- Mulige forureningskomponenter
- Udvasningssegenskaber på kort sigt (0-30 år)
- Udvasningssegenskaber på lang sigt (>30 år)
- Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år
- Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi
- Alternative disponeringsmuligheder

Endvidere indeholder kataloget oplysninger om affaldsfraktioner, der modtages som enkeltfraktioner og dermed ikke har indgået i sorteringsforsøgene.

Det foreløbige affaldskatalog er vedlagt i bilag 5.

I nedenstående afsnit opsummeres resultaterne i affaldskataloget, og fraktionerne vurderes for at identificere kritiske affaldsfraktioner.

## 6.2 Identificering af kritiske affaldsfraktioner

Der tages udgangspunkt i affaldsfraktionerne i blandet deponeringseget affald, som er angivet i tabel 3.3 og yderligere beskrevet i affaldskataloget i bilag 5.

### 6.2.1 Pap og papir

Den observerede andel af pap og papir i blandet affald er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 4% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:*



- pap: god,
- papir: god/mellem (kan forveksles med plast)

*Sortérbarhed ved forsøg:*

- pap: god/mellem (opfugtet pap kan være indfiltret med øvrigt affald)
- papir: mellem/dårlig (kan være indfiltret med øvrigt affald og kan være revet i små stykker)

*Mulige forureningskomponenter:*

Det organiske indhold vil være forholdsvist hurtigt omsætteligt og vil på kort sigt kunne give væsentligt stofbidrag til perkolatet. På længere sigt vil det organiske stof være omsat, og miljøpåvirkning vil derfor være minimal.

Der er ikke fundet referencer fra laboratorieforsøg om udvaskning fra pap og papir. Det kan ikke udelukkes, at der kan udvaskes miljøfremmede stoffer fra trykssvæerte m.v.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Der gøres en væsentlig indsats for at sortere pap og papir fra ved kilden, og denne indsats forventes opretholdt og evt. øget. Derfor forventes det til en vis grad, at indholdet af pap og papir i blandet affald til deponering vil falde med tiden, hvilket afhænger af mange faktorer bl.a. af kravet i affaldsbekendtgørelsen, /26/, om, at kommuner skal anvise forbrændingseget affald til forbrænding og af markedsprisen for returpapir og -pap.

Samtidig vurderes det, at der altid vil være en vis mængde pap og papir i blandet affald, som vil være yderst vanskeligt at sortere fra.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at pap og papir ikke er en kritisk fraktion ud fra følgende:

- Mængden af pap og papir i blandet deponeringseget affald forventes at falde.
- Miljøbelastningen fra mulige forureningskomponenter forventes at være lille på lang sigt, da nedbrydningen vil foregå relativt hurtigt. Denne vurdering burde evt. underbygges med forsøg m.v.
- Det vil være praktisk muligt at sortere pap fra, hvis det blev vurderet, at pap udgør en kritisk miljøbelastning. Derimod vil papir være vanskeligt at sortere fra.

## 6.2.2 Plast

Den observerede andel af plast (blød + hård) i blandet affald er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 5,5% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:*

- Blød plast: mellem (kan forveksles med papir)
- Hård plast: god/mellem

*Sortérbarhed ved forsøg:*

- Blød plast: mellem/dårlig (kan være indfiltret med øvrigt affald)
- Hård plast: god/mellem

*Mulige forureningskomponenter:*

Der findes mange forskellige plasttyper med stor variation i komponentsammensætningen.

Miljøbelastningen fra PVC på affaldsdeponier er bl.a. undersøgt i et projekt for EU-kommissionen, /27/.

Der er i nærværende projekt ikke fundet referencer på udvaskningsforsøg fra øvrige plasttyper.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Transportemballage af plast og plastflasker og beholdere er nogle af de få plastmaterialer, som for tiden genanvendes. Størstedelen af plasten transporteres til forbrænding, mens den resterende del går til deponering.

Ifølge affaldsbekendtgørelsen, /26/, skal kommunerne anvise ikke-genanvendeligt PVC-affald til deponering.

Især den bløde plast kan være vanskelig at sortere fra, mens de hårde plastdele i f.eks. bygningsaffald lettere kan frasorteres. Det forventes til en vis grad, at indholdet af plast (især hård plast) i blandet affald til deponering vil falde med tiden, hvilket afhænger af mange faktorer, bl.a. af kravet i affaldsbekendtgørelsen, /25/, om, at kommuner skal anvise forbrændingseget affald til forbrænding. Samtidig vurderes det, at der altid vil være en vis mængde plast i blandet affald, som det vil være yderst vanskeligt at sortere fra.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at plast kan være en kritisk fraktion ud fra følgende:

- Kendskabet til miljøbelastningen fra mulige forureningskomponenter i plasten er lille, og da plast indeholder mange forskellige stoffer, kan der være en væsentlig miljøbelastning fra plasten især på længere sigt.
- Der er en væsentlig andel af plast i blandet deponeringseget affald.

### **6.2.3 Jern og metal**

Den observerede andel af jern og metal i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 3,0% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* god/mellem.

*Sortérbarhed ved forsøg:* god/mellem/dårlig (afhænger af den enkelte komponent).

*Mulige forureningskomponenter:*

Miljøbelastningen ved deponering af materialer indeholdende metaller er vanskelig at opgøre. Belastningen vurderes hovedsageligt af bestå i udvaskningen fra evt. overfladebehandling/forurening, f.eks. maling eller olie. Miljøbelastningen fra udvaskning af selve metallet vil hovedsageligt være langsigtet.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Genanvendelsen af jern og metal er høj, idet det ofte vil være økonomisk rentabelt at sortere jern og metal fra til genanvendelse. Således må det forventes, at forekomsten af rene metalmaterialer i affald til deponi vil falde, mens komponenter, sammensat af metal og andre materialer, fortsat forventes at blive deponeret.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at jern og metal ikke er en kritisk fraktion ud fra følgende:

- Mængden af jern og metal til deponering forventes at falde.

#### 6.2.4 Mineraluld

Den observerede andel af mineraluld i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 2,4% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* god/mellem

*Sortérbarhed ved forsøg:* dårlig/god (store stykker er lette at sortere, men materialet kan let blive revet i mindre stykker, som er svære at sortere fra).

*Mulige forureningskomponenter:*

Ældre produkter: stenuldsfibre er ikke bioopløselige

Nyere produkter: stenuldsfibre er bioopløselige (ifølge leverandørbrugsanvisning, /28/).

Bindemiddel bliver efter afhærdning til et varmestabilt kunststof (barkelit).

Mindre mængde olie er tilsat.

Miljøbelastningen fra udvaskning af mineraluld bør undersøges nærmere.

Umiddelbart skønnes det, at udvaskningen fra mineraluld vil svare til udvaskningen fra mineralsk affald.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Den fremtidige udvikling i mængden af mineraluldsaffald afhænger af aktivitet i bygge- og anlægsindustrien.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at udvaskningen fra mineraluld bør undersøges nærmere ud fra:

- Miljøbelastningen fra mineraluld kendes ikke og bør derfor undersøges nærmere.
- Mængden af mineraluld til deponering ser ikke ud til at blive ændret væsentligt.

#### 6.2.5 Træ

Den observerede andel af træ i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 8,4% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* god

*Sortérbarhed ved forsøg:* god

*Mulige forureningskomponenter:*

Træet består af rene træstykker, spånplader og evt. trykimprægneret træ.

Det rene træ vil som organisk materiale være hurtigt omsætteligt og derfor hovedsageligt give en miljøbelastning på kort sigt. De kemiske reaktioner, forårsaget af nedbrydningen af træet, kan medføre frigivelse af metaller fra andre affaldsfraktioner.

Spånplader består foruden træ af limmaterialer, for hvilke miljøbelastningen skal vurderes nærmere.

Trykimprægneret træ indeholder tungmetaller, såsom krom, kobber og arsen, hvilket medfører, at trykimprægneret træ ikke må brændes, hvorfor det deponeres, indtil en hensigtsmæssig behandlingsmetode er udviklet.

#### *Fremtidig udvikling i mængder:*

Det forventes, at træ i blandet affald til deponering vil falde med tiden, bl.a. p.g.a. af kravet i affaldsbekendtgørelsen, /25/, om, at kommuner skal anvise forbrændingseget affald til forbrænding.

Ifølge affaldsbekendtgørelsen, /25/, skal kommunerne anvise trykimprægneret træ til deponering. Neddelt kreosotbehandlet træ kan dog forbrændes.

#### *Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at træ ikke er en kritisk fraktion ud fra følgende:

- Det rene træ vil hovedsageligt udgøre en miljøbelastning på kort sigt.
- Mængden af trykimprægneret træ til deponering forventes at falde.
- Mængden af træ til deponering forventes at falde, da træet er forholdsvis let at sortere fra, og da det er forbrændingseget.

### **6.2.6 Tagpap**

Den observerede andel af tagpap i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 4,4% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* god/mellem

*Sortérbarhed ved forsøg:* god/mellem. Dog kan fraktionen i blandede læs være i meget små stykker og dermed være svær at frasortere.

#### *Mulige forureningskomponenter:*

Mulige forureningskomponenter i tagpap og evt. miljøbelastning ved udvaskning er ikke beskrevet i dette projekt.

#### *Fremtidig udvikling i mængder:*

Hvis der ikke findes alternative bortskaffelsesmetoder til tagpap, må det forventes, at tagpap også fremover vil blive deponeret.

#### *Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at tagpap bør undersøges nærmere ud fra følgende:

- Miljøbelastningen fra tagpap kendes ikke og bør derfor undersøges nærmere.
- Mængden af tagpap til deponering vil formodentlig ikke ændres.

### **6.2.7 Sten, gasbeton, glas, m.m. (inert)**

Den observerede andel af restfraktion i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 8,6% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* god/mellem

*Sortérbarhed ved forsøg:* god/mellem

#### *Mulige forureningskomponenter:*

Fraktionen består af inerte/mineralske materialer, og derfor er miljøbelastningen begrænset.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Sten, gasbeton, glas m.m. er fraktioner, som der gøres en væsentlig indsats for at genanvende, og hvor store mængder bliver genanvendt i praksis. Derfor forventes mængder til deponering af disse fraktioner ikke at stige og evt. vil de falde.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at sten, gasbeton, glas m.m. (inert) ikke er en kritisk fraktion ud fra følgende:

- Miljøbelastningen er begrænset.
- Mængder til deponering forventes ikke at stige og vil evt. falde.

### **6.2.8 Komponenter sammensat af flere materialer**

Den observerede andel af sammensatte komponenter i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 6,1% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* god

*Sortérbarhed ved forsøg:* god

*Mulige forureningskomponenter:*

Sammensatte komponenter består af adskillige materialer, hvoraf nogle er genkendelige, og andre ikke er det. Som eksempler på sammensatte komponenter kan nævnes skrivebordsstole, senge, strygebræt, bildele, styrthjelme, jernbeton, filterposer m.m. De mulige forureningskomponenter er vanskelige at identificere, da der er stor forskel på typen af sammensatte komponenter.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Sammensatte komponenter må også fremover forventes at udgøre en betydelig del af det blandede affald til deponering.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at sammensatte komponenter kan være en kritisk fraktion ud fra følgende:

- Sammensatte komponenter består af mange forskellige materialer, hvilket gør det vanskeligt at vurdere miljøbelastningen ved deponering.
- Der må også fremover forventes at være betydelige mængder af sammensatte komponenter til deponering.

### **6.2.9 Restfraktion**

Den observerede andel af restfraktion i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 48,9% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* dårlig

*Sortérbarhed ved forsøg:* dårlig

*Mulige forureningskomponenter:*

Restfraktionen består af adskillige materialer, hvoraf nogle er genkendelige, og andre ikke er det. Således vil det kræve nærmere undersøgelser for at fastslå mulige forureningskomponenter.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Restfraktionen udgør ca. halvdelen af det blandede affald og må også fremover forventes at udgøre en betydelig del af det blandede affald til deponering.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at restfraktionen er en kritisk fraktion ud fra følgende:

- Den udgør ca. halvdelen af det blandede deponeringsegnet affald, og den må også fremover forventes at udgøre en væsentlig mængde af affaldet, som deponeres.
- Det er muligt, at der er forureningskomponenter i restfraktionen, som vil medføre en væsentlig miljøbelastning.

### **6.2.10 Gipsplader**

Den observerede andel af gipsplader i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 2,4% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* god

*Sortérbarhed ved forsøg:* mellem/dårlig (gipspladerne kan gå i stykker under sorteringen)

*Mulige forureningskomponenter:*

Mulige forureningskomponenter består af Ca, SO<sub>4</sub> samt diverse urenheder/sporelementer Na, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn. I afsnit 5.4.1 er beregnet miljøbelastning på kort og lang sigt, og sammenlignet med laboratorieforsøg er det vurderet, at sulfat og cadmium kan udgøre et miljøproblem.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Der forventes ingen væsentlige ændringer i mængden af gipsplader til deponering.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at gipsplader kan være en kritisk fraktion ud fra følgende:

- Forureningskomponenterne Cd og SO<sub>4</sub> kan være kritiske på lang sigt.
- Gipspladerne kan være vanskelige at sortere fra i blandet affald til deponering.
- Mængden af gipsplader til deponering forventes ikke at ændres.

### **6.2.11 Linoleum**

Den observerede andel af linoleum i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 1,4% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* god

*Sortérbarhed ved forsøg:* god

*Mulige forureningskomponenter:*

Mulige forureningskomponenter er ikke identificeret i dette projekt.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Der forventes ingen væsentlige ændringer i mængden af linoleum til deponering.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at mulige forureningskomponenter skal undersøges nærmere, før det vurderes, om linoleum er en kritisk fraktion.

### **6.2.12 Tekstiler, gulvtæpper**

Den observerede andel af tekstiler i blandet affald til deponi er ud fra sorteringsforsøg i gennemsnit 1,2% ifølge tabel 3.3.

*Genkendelighed ved forsøg:* mellem/god

*Sortérbarhed ved forsøg:* mellem/god

*Mulige forureningskomponenter:*

Mulige forureningskomponenter kan bestå af farvestoffer m.m., som er tilsat tekstilerne.

*Fremtidig udvikling i mængder:*

Tekstiler skal som udgangspunkt genbruges, genanvendes eller forbrændes, og derfor må det forventes, at tekstiler kun vil blive deponeret i begrænset omfang.

*Samlet vurdering:*

Herefter vurderes det, at mulige forureningskomponenter skal undersøges nærmere, før det vurderes, om tekstiler er en kritisk fraktion.

### **6.2.13 Øvrige fraktioner**

I sorteringsforsøgene er observeret 8 øvrige fraktioner (flamingo/skumisulering, gummi/dæk, elektronik, beton/træ, dagrenovation, tagplader (eternit?), ventilationsrør, madras), som tilsammen udgør i alt 3,7% af det blandede affald til deponering.

Da disse fraktioner udgør en lille andel af affaldet, er en nærmere vurdering ikke foretaget.

Dog kan det være relevant at undersøge fraktioner, som evt. vil medføre en væsentlig miljøbelastning, såsom elektronik og dagrenovation.

For elektronikaffald gælder det, at en øget indsats for genanvendelse og særlig håndtering af det er beskrevet i bekendtgørelse nr. 1067 af 22. december 1998 om håndtering af affald af elektriske og elektroniske produkter. Derfor forventes mængden af elektronik til deponering at falde.

For dagrenovation er det usædvanligt, at dette bliver deponeret, idet al dagrenovation transporteres til forbrænding m.m., hvorfor en nærmere vurdering af dagrenovation ikke er relevant.

### **6.2.14 Sammenfatning**

På baggrund af ovenstående kan følgende affaldsfraktioner i blandet deponeringsegnede affald identificeres som evt. værende kritiske:

- Restfraktion
- Gipsplader
- Plast (blød+hård)
- Mineraluld

- Tagpap
- Linoleum
- Tekstiler

mens følgende affaldsfraktioner ikke er vurderet at være kritiske, idet de vil blive transporteret til genanvendelse eller anden behandling:

- Pap og papir
- Jern og metal
- Træ
- Sten, gasbeton, glas m.m.



# 7 Afklaring af løsningsmuligheder

## 7.1 Praktisk orienterede acceptprocedurer

Muligheder for opstilling af praktisk orienterede acceptprocedurer vurderes og beskrives med udgangspunkt i projektets resultater.

### *Metode til udarbejdelse af positivliste*

Ud fra erfaringerne i dette projekt er der i det nedenstående angivet et forslag til en metode for det enkelte deponeringsanlæg til at udarbejde et forslag til positivlisten:

Generelt (for alle affaldstyper):

1. Kortlæg hvilke affaldstyper anlægget modtager.
2. Undersøg lokalitetens forhold vedr. frigivelse af perkolat til det omgivende miljø (opblanding i grundvand m.m.).
3. Ud fra affaldskataloget (se bilag 5) vurderes, hvilke affaldstyper som anlægget kan modtage, og hvilke der er problematiske for anlægget at modtage.
4. Undersøgelse af problematiske affaldstyper (jf. nedenstående samt i forhold til beregning af udvaskning, dels ud fra batch udvaskningsforsøg samt ud fra reference udvaskningsforløb)
5. Udarbejdelse af positivliste.

Eksempel på hvorledes et deponeringsanlæg kan undersøge en affaldstype, som er problematisk at modtage, såsom blandet affald:

1. Beskriv mængder og kilder, som leverer blandet affald til deponeringsanlæg.
2. Vurdér fordelingen af læs af ensartet karakter (indeholder max. 3 affaldsfraktioner), henholdsvis blandet karakter (indeholder mere end 3 affaldsfraktioner). Anvend personalets driftserfaring til denne vurdering.
3. Hvis en væsentlig del af de indkomne læs vurderes at have ensartet karakter, kan fraktionerne i disse læs registreres. Denne registrering kan foretages ved, at personalet visuelt registrerer, hvilke fraktioner de indkomne læs består af i en periode.
4. Hvis en væsentlig del af de indkomne læs er af blandet karakter, udvælges repræsentative læs ud fra kildeoplysninger til sorteringsforsøg.
5. Sorteringsforsøg udføres.
6. Sammensætningen af blandet affald beskrives ud fra oplysninger om læs af ensartet og af blandet karakter (se definitioner).
7. Ud fra affaldskataloget vurderes, hvilke af fraktionerne i det blandede affald der er problematiske.
8. Tiltag overfor problematiske fraktioner (f.eks. kildesortering, hvorved fraktioner i stedet ledes til anden behandling).
9. Tiltag over for fraktioner, som ikke må deponeres (genanvendeligt og forbrændingseget).
10. Undersøgelse af problematiske fraktioner (hvis disse ikke kan fjernes inden deponering) ved testning (f.eks. overensstemmelsestestning/testniveau 2).

11. Endelig vurdering af om den problematiske affaldstype (f.eks. blandet affald) kan optages på positivlisten.

## 7.2 Kritiske affaldsfraktioner

I relation til de foreløbig identificerede kritiske affaldsfraktioner kan udpeges følgende løsningsmuligheder:

Restfraktion:

- Da restfraktionen er den største fraktion i det blandede affald til deponering, og da indholdet af mulige forureningskomponenter kan være væsentligt, bør restfraktionen undersøges nærmere.
- Metode til udtagelse af repræsentativ prøve fra restfraktion bør undersøges nærmere.
- Indholdet af materialer og stoffer i restfraktionen bør undersøges nærmere.
- Miljøbelastningen fra restfraktionen kan undersøges ved laboratorieforsøg.

Plast (blød+hård) / mineraluld / tagpap / linoleum / tekstiler:

- Der udføres yderlige undersøgelser i form af en litteraturundersøgelse til klarlæggelse af den forventede udvaskning fra fraktionerne.
- Herefter kan det besluttes, om videre undersøgelser skal iværksættes, f.eks. i form af kolonne og batch udvaskningsforsøg.

Gipsplader:

- For deponering af gips er det observeret, at der kan være et problem med for høj miljøbelastning på lang sigt. Derfor kan de enkelte deponeringsanlæg ud fra geologi og hydrogeologi vurdere nærmere, om gipsplader udgør et problem på længere sigt ved overgang fra anlæggets aktive fase til den passive fase.

# 8 Konklusion

## 8.1 Status for fase 1

Ud fra projektets fase 1 kan konkluderes følgende:

### 1. Feltundersøgelser:

- Sammensætningen af læs med blandet affald af blandet karakter er beskrevet ud fra sorteringsforsøg på 3 deponeringsanlæg. Metoden er praktisk anvendelig til at beskrive sammensætningen af blandet affald. Restfraktionen efter gennemførelse af sorteringsforsøgene var generelt den største fraktion.
- Sammensætningen af læs med blandet affald af ensartet karakter er beskrevet ud fra en indledende registrering på 2 deponeringsanlæg. Dette er en velegnet metode til at kortlægge indholdet i blandet affald for en deponeringsenhed.

### 2. Indledende kortlægning af affaldets udvaskningsegenskaber:

- Det var muligt at indsamle litteraturdata for udvaskning fra gipsaffald, blandet inert affald, glas, vejopfej, slam fra spildevandsrensningsanlæg, beton, shredderaffald, forurenede jord samt diverse slagger og aske.
- Perkolatdata fra etaper med inert/mineralsk affald, blandet affald samt shredderaffald med lave L/S forhold blev indsamlet.
- Der mangler data for en række væsentlige affaldsfraktioner i blandet affald, såsom restfraktionen, plast, mineraluld, tagpap m.fl.

### 3. Acceptniveauer ved perkolatudsivning:

- Grundvands- og recipientkvalitetskrav er gennemgået.
- En model til beskrivelse af frigivelse af perkolat er opstillet for et typisk deponeringsanlæg.
- Modellen er anvendt til at udføre eksempler på beregninger for 4 affaldsfraktioner.
- Fortyndingsmodellen er meget følsom over for variation i fortyndingstallet.
- Modellen kan anvendes til at identificere kritiske stoffer på en specifik lokalitet for et deponeringsanlæg efter justering af inputdata. Fortyndingstallet bør estimeres så nøjagtigt som muligt efter en konkret risikovurdering, hvor der også tages hensyn til aktuelle baggrundsniveauer af de kritiske stoffer.

### 4. Foreløbigt affaldskatalog

- Indsamlede data er indført i kataloget.
- Data fra udvaskningsforsøg er begrænset, og kataloget bør løbende udbygges/revideres, efterhånden som nye data fremkommer.
- Kataloget er anvendt til identificering af kritiske affaldsfraktioner.

## 5. Praktisk anvendelige acceptprocedurer

- Der er beskrevet praktisk orienterede acceptprocedurer, hvor en model til beregning af perkolatudsivning og affaldskataloget anvendes.
- En metode til undersøgelse af en problematisk affaldstype (såsom blandet affald) er beskrevet. Heri er inddraget erfaringer fra feltforsøgene og projektet i øvrigt.

## 8.2 Forslag til fase 2

Med henblik på tilvejebringelse af et mere fyldestgørende grundlag for fastlæggelse af procedurer for accept af affald på deponeringsanlæg bør følgende aktiviteter gennemføres i en kommende projektfase 2:

### 1. Beskrivelse af affaldets udvaskningsegenskaber:

- Nærmere undersøgelse af udvaskningsegenskaber for kritiske affaldsfraktioner i blandet affald, såsom restfraktionen, plast, mineraluld, tagpap m.fl.
- Da restfraktionen udgør den største andel i blandet affald, anbefales det at følgende gives høj prioritet:
  - Metode til udtagelse af repræsentativ prøve fra restfraktion bør undersøges nærmere.
  - Indholdet af materialer og stoffer i restfraktionen bør undersøges nærmere.
  - Miljøbelastningen fra restfraktionen efter deponering i ca. 30-50 år kan undersøges ved udvaskningsforsøg i laboratoriet.
- For øvrige fraktioner i blandet affald, såsom plast, mineraluld, tagpap m.fl., anbefales følgende:
  - Litteraturundersøgelse til klarlæggelse af den forventede udvaskning fra fraktionerne.
  - Herefter kan det vurderes, om øvrige undersøgelser er nødvendige for disse fraktioner.
- Affaldskataloget revideres, idet de indsamlede data tilføjes affaldskataloget.

### 2. Anvendelse af model til at beskrive perkolatudsivning:

- Anvendelse af modellen på et specifikt deponeringsanlæg til at identificere kritiske stoffer og affaldsfraktioner.

### 3. Udarbejdelse af positivlister og vurdering af resulterende miljøbelastning:

- Resultaterne af de hidtidige aktiviteter udgør grundlaget for udarbejdelse af positivlister, ved kobling med specifikke data om det enkelte deponeringsanlægs indretning og drift. For et konkret (eller et fiktivt) deponeringsanlæg opstilles en positivliste, og den resulterende miljøbelastning (efter ca. 30 - 50 år) for deponeringsanlægget beregnes/vurderes. Amternes praksis for tolkning af resultater inddrages i vurderingen (grundvandspåvirkning, drikkevandskrav, recipientkvalitet).

Dette eksempel vil kunne udgøre en praktisk anvendelig vejledning i, hvordan positivlister for andre deponeringsanlæg kan udarbejdes.



## 9 Referencer

- /1/ Miljøstyrelsen, 1997. Arbejdsrapport nr. 70. Vurdering af lossepladers overgang fra aktiv til passiv miljøbeskyttelse.
- /2/ DS/INF 466 Membraner til deponeringsanlæg, Dansk Standard, 1999.
- /3/ Miljøstyrelsen, 1997. Affaldsdeponering, Vejledning fra Miljøstyrelsen, Nr. 9.
- /4/ Christensen, T.H. (red.): Affaldsteknologi, Teknisk Forlag A/S, 1998.
- /5/ Statistikker over deponeret affald i 1997-1999, Miljøstyrelsen, ISAG sekretariatet, Februar 2001.
- /6/ Miljøstyrelsen (1998): Karakterisering af affald. Miljøprojekt nr. 414, 1998.
- /7/ EU (1999): Rådets direktiv 1999/31/EF, om deponering af affald. 26. April 1999.
- /8/ VKI & Carl Bro as i samarbejde med Knox Ass., Wuppertal University og Danmarks Tekniske Universitet (1994): Management and Composition of leachate from landfills. udarbejdet for EU-kommissionen, DGXI A.4.
- /9/ Hvalsø losseplads (1999): Undersøgelse af termisk behandlet jord. November 1998.
- /10/ Miljøstyrelsen (1998): Grundlag for nyttiggørelse af forurenede jord og restprodukter. Miljøprojekt nr. 415, 1998.
- /11/ Hjelmar, O. & H. Thomassen (1991): Miljømæssige konsekvenser af deponering af restprodukter fra røggasafsvovling på kulfyrede kraftværker. Rapport til Energiministeriets Forskningsudvalg for produktion og fordeling af el og varme. Miljø og restprodukter. EFP 1323/85-15. Trykt af VKI, Hørsholm.
- /12/ DHI (2000): Eluatdata fra undersøgelser, som endnu ikke er publiceret.
- /13/ VKI (1993): Udvaskningsforsøg på skrotaffald fra Stolpehuse. Rapport til Roskilde Amt. Vandkvalitetsinstituttet, Hørsholm.
- /14/ Carl Bro as (2000): Erfaringstal for infiltrationen i danske deponeringsanlæg.
- /15/ Hjelmar, O. & T.H. Christensen (1998): Deponering: udvaskningsdeponier. I Christensen, T.H. (red.): Affaldsteknologi, Teknisk Forlag, København, pp. 555-576.
- /16/ Hjelmar, O. (1990): Leachate from land disposal of coal fly ash. Waste Management and Research 8, pp. 429-449.

- /17/ Hjelmar, O., E.Aa. Hansen, F. Larsen & H. Thomassen (1991): Leaching and soil/groundwater transport of contaminants from coal combustion residues. Final report to EFP, Elkraft A.m.b.A. & EF (DGXII) prepared by VKI. Energiministeriets Forskningsudvalg for produktion og fordeling af el og varme. Miljø og restprodukter. VKI, Hørsholm.
- /18/ Reuss, M., O. Hjelmar & K.O. Kusk (1983): Undersøgelse af slagger fra kulfyrede kraftværker. Miljø-rapport. Miljøstyrelsen, København.
- /19/ Miljø- og Energiministeriet (2000): Bekendtgørelse nr. 655 af 27. juni 2000 om genanvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder.
- /20/ Flyvbjerg, J. & Hjelmar, O. (1997): Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding 3. Udredning af mulighederne for oparbejdning, genanvendelse og deponering. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 92. Miljøstyrelsen, København.
- /21/ Hjelmar, O.(1988): Forbrænding: restprodukter. I Christensen, T.H. (red.): Affaldsteknologi, Teknisk Forlag, København, pp. 221-261.
- /22/ Hjelmar, O. (1996): Disposal strategies for municipal solid waste incinerator residues. Journal of Hazardous Materials 47, pp. 345-368.
- /23/ Hjelmar, O. (1992): Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding II, Eksperimentelle undersøgelser. Miljøprojekt nr. 193, Miljøstyrelsen, København.
- /24/ Hjelmar, O. (1993): Stofudvaskning fra flyveaske fra affaldsforbrændingsanlæg. Rapport til Miljøstyrelsen. Vandkvalitetsinstituttet VKI, Hørsholm.
- /25/ VKI (1991): Stofudvaskning fra skrotaffald. Rapport til A/S Børge Kristiansen & Søn. Vandkvalitetsinstituttet, Hørsholm.
- /26/ Bekendtgørelse om affald, nr. 619 af 27. juni 2000, Miljø- og Energiministeriet.
- /27/ The behaviour of PVC in landfill, fra februar 2000 European Commission DGXI.E.3 (udført af ARGUS i samarbejde med Rostock Universitet, Carl Bro as og Sigma Plan S.A.).
- /28/ Leverandørbrugsanvisning for stoffer og materialer, Stenuldsprodukter fra Rockwool, 2000-06-15, [www.rockwool.dk/tekniskservice/levbrug.asp](http://www.rockwool.dk/tekniskservice/levbrug.asp)







# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.1

Dato: 20-jan-2000 Øvrige bemærkninger: Tørt vejr, jævn vind Udført af: AV Miljø og Carl Bro  
 Lokalitet: AV Miljø Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): RGS90  
 Forløb af sortering: maskinel sortering: 3 timer, manuel sortering: 1 time (3 mand), ved manuel sortering blev mest frasorteret træ og betonbrokker.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger (%-værdier er opgjort i volumen)
1	Pap og papir	Lille vægt	52,1 Kg	0,6 %	0,30 m <sup>3</sup>	30-50 cm	Mellem (forveksles med plast)	Dårlig (indfiltret)	Papirulle, 70-80% papir, Mange små stykker genfindes i restfraktion.
2	Blød plast	Lille vægt	19,9 Kg	0,2 %	0,60 m <sup>3</sup>	50-100 cm	Mellem (forveksles med papir)	Dårlig (indfiltret)	Mange små stykker genfindes i restfraktion.
3	Hård plast	Bro- vægt	260 Kg	2,9 %	1,5-2 m <sup>3</sup>	30-200 cm	God	Mellem	Mange forskellige slags plast, stykker og rør.
4	Jern og metal	Bro- vægt	200 Kg	2,2 %	1,5 m <sup>3</sup>	30-200 cm	Mellem (forveksles med plast)	Mellem (urent med skumplast)	
5	Mineraluld	Bro- vægt	200 Kg	2,2 %	1,5-2 m <sup>3</sup>	50-100 cm	Mellem (i poser)	Dårlig (i poser evt. med andet)	Mange små stykker genfindes i restfraktion.
6	Træ	Bro- vægt	360 Kg	4,0 %	1,5-2 m <sup>3</sup>	10-150 cm	God	God	Ren træ: ca. 75%, Spånplader: ca. 20%, trykimprægn.: ca. 5%
7	Flamingo, skumisulering el.lign.	Lille vægt	11,6 Kg	0,1 %	0,50 m <sup>3</sup>	20-100 cm, 50%>50 cm	God	Dårlig (god for store stykker)	Mange små stykker genfindes i restfraktion.
8	Tekstiler, gulvtæpper (inkl. gummibelægning)	Bro- vægt	80 Kg	0,9 %	0,80 m <sup>3</sup>	1-2 m (lange)	God	God	ca. 90% geotekstil
9	Gummi/dæk	Lille vægt	61,7 Kg	0,7 %	0,10 m <sup>3</sup>	50-100 cm	God	God	3 dæk med fælge og 1 gummimatte
10	Elektronik	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap	Bro- vægt	660 kg	7,3 %	2-2,5 m <sup>3</sup>	30-200 cm	Mellem (forveksles med plast)	Mellem (lange stykker indfiltres)	Hele ruller, ensartet
12	Sten, gasbeton, gipsplader, glas m.m. (inert/mineralsk)	Bro- vægt	320 kg	3,6 %	0,5-0,6 m <sup>3</sup>	10-60 cm	Mellem (forveksles med flamingo)	Mellem (små stykker)	50-60% gasbeton, 30-40% beton, 5% tegl/glas
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	Bro- vægt	160 kg	1,8 %	0,4-0,5 m <sup>3</sup>	50-150 cm	Dårlig	Dårlig (indfiltret)	20% filterposer, metal, træ, reb, plast
14	Restfraktion	Bro- vægt	6.600 kg	73,5 %	10 m <sup>3</sup>	0-30 cm, 75%<5 cm	Dårlig	Dårlig	ca. 40% mineraluld, ca. 10% flamingo, ca. 10% plast, ca. 10% papir, ca. 30% blanding af tagpap, metal, sten, pap m.m.
Total		-	8.985 kg	100 %	21, 2-23,4 m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Bro- vægt	9.360 kg	-	ca. 30 m <sup>3</sup>				
Difference		-	- 375 Kg	4,0 %	- 6,6-8,8 m <sup>3</sup>				

\*) Vejemetode/interval/vejeusikkerhed: Lille vægt/0-120kg/±1kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.2

Dato: 08-feb-2000 Øvrige bemærkninger: Fugtigt, lidt regn Udført af: AV Miljø og Carl Bro  
 Lokalitet: AV Miljø Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Ballerup Genbrugscentral  
 Forløb af sortering: maskinel sortering: 1½ timer, manuel sortering: ½ time (2 mand), ved manuel sortering blev mest frasorteret træ og mineraluld

Nr.	Affaldsfraktion	*) Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger (%-værdier er opgjort i volumen)
1	Pap og papir								
2	Blød plast								
3	Hård plast (incl. PVC)	Bro- vægt	200 kg	12 %	4 m <sup>3</sup>	10-300 cm	God-mellem	Mellem	Mange trapea plader, ca. 70 % PVC.
4	Jern og metal								
5	Mineraluld	Bro- vægt	160 kg	10 %	2,5-3 m <sup>3</sup>	10-100 cm	Mellem (i poser)	Dårlig (i poser evt. med andet)	Mange små stykker genfindes i restfraktion. <b>Vådt p.g.a. regnvand (øget massefylde)</b>
6	Træ og trykimprægneret træ	Bro- vægt	360 kg	22 %	2-2½ m <sup>3</sup>	20-150 cm	God	God	Ren træ: ca. 20%, Spånplader: ca. 30%, trykimprægn.: ca. 50%
7	Flamingo, skumisolering el.lign.								
8	Tekstiler, gulvtæpper (inkl. gummibelægning)								
9	Gummi/dæk								
10	Elektronik								
11	Tagpap	Lille vægt	28 kg	2 %	0,2 m <sup>3</sup>	10-100 cm	Mellem (forveksles med plast)	Mellem	Mange små stykker
12	Sten, gasbeton, gipsplader, glas m.m. (inert/mineralsk)								
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	Lille- vægt	11 kg	1 %	0,2 m <sup>3</sup>	30-200 cm	Dårlig	middel	metal, træ, reb, plast
14	Restfraktion	Bro- vægt	860 kg	52 %	2 m <sup>3</sup>	0-40 cm, 75%<5 cm	Dårlig	Dårlig	ca. 70% mineraluld, ca. 10% træ, ca. 10% plast, ca. 10% tagpap
20	Ventilationsrør	Bro- vægt <sup>**</sup> )	20 kg	1 %	2½-3 m <sup>3</sup>	100-600 cm	god	Middel/dårlig	Plastrør med metalvire. Sammenfiltrede
Total		-	1639 kg	100 %	21, 2-23,4 m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Bro- vægt	1800 kg	-	ca. 30 m <sup>3</sup>				
Difference		-	- 161 Kg	9,8 %	- 6,6-8,8 m <sup>3</sup>				

\*) Vejemetode/interval/vejusikkerhed: Lille vægt/0-120kg/±1kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

\*\*\*) Ventilationsrørene blev vejet på brovægten, da rørene fyldte for meget til at de kunne vejes på den lille vægt.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.3

Dato: 17-feb-2000 Øvrige bemærkninger: Sol, mudret, vindstille, kl. 11-13 Udført af: AV Miljø og Carl Bro  
 Lokalitet: AV Miljø Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Renoflex industriaffald, Boligforeningen Tingbjerg Ås  
 Forløb af sortering: maskinel sortering: 1½ time, manuel sortering: 1 time (2 mand). Læsset var homogent og derfor blev kun sorteret ca. 1/5, af restfraktionen.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Vejemetode	Vægt	Vægt %-fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	Lille vægt	4,6 kg	0,2 %	0,1-0,2 m <sup>3</sup>	10-30 cm	Mellem	Dårlig (indfiltret)	
2	Blød plast	Lille vægt	7,6 kg	0,3 %	0,2-0,3 m <sup>3</sup>	30-80 cm	Mellem	Mellem	
3	Hård plast	Lille vægt	13,1 kg	0,5 %	0,4-0,6 m <sup>3</sup>	10-150 cm	God	Mellem	
4	Jern og metal	Brovægt	240 kg	10 %	1,5-2 m <sup>3</sup>	20-100 cm	God	God	
5	Mineraluld	Lil. vægt	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
6	Træ	Lil. vægt	36,6 kg	1,5 %	1-1,5 m <sup>3</sup>	20-80 cm	God	God	Rent træ, spånplad, kælk, grantræ
7	Flamingo, skumisulering	Lil. vægt	12,4 kg	0,5 %	0,2-0,3 m <sup>3</sup>	10-40 cm	Mellem	Mellem	
8	Tekstiler, gulvtæpper	Lil. vægt	0,5 kg	0,02 %	0,05 m <sup>3</sup>	10-30 cm	Mellem	Mellem	Taske m.m.
9	Gummi/dæk	Lil. vægt	2,3 kg	0,1 %	0,1 m <sup>3</sup>	40-50 cm	Mellem	Mellem	Cykeldæk
10	Elektronik	Lil. vægt	23 kg	0,9 %	0,2 m <sup>3</sup>	20-60 cm	God	God	Støvsuger, højttaler m.m.
11	Tagpap	Lil. vægt	80 kg	3 %	1-1,5 m <sup>3</sup>	40-120 cm	God	Mellem (indfiltret)	
12	Sten, gasbeton, gipsplader, glas m.m. (inert/mineralsk)	Brovægt	797,8 kg	32 %	0,2-0,3 m <sup>3</sup>	10-30 cm	Mellem	Mellem	Beton fra gulv, gasbeton m.m. Sten sorteret i 1/5 restfraktion: 100,8 kg.
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	Lil. vægt	81 kg	3 %	0,5-0,6 m <sup>3</sup>	30-100 cm	God	God	Skrivebordsstole, styrthjelm, seng, jernbeton m.m.
14	Restfraktion, sorteret (ekskl. sten m.m.)	Brovægt	1.149,6 kg	47 %	2,5-3 m <sup>3</sup>	0-20 cm	Dårlig	Dårlig	Sten, grus, plast, pap m.m. Restfraktion efter sortering af 1/5 (ekskl. sten m.m.): 146,6 kg.
21	Madras	Lil. vægt	21,6 kg	0,9 %	m <sup>3</sup>	200 cm	God	God	
Total		-	2.470,1 kg	100 %	m <sup>3</sup>				

\*) Vejemetode/interval/vejeusikkerhed: Lille vægt/0-120kg/±1kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

Af restfraktionen blev sorteret ca. 1/5-del. Fra denne stammer alle stenene (fraktion nr. 12). I den sorterede restfraktion blev kun sorteret lidt fra (vægtmæssigt) af de andre fraktioner. Således antages det, at den sorterede restfraktion vejede ca. 247,4 kg (100,8+146,6), hvoraf 41% er sten. Herefter antages det at der i den usorterede restfraktion var 41% x 1.700 = 697 kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.4

Dato: 15-feb-2000 Øvrige bemærkninger: Tørt mudret, lidt vind, kl. 9.30-11 Udført af: I/S REFA og Carl Bro

Lokalitet: Gerringe Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Industriaffald, Rødbyhavn Byggeplads v. Lalandia

Forløb af sortering: maskinel sortering: ½ time, manuel sortering: 1 time (3 mand). Læsset var homogent og derfor blev kun sorteret ca. 1/3, hvorefter resten antages at have samme fordeling af fraktioner.

Nr.	Affaldsfraktion	<sup>*)</sup> Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	Lille vægt	3 Kg	0,3 %	0,1-0,2 m <sup>3</sup>	20-50 cm	God	Mellem (lidt indfiltret)	papæsker, papirposer
2	Blød plast	Lille vægt	11,5 Kg	1 %	0,3 m <sup>3</sup>	30-100 cm	Mellem (forveksles med papir)	Dårlig (indfiltret)	Blødt og hårdt, inkl. poser, rørstumper m.m.
3	Hård plast	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	Sammen med blød plast
4	Jern og metal	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
5	Mineraluld	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
6	Træ	Lil. vægt	73 Kg	6,7 %	0,6 m <sup>3</sup>	20-100 cm	God	God	med søm og linoleum
7	Flamingo, skumisolering	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap		0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	Lille vægt	6 kg	0,6 %	0,05 m <sup>3</sup>	20-30 cm	God	Mellem	3 stk. betonklodser
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	Lille vægt	2 kg	0,2 %	0,05 m <sup>3</sup>	120 cm	God	God	Strygebræt (træ og metal)
14	Restfraktion	Lille vægt	106 kg	9,8 %	0,6 m <sup>3</sup>	0-30 cm	Dårlig	Dårlig	Inkl. 3 poser med blandet
15	Gipsplader	Brovægt	420 kg	38,7 %	2-2,5 m <sup>3</sup>	30-100 cm	God	Mellem (går i stykker)	Pap på siderne
16	Beton og træ (sammensat)	Lil. vægt	184,5 kg	17,0 %	0,5 m <sup>3</sup>	40-100 cm	God	God	Beton hæftet på spånplader
17	Linoleum	Lil. vægt	259,5 kg	23,9 %	2-2,5 m <sup>3</sup>	30-100 cm	God	God	Forskellige typer, noget med tyndt træ på bagsiden
18	Dagrenovation	Lil. vægt	20,5 kg	1,9 %	0,2-0,3 m <sup>3</sup>	30-40 cm	God	Mellem	Dagrenovation i plastposer
Delsum		-	1.086 kg	100 %	6,4-7,6 m <sup>3</sup>	-			
	Usorteret	Brovægt	2.820 kg	-	8-12 m <sup>3</sup>	-			
Total		-	3.906 kg	-	14,4-19,6 m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Bro-vægt	3.480 kg	100 %	-				
Difference		-	+ 426 kg	12 %	-				
Andel sorteret				28-31 %	-				

<sup>\*)</sup> Vejemetode/interval/vejusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.5

Dato: 15-feb-2000 Øvrige bemærkninger: Tørt mudret, lidt vind, kl. 11-12 Udført af: I/S REFA og Carl Bro  
 Lokalitet: Gerringe Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Industriaffald, Nakskov Autoværksted (Toyota), ca. 5-6 svende og kontor.  
 Forløb af sortering: maskinel sortering: 10 min., manuel sortering: 1 time (3 mand). Læsset bestod overvejende af dagrenovation og bildele.

Nr.	Affaldsfraktion	<sup>*)</sup> Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	Lille vægt	28 Kg	4 %	0,7 m <sup>3</sup>	30-120 cm	God	God	Papkasser
2	Blød plast	Lille vægt	16 Kg	2 %	0,5-0,6 m <sup>3</sup>	100-120 cm	Mellem (forveksles med dagrenovation)	Mellem (indfiltret)	Lange plastposer til bilsæder
3	Hård plast	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
4	Jern og metal	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
5	Mineraluld	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
6	Træ	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
7	Flamingo, skumisulering	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
12	Sten, gasbeton, gipsplader, glas m.m. (inert/mineralsk)	Lille vægt	72,5 kg	11 %	0,4 m <sup>3</sup>	80-120 cm	God	God	Bilruder
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	Lille vægt	80 kg	12 %	1-1,5 m <sup>3</sup>	20-150 cm	God	God	Bildele (plastskræme, lygter, luftfiltre, vinduesviskere, diverse metal)
14	Restfraktion	Lille vægt	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
18	Dagrenovation	Brovægt	<sup>**) 484 Kg</sup>	71 %	3-4 m <sup>3</sup>	20-40 cm	Mellem (forveksles med plast)	Mellem (indfiltret)	Dagrenovation i plastposer
Total		-	680 kg	-	5,6-7,2 m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Brovægt	680 kg	100 %	ca. 10 m <sup>3</sup>				
Difference		-	-	-	ca. 2,8-4,4 m <sup>3</sup>				

<sup>\*)</sup> Vejemetode/interval/vejeusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

<sup>\*\*) Vejning på brovægt var fejlbehæftet, hvorefter vægt er beregnet ud fra kontrolvægt af samlet læs.</sup>

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.6

Dato: 15-feb-2000 Øvrige bemærkninger: Tørt mudret, lidt vind, kl. 13-15 Udført af: I/S REFA og Carl Bro  
 Lokalitet: Gerringe Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Industriaffald, Maribo, byggeplads  
 Forløb af sortering: maskinel sortering: ½ time, manuel sortering: 1½ time (3 mand). Læsset var homogent og derfor blev kun sorteret ca. 1/3, hvorefter resten antages at have samme fordeling af fraktioner.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Vejemetode	Vægt	Vægt %-fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	Lille vægt	56 kg	11 %	1,2 m <sup>3</sup>	20-50 cm	God	Mellem (lidt indfiltret)	
2	Blød plast	Lille vægt	55,5 kg	11 %	1,3 m <sup>3</sup>	20-100 cm	God	Mellem	Blødt og hårdt
3	Hård plast	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
4	Jern og metal	Lil. vægt	4 kg	0,8 %	0,05 m <sup>3</sup>	60-100 cm	God	Dårlig (indfiltret)	
5	Mineraluld	Lil. vægt	2 kg	0,4 %	0,05 m <sup>3</sup>	20-60 cm	God	God	
6	Træ	Lil. vægt	167 kg	33 %	1,5-2 m <sup>3</sup>	30-200 cm	God	God	Ren træ og spånplader
7	Flamingo, skumisulering	Lil. vægt	1,5 kg	0,3 %	0,3 m <sup>3</sup>	20-80 cm	God	God	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap	Lil. vægt	1 kg	0,2 %	0,05 m <sup>3</sup>	20 cm	God	God	1 rulle
12	Sten, gasbeton, gipsplader, glas m.m. (inert/mineralsk)	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
14	Restfraktion	Lille vægt	216,5 kg	43 %	1 m <sup>3</sup>	10-30 cm	Mellem	Dårlig	Blanding af ovenstående fraktioner.
19	Eternit, tagplader	Lille vægt	1-2 kg	0,3 %	0,05 m <sup>3</sup>	20-40 cm	God	God	
Delsum		-	504,5 kg	100 %	5,5-6 m <sup>3</sup>	-	-	-	
	Usorteret	Brovægt	2.560 kg	-	15-20 m <sup>3</sup>	-	-	-	
Total		-	3.064,5 kg	-	20,5-26 m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Bro-vægt	2.720 kg	100 %	-				
Difference		-	+ 344,5 kg	13 %	-				
Andel sorteret				16-19 %	-				

\*) Vejemetode/interval/vejeusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.



# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.7

Dato: 22-feb-2000 Øvrige bemærkninger: Let frost, let slud kl. 11.30-12.30 Udført af: I/S REFA  
 Lokalitet: Gerringe Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Kommunalt, Højreby Nærgenbrugsstation  
 Forløb af sortering: maskinel sortering: 15 min., manuel sortering: 45 min. (2 mand). Læsset var homogent og derfor blev kun sorteret ca. 1/2, hvorefter resten antages at have samme fordeling af fraktioner.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	-	0 Kg	0 %	m <sup>3</sup>				
2+3	Blød og hård plast	Lille vægt	5 Kg	0,5 %	0,1 m <sup>3</sup>	blandet	God	God	Ren plast, tyndt
4	Jern og metal	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
5	Mineraluld	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
6	Træ	Stor vægt	140 kg	14 %	m <sup>3</sup>	100-200 cm	God	God	Overvejende træ (sammensat med andet)
7	Flamingo, skumisolering	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap	Stor vægt	320 kg	31 %	0 m <sup>3</sup>	10-200 cm	God	Dårlig	Ren tagpap
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
14	Restfraktion	Stor vægt	540 kg	53 %	m <sup>3</sup>	0-20 cm	Dårlig	Dårlig	Plastposer m. dagrenovation ekskl. organisk, ellers bygningsaffaldsagtigt m. plast, jord, grus, træ
15	Gipsplader	Lille vægt	22 kg	2 %	m <sup>3</sup>	100-150 cm	God	Mellem (går i stykker)	Pap på siderne
Delsum		-	1.027 kg	100 %	m <sup>3</sup>	-			
	Usorteret		? kg	-	m <sup>3</sup>	-			
Total		-	? kg	-	m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Bro-vægt	2.660 kg	100 %	-				
Difference		-	? kg	? %	-				
Andel sorteret				39 %	-				

\*) Vejemetode/interval/vejusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.8

Dato: 22-feb-2000 Øvrige bemærkninger: Let frost, let slud kl. 8-10 Udført af: I/S REFA  
 Lokalitet: Gerringe Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Kommunalt, Nakskov Nærgenbrugsstation  
 Forløb af sortering: maskinel sortering: ½ time, manuel sortering: 1½time (2 mand). Ca. 1/3 af læsset blev sorteret.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	-	0 Kg	0 %	m <sup>3</sup>				
2+3	Blød og hård plast	Lille vægt	4,5 Kg	0,6 %	0,2 m <sup>3</sup>	blandet	God	God	Persienner, plader
4	Jern og metal	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
5	Mineraluld	-	1,5 Kg	0,2 %	0,2 m <sup>3</sup>	blandet	God	Dårlig	Stumper
6	Træ	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
7	Flamingo, skumisolering	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	-	15 kg	2 %	0,3 m <sup>3</sup>	50 cm	God	God	Radio, fjernsyn
11	Tagpap	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	Stor vægt	180 kg	26 %	0,6 m <sup>3</sup>	50-250 cm	God	God	Stort brændbart
14	Restfraktion	Stor vægt	500 kg	71 %	m <sup>3</sup>	0-20 cm	Dårlig	Dårlig	Plastposer m. dagrenovation ekskl. organisk, ellers plast, flamingo, elektronik, træ m.m.
Delsum		-	701 kg	100 %	m <sup>3</sup>	-			
	Usorteret		? kg	-	m <sup>3</sup>	-			
Total		-	? kg	-	m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Bro-vægt	2.280 kg	100 %	-				
Difference		-	? kg	? %	-				
Andel sorteret				31 %	-				

\*) Vejemetode/interval/vejeusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.9

Dato: 22-feb-2000 Øvrige bemærkninger: Let frost, let slud kl. 10-11.30 Udført af: I/S REFA  
 Lokaltet: Gerringe Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Kommunalt, Rødby Nærgenbrugsstation  
 Forløb af sortering: maskinel sortering: ½ time, manuel sortering: ½time (2 mand). Meget store emner, sorteret ca. 1/3.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	-	0 Kg	0 %	m <sup>3</sup>				
2	Blød plast	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
3	Hård plast	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
4	Jern og metal	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
5	Mineraluld	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
6	Træ	Lil. vægt	88 kg	13 %	0 m <sup>3</sup>	1-3 m	God	God	Karme, paneler
7	Flamingo, skumisolering	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	Brovægt	250 Kg	38 %	0 m <sup>3</sup>	0,5x2-3m	God	God	Gulvtæpper
9	Gummi/dæk	Lil. vægt	100 Kg	15 %	0 m <sup>3</sup>	1,5 m	God	God	1 stort traktordæk
10	Elektronik	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	-	0 kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	-	0 Kg	0 %	0 m <sup>3</sup>	-	-	-	
14	Restfraktion	Brovægt	221 kg	34 %	m <sup>3</sup>	0-20 cm	Dårlig	Dårlig	Gulvtæppe (afskårede stykker), træ m.m.
Delsum		-	659 kg	100 %	m <sup>3</sup>	-			
	Usorteret		? kg	-	m <sup>3</sup>	-			
Total		-	? kg	-	m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Brovægt	1.700 kg	100 %	-				
Difference		-	? kg	? %	-				
Andel sorteret				39 %	-				

\*) Vejemetode/interval/vejeusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.10

Dato: 14-mar-2000 Øvrige bemærkninger: Klart vejr Udført af: I/S REFA  
 Lokalitet: Hasselø Nor Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Gartner (knust drivhus)  
 Forløb af sortering: maskinel sortering og manuel sortering: 1time (2 mand). Ca. 1/3 af læsset blev sorteret.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	Brovægt	170 Kg	7 %	- m <sup>3</sup>	20-30 cm	God	God	Papkasser
2+3	Blød og hård plast	Brovægt	150 Kg	6 %	- m <sup>3</sup>	20-30 cm	God	God	Vandingsslanger
4	Jern og metal	Lil. vægt	20 Kg	1 %	- m <sup>3</sup>	-	?	?	
5	Mineraluld	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
6	Træ	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
7	Flamingo, skumisolering	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	Lil. vægt	10 Kg	0,4 %	- m <sup>3</sup>	50 cm	God	God	Måleudstyr, pumper
11	Tagpap	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	Brovægt	1.700 Kg	73 %	- m <sup>3</sup>	20-200 cm	God	Dårlig	Ruder
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
14	Restfraktion	Brovægt	0 kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-			
18	Dagrenovation	Brovægt	300 kg	13 %	- m <sup>3</sup>	5-10 cm	God	God	Tomater
Delsum		-	2.350 kg	100 %	-	-			
	Usorteret	-	2.550 kg	-	m <sup>3</sup>	-			
Total		-	4.900 kg	-	- m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Brovægt	5.330 kg	100 %	-				
Difference		-	430 kg	8 %	-				
Andel sorteret				44 %	-				

\*) Vejemetode/interval/vejeusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.11

Dato: 14-mar-2000

Øvrige bemærkninger: Klart vejr

Udført af: I/S REFA

Lokalitet: Hasselø Nor

Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Tagdækningsfirma

Forløb af sortering: maskinel sortering og manuel sortering: 1time (2 mand). Ca. 1/3 af læsset blev sorteret.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Veje- metode	Vægt	Vægt %- fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	Papkasser
2+3	Blød og hård plast	Brovægt	370 Kg	12 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	Vandingslanger
4	Jern og metal	Brovægt	410 Kg	14 %	- m <sup>3</sup>	2-3 m	God	Dårlig	Rammer, hængsler
5	Mineraluld	Lil. vægt	20 Kg	1 %	- m <sup>3</sup>	0-20 cm	God	Dårlig	
6	Træ	Brovægt	240 Kg	8 %	- m <sup>3</sup>	2-3 m	God	God	Karme
7	Flamingo, skumisolering	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	Brovægt	1.600 Kg	54 %	- m <sup>3</sup>	2x2 m	God	Dårlig	Ovenlys
14	Restfraktion	Brovægt	320 kg	11 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
Delsum		-	2.960 kg	100 %	-	-	-	-	
	Usorteret	-	? kg	-	m <sup>3</sup>	-	-	-	
Total		-	? kg	-	- m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Brovægt	7.710 kg	100 %	-				
Difference		-	? kg	? %	-				
Andel sorteret				38 %	-				

\*) Vejemetode/interval/vejeusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.12

Dato: 14-mar-2000 Øvrige bemærkninger: Klart vejr Udført af: I/S REFA  
 Lokalitet: Hasselø Nor Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Silvan byggemarked  
 Forløb af sortering: maskinel sortering og manuel sortering: ca. 1time (2 mand). Ca. 1/2 af læsset blev sorteret.

Nr	Affaldsfraktion	*) Vejemetode	Vægt	Vægt %-fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	Brovægt	420 Kg	71 %	- m <sup>3</sup>	0,5x0,5 m	God	Pap: god Papir: dårlig	Papkasser og papir
2+3	Blød og hård plast	Lil. vægt	50 Kg	9 %	- m <sup>3</sup>	2x2 m	God	God	Ren plast
4	Jern og metal	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	?	?	
5	Mineraluld	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
6	Træ	Lil. vægt	20 Kg	3 %	- m <sup>3</sup>	1 m	God	God	Rene trælister
7	Flamingo, skumisolering	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	Lil. vægt	30 Kg	5 %	- m <sup>3</sup>	25x25 cm	God	Dårlig	Krukker, teragos
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
14	Restfraktion	Lil. vægt	70 kg	12 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
Delsum			590 kg	100 %	-	-	-	-	
	Usorteret	-	? kg	-	m <sup>3</sup>	-	-	-	
Total			? kg	-	- m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Brovægt	1.080 kg	100 %	-				
Difference		-	? kg	? %	-				
Andel sorteret				55 %	-				

\*) Vejemetode/interval/vejusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.

# Resultatskema – sortering af blandet affald

Bilag nr. 1.13

Dato: 14-mar-2000

Øvrige bemærkninger: Klart vejr

Udført af: I/S REFA

Lokalitet: Hasselø Nor

Beskrivelse af læs til sortering (oprindelse m.m.): Tømrefirma

Forløb af sortering: maskinel sortering og manuel sortering: ca. 1time (2 mand). Ca. 1/2 af læsset blev sorteret.

Nr.	Affaldsfraktion	*) Vejemetode	Vægt	Vægt %-fordeling	Volumen	Størrelse af komponenter	Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Bemærkninger
1	Pap og papir	Brovægt	350 Kg	46 %	- m <sup>3</sup>	0,5x0,5 m	God	Dårlig	Papkasser
2+3	Blød og hård plast	Brovægt	240 Kg	31 %	- m <sup>3</sup>	0,5x0,5 m	God	Dårlig	Kontoraffald
4	Jern og metal	Lil. vægt	1 Kg	0,1 %	- m <sup>3</sup>	3 m	God	God	Stålbånd
5	Mineraluld	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
6	Træ	Lil. vægt	20 Kg	3 %	- m <sup>3</sup>	0,5x0,5 m	God	God	Afskær
7	Flamingo, skumisolering	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
8	Tekstiler, gulvtæpper	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
9	Gummi/dæk	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
10	Elektronik	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
11	Tagpap	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
12	Sten, gasbeton, glas m.m. (inert/mineralsk)	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
13	Komponenter sammensat af flere materialer (møbler m.m.)	-	0 Kg	0 %	- m <sup>3</sup>	-	-	-	
14	Restfraktion	Brovægt	150 kg	20 %	- m <sup>3</sup>	-	Dårlig	Dårlig	
15	Gipsplader	Lil. vægt	2 kg	0,2 %	- m <sup>3</sup>	0,5x0,5 m	God	Dårlig	
Delsum		-	763 kg	100 %	-	-			
	Usorteret	-	? kg	-	m <sup>3</sup>	-			
Total		-	? kg	-	- m <sup>3</sup>				
Kontrol (vægt og volumen af læs inden sortering)		Brovægt	1.290 kg	100 %	-				
Difference		-	? kg	? %	-				
Andel sorteret				59 %	-				

\*) Vejemetode/interval/vejusikkerhed: Lille vægt/0-500kg/±0,5kg, Brovægt/120-13.000kg/±20kg.







Nr. 1 - 20/1-2000



Nr. 2 - 20/1-2000



Nr. 6 - 20/1-2000



Nr. 7 - 20/1-2000



Nr. 8 – 20/1-2000



Nr. 10 - 20/1-2000



Nr. 11 - 20/1-2000



Nr. 12 - 20/1-2000





Nr. 13 - 20/1-2000



Nr. 14 - 20/1-2000



Nr. 15 - 20/1-2000



Nr. 16 - 20/1-2000



Nr. 17 - 20/1-2000



Nr. 18 - 20/1-2000



Nr. 19 - 20/1-2000



Nr. 23 - 20/1-2000





AV Miljø, d. 8. februar 2000 (læs fra Ballerup Genbrugscentral)



15/2-2000, Gerringe, (byggeplads v. Maribo)



AV Miljø, d. 17. februar 2000 (læs fra Boligforening)





## Hvalsø Losseplads, blandet affald

Dato	Deponeret affald tons	Deponeret affald, summeret tons	Beregnet perkolatmængde m <sup>3</sup> /år	Perkolat summeret m <sup>3</sup>	L/S(min) pr. År
1991-1995	35.000	35.000	15.600	15.600	0,445714286
1995	52.400	87.400	3.900	19.500	0,044622426
1996	7.385	94.785	2.240	21.740	0,023632431
1997	4.201	98.986	5.304	27.044	0,053583335
1998	0	98.986	6.750	33.794	0,068191461
1999	9.810	108.796	8.820	42.614	0,081069157

Odensenord, blandet affald: Perkolatbrønd, etape 1.b

Dato	Ledningse													
	pH	vne mS/m	Cl mg/l	BOD mg/l	COD (Cr) mg/l	Na mg/l	K mg/l	total-N mg/l	NH4+-N mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Fe mg/l	Zn mg/l	Mn mg/l
	pH	Ledningse vne	Cl	BOD	COD	Na	K	i.a.	i.a.	Pb	Cd	Fe	Zn	Mn
feb-97	6,4	1270	1400	15.000	17.000	i.a.	i.a.	250	210	i.a.	<10	710	0,09	60
maj-97	6,4	1220	1600	11.000	15.000	i.a.	i.a.	310	280	i.a.	i.a.	520	i.a.	i.a.
aug-97	6,4	1310	1800	7.400	12.000	i.a.	i.a.	390	360	i.a.	<10	380	0,04	19
nov-97	7	1300	1800	8400	11.000	i.a.	i.a.	210	170	i.a.	i.a.	500	i.a.	i.a.
jan-98	6,8	1160	1500	5300	7.600	i.a.	i.a.	430	350	i.a.	i.a.	250	i.a.	i.a.
apr-98	7,1	1280	1770	4100	5.900	i.a.	i.a.	540	490	i.a.	<10	180	0,04	7,8
jun-98	7	1274	1860	3500	5.900	i.a.	i.a.	640	580	i.a.	<10	180	0,09	6,4
okt-98	7,3	1440	1980	3000	4.700	i.a.	i.a.	780	740	i.a.	10	96	0,05	3
feb-99	7,2	1370	2080	2000	4.000	i.a.	i.a.	600	520	i.a.	0,2	58	0,14	2,4
maj-99	7,2	1470	2470	1200	3.300	i.a.	i.a.	700	690	i.a.	i.a.	17	i.a.	i.a.
aug-99	7,2	1730	2780	980	3.100	i.a.	i.a.	850	740	i.a.	<0,1	22	0,07	0,53
nov-99	7,5	1820	3020	1000	3.600	i.a.	i.a.	880	830	i.a.	i.a.	21	i.a.	i.a.

Odensenord, blandet affald

Dato	Deponeret affald tons	Deponeret affald, summeret tons	Beregnet perkolatmængde m3/år	Perkolat summeret m3	L/S pr. År
1996	159.629	159.629	1.969	1.969	0,012334851
1997	164.768	324.397	1.159	3.128	0,003572783
1998	106.359	430.756	1.612	4.740	0,003742258
1999	36.062	466.818	2.459	7.199	0,005267578





### Hvalsø Losseplads, mineralsk affald

Dato	Deponeret affald tons	Deponeret affald, summeret tons	Beregnet perkolatmængde m <sup>3</sup> /år	Perkolat summeret m <sup>3</sup>	L/S(min)
1996	14.362	14.362	260	260	0,018103328
1997	12.024	26.386	610	870	0,02311832
1998	0	26.386	780	1.650	0,029561131
1999	0	26.386	1.015	2.665	0,038467369

Rønnovsdal Losseplads, Hjørring, mineralsk affald				
Perkolatbrønd P3, Etape 3 og 4				
DATO	Ledningsevne mS/m	pH	COD mg/l	Chlorid mg/l
		pH		Chlorid
dec-93	91,0	7,5	34,0	25
mar-94	59,0	8,0	25,0	22
jun-94	101,0	7,5	50,0	71
sep-94	210,0	7,0	100,0	130
nov-94	130,0	7,4	50,0	41
mar-95	61,0	7,5	22,0	27
jun-95	126,0	7,2	42,0	42
sep-95	157,0	7,5	110,0	58
nov-95	155,0	7,1	60,0	50
apr-96	196,0	7,2	90,0	62
jun-96	108,0	6,7	55,0	32
okt-96	181,0	7,2	47,0	46
dec-96	110,0	7,0	30,0	27
mar-97	87,2	7,2	25,0	52
maj-97	138,0	7,0	55,0	61
aug-97	89,0	6,7	60,0	53
okt-97	146,0	7,1	55,0	66
mar-98	115,0	7,2	35,0	51
jun-98	155,0	7,0	60,0	110
aug-98	73,8	7,1	50,0	40
dec-98	244,0	7,2	140,0	200

## Hasselø Nor, schredderaffald:Skrot 2

Dato	pH	Olie+fedt mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Zn mg/l
	pH	Olie+fedt	Pb	Cd	Cu	Zn
sep-95	7,7	<2	<0,04	<0,005	56	0,045
maj-96	7,8	<2	<0,07	<0,005	<30	0,03
nov-96	7,3	5	<0,07	0,01	30	0,13
apr-97	7,4	3	0,08	0,01	100	0,79
jun-97	6,5	4	<0,04	0,06	50	7
sep-97	7,3	3	<0,04	0,027	45	2,2
mar-98	7	5	<0,04	0,051	160	5,7
jun-98	7,5	2	0,13	0,008	60	0,78
sep-98	7,4	<2	0,19	0,009	40	0,49
nov-98	7,3	<2	<0,04	0,04	40	2,9
feb-99	7,6	8	<0,04	0,009	20	1,1
jun-99	7,5	4	<0,04	0,011	27	0,59
aug-99	7,4	<2	0,046	0,008	30	0,45
nov-99	7,3	3	0,05	0,02	40	0,3

Hasselø Nor, schredderaffald:Skrot 2

Dato	Deponeret affald tons	Deponeret affald, summeret tons	Beregnet perkolatmængde m <sup>3</sup> /år	Perkolat akkumuleret m <sup>3</sup>	L/S
1996	0	0	625	625	0
1997	2.658	2.658	625	1.250	0,235139202
1998	0	2.658	625	1.875	0,705417607
1999	0	2.658	625	2.500	0,94055681

### AV-Miljø, schredder affald: Perkolatbrønd, etape 1.5.1

Dato	pH	Olie mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Hg mg/l
	pH		Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg
18-aug-94	7	<2	0,085	0,036	0,021	0,042	0,05	0,0005
12-okt-94	8,1	<2	0,13	0,023	0,017	0,055	0,05	<0,0005
2-maj-96	7,1	<2	0,002	0,0011	0,001	0,011	0,01	<0,00005
11-jul-96	6,9	<2	0,003	0,0007	0,002	0,01	0,05	<0,00005
12-sep-96	7	<3	0,001	0,001	<0,001	0,014	0,05	<0,00005
14-nov-96	6,9	<3	0,002	0,0006	<0,001	0,01	0,04	<0,00005
22-jan-97	7,3	<3	<0,001	<0,0005	0,001	0,011	0,06	<0,0005
5-mar-97	7,4	<3	0,13	0,45	0,55	0,01	0,05	0,00019
7-maj-97	7,1	<3	<0,001	0,0004	<0,001	0,013	0,08	<0,00005
9-jul-97	7,1	<3	<0,001	0,0007	0,0015	0,011	0,09	<0,00005
3-sep-97	6,8	<3	<0,001	0,00023	0,0021	0,011	0,06	<0,00005
5-nov-97	7	<3	0,004	0,0005	0,0018	0,009	0,06	<0,00005
4-feb-98	6,9	<3	0,026	0,0002	0,002	0,008	0,08	<0,00005
4-mar-98	6,9	<3	0,005	<0,0002	0,0016	0,007	0,038	<0,00005
6-maj-98	7,2	<3	0,012	0,0003	0,0024	0,006	0,043	0,00007
8-jul-98	6,9	<3	0,006	0,00058	0,0021	0,002	0,034	<0,00005
2-sep-98	6,9	<3	0,001	0,0006	0,0023	0,003	0,033	<0,00005
4-nov-98	7,1	<3	0,001	<0,0005	0,0028	0,003	0,038	<0,00005
21-jan-99	7,1	<3	0,02	<0,0002	0,0025	0,003	0,046	<0,00005
7-mar-99	7,4	<3	0,005	0,0009	0,0016	0,006	0,058	<0,00005
7-jun-99	7,3	<3	0,006	<0,0005	0,0024	0,005	0,05	<0,00005
29-jun-99	6,9	<3	<0,001	<0,0005	0,0023	0,001	0,042	<0,00005
1-sep-99	7,1	<3	<0,001	0,0005	0,0027	0,002	0,043	<0,00005
2-nov-99	7	<3	<0,001	0,0002	0,001	<0,001	0,034	<0,00005

År	Beregnet perkolatmængde i m <sup>3</sup> (nedbør=250 mm/år)	Schredderaffald i tons	Affald akkumuleret i tons	L/S (min)
1993	1375	4.121	4.121	0,333656879
1994	1375	3.531	7.652	0,179691584
1995	1375	3.020	10.672	0,128841829
1996	1375	2.333	13.005	0,105728566
1997	1375	4.055	17.060	0,08059789
1998	1375	5.458	22.518	0,061062261
1999	1375	8.161	30.679	0,044818932





## Sammenligning af eluatdata fra kolonneudvaskningsforsøg og perkolatdata

Resultater fra kolonne udvaskningsforsøg	pH	Ledn. Evne	Chlorid	COD	Total N	NVOC	Sulfat	Ca	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn
Knust beton (en prøve), (L/S=0-0,09), /12/	12,4	840	410	i.a.	i.a.	86	11	150	<0,0077	<0,00005	0,079	0,043	0,036	0,00073	0,0029	<0,0002
Knust beton (en prøve), (L/S=0,19-0,50), /12/	12,4	530	150	i.a.	i.a.	16	4	250	<0,0060	<0,00005	0,034	0,0086	0,0065	0,00072	<0,001	<0,0002
Byjord (en prøve), (L/S=0-0,1), /10/	7,2	95	53	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	180	0,014	0,0003	0,0011	0,01	0,0068	0,0003	0,093	0,94
Byjord (en prøve), (L/S=0,1-1,0), /10/	7,4	160	91	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	280	0,023	<0,00005	0,0014	0,0071	0,012	<0,0002	0,011	3,7
Afsvovlingsgips (en prøve), (L/S=0-0,01), /11/.	6,7	524	690	i.a.	3,21	i.a.	2080	660	0,001	0,0072	0,04	0,0086	0,0032	0,0013	0,1	i.a.
Afsvovlingsgips (en prøve), (L/S=0,92-1,36), /11/.	7,5	224	0,4	i.a.	0,011	i.a.	1280	640	<0,0005	0,00003	<0,025	0,0008	<0,001	<0,0005	<0,01	i.a.
Schredderaffald (en prøve), (L/S=0-0,2), /13/.	7,7	520	760	i.a.	34	520	i.a.	i.a.	i.a.	0,0084	i.a.	i.a.	0,52	0,12	1,4	i.a.
Schredderaffald (en prøve), (L/S=1,0-10), /13/.	8	40	3,7	i.a.	3,7	37	i.a.	i.a.	i.a.	0,0029	i.a.	i.a.	0,035	0,012	0,18	i.a.

Perkolatdata	pH	Ledn. Evne	Chlorid	COD	Total N	NVOC	Sulfat	Ca	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn
*Hvalsø, etape 2.2A, Opfyldning påbegyndt 1991, industriaffald, gadeopfej, jord, perkolat1999:(L/S=0,08)	7,1	921	1400	440	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,0035	i.a.	i.a.	i.a.	0,014	0,08	i.a.
*Hvalsø, etape 2.2B, Påfyldning påbegyndt 1996, forurennet jord, perkolat1999:(L/S=0,04)	7,7	234	349	120	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,0013	i.a.	i.a.	i.a.	<0,009	0,05	i.a.
*Rønnovsdal, etape 3, Påfyldning påbegyndt 1990, Inert/mineralsk affald, perkolat1998:(L/S=0,06)	7,1	147	100	71	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
*OdenseNord, etape 1B, Opfyldning påbegyndt 1996 bygningsaffald, industriaffald, jord, storskrald, ristestof, perk.1999:(L/S=0,005)	7,5	1820	3020	3600	880	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,0001	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,07	0,53
*HesseløNord, etape 1B, Opfyldning påbegyndt 1996, schredderaffald, perkolat1999:(L/S=0,24)	7,3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,02	0,03	0,04	<0,011	0,05	0,3	i.a.
*AV-miljø, etape 1.5.1, Opfyldning påbegyndt 1993, schredderaffald, perk.1999:(L/S=0,045)	7,4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,0009	0,0016	0,006	0,058	0,005	i.a.	i.a.

**L/S efter 30 år for forskellige affaldsfraktioner**

Affaldsfraktion	H(M)	ln (mm/år)	T (år)	Densitet (t/m <sup>3</sup> )	L/S (m <sup>3</sup> /år)
Gips	8	300	30	0,8	1,41
Jord	8	300	30	1,5	0,75
Knust beton	8	300	30	2,3	0,49
Schredder affald	8	300	30	0,95	1,18





<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	1
Affaldsfraktion i blandet affald	Pap og papir
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	4,0 %
Makrosammensætning (se fotos)	Papkasser, papirposer, papirruller, diverse små stykker,
Størrelse af komponenter (se fotos)	10-120 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Papir: mellem (forveksles med plast) Pap: god
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Papir: dårlig (indfiltret med andet affald) Pap: mellem/god
Mulige forureningskomponenter	Organisk stof ved nedbrydning, trykssvæerte m.m.
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Afhænger af deponimiljøet, specielt perkolatflow
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Afhænger af deponimiljøet, specielt perkolatflow
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Nedbrydelighed, indhold og sammensætning af trykssvæerte og hjælpestoffer
Alternative disponeringsmuligheder	Sortering med efterfølgende nyttiggørelse: primært genanvendelse og sekundært forbrænding
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	2+3
Affaldsfraktion i blandet affald	Blød+hård plast
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	5,5 %
Makrosammensætning (se fotos)	Poser, rør, plader, slanger,
Størrelse af komponenter (se fotos)	10-200 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Blød plast: mellem (kan forveksles med papir) Hård plast: god/mellem
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Blød plast: mellem/dårlig (indfiltret med andet affald) Hård plast: god/mellem
Mulige forureningskomponenter	Diverse plastkomponenter, additiver
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	-
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	-
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Manglende kendskab til miljøbelastning
Alternative disponeringsmuligheder	Sortering med efterfølgende nyttiggørelse (primært genanvendelse og sekundært forbrænding).
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	4
Affaldsfraktion i blandet affald	Jern og metal
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	3,0 %
Makrosammensætning (se fotos)	Rammer, hængsler, stålband
Størrelse af komponenter (se fotos)	20-300 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God/mellem
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God/mellem/dårlig
Mulige forureningskomponenter	Overfladebehandling såsom maling, olie m.m. Udvaskning fra selve metallet hovedsageligt på lang sigt.
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Næppe problematisk (afhænger bl.a. af redox-forhold)
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Næppe problematisk (afhænger bl.a. af redox-forhold)
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	-
Alternative disponeringsmuligheder	Sortering med efterfølgende genanvendelse.
Øvrigt	-



<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	5
Affaldsfraktion i blandet affald	Mineraluld
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	2,4 %
Makrosammensætning (se fotos)	Lagtykkelse på ca. 5-10 cm, i nogle tilfælde indpakket i poser
Størrelse af komponenter (se fotos)	0-100 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God/mellem
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God/dårlig (store stykker er lette at sortere, men materialet kan let blive revet i mindre stykker, som er svære at sortere fra)
Mulige forureningskomponenter	<p>Ældre produkter: stenuldsfibre er ikke bioopløselige</p> <p>Nyere produkter: stenuldsfibre er bioopløselige</p> <p>Bindemiddel bliver efter afhærdning til et varmemestabil kunststof (barkelit).</p> <p>Mindre mængde olie er tilsat for at gøre produktet vandafvisende og reducere støvafgivelsen.</p>
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Manglende data
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Manglende data
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	Manglende data
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Manglende data
Alternative disponeringsmuligheder	-
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	6
Affaldsfraktion i blandet affald	Træ
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	8,4 %
Makrosammensætning (se fotos)	Rene træstykker, spånplader, og evt. trykimprægneret træ
Størrelse af komponenter (se fotos)	10-300 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God
Mulige forureningskomponenter	Organisk materiale, lim (spånplade), tungmetaller (trykimprægneret træ)
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Afhænger af perkolatflow, deponeringsmiljø og nedbrydningsgrad
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Afhænger af perkolatflow, deponeringsmiljø og nedbrydningsgrad
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Manglende data
Alternative disponeringsmuligheder	Sortering med efterfølgende forbrænding (især for rent træ inkl. spånplader)
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	7
Affaldsfraktion i blandet affald	Flamingo, skumisolering m.m.
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	0,1 %
Makrosammensætning (se fotos)	Mange små stykker
Størrelse af komponenter (se fotos)	10-100 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God/mellem
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God/Mellem/Dårlig
Mulige forureningskomponenter	Ingen data
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Ingen data
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Ingen data
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Ingen data
Alternative disponeringsmuligheder	Primært genanvendelse, sekundært forbrænding.
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	8
Affaldsfraktion i blandet affald	Tekstiler, gulvtæpper (inkl. gummibelægning)
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	1,2 %
Makrosammensætning (se fotos)	Geotekstil,
Størrelse af komponenter (se fotos)	10-300 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God/mellem
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God/mellem
Mulige forureningskomponenter	Organiske nedbrydningsprodukter, farvestoffer, andre tilsætningsstoffer
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Afhænger af deponeringsmiljø, perkolatflow og nedbrydningsgrad
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Afhænger af deponeringsmiljø, perkolatflow og nedbrydningsgrad
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Manglende data
Alternative disponeringsmuligheder	Primært genanvendelse, sekundært forbrænding.
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	9
Affaldsfraktion i blandet affald	Gummi/dæk
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	0,6 %
Makrosammensætning (se fotos)	Dæk m. fælge, gummimåtte, cykeldæk, traktordæk
Størrelse af komponenter (se fotos)	40-150 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God/mellem
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God/mellem
Mulige forureningskomponenter	Organiske nedbrydningsprodukter, stabilisatorer, farvestoffer, metaller
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Ingen data
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Ingen data
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Manglende data
Alternative disponeringsmuligheder	Sortering med efterfølgende nyttiggørelse.
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	10
Affaldsfraktion i blandet affald	Elektronik
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	0,2 %
Makrosammensætning (se fotos)	Støvsuger, højttaler, radio, fjernsyn, måleudstyr, pumper
Størrelse af komponenter (se fotos)	20-60 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God
Mulige forureningskomponenter	(Tung)metaller, plastkomponenter, en lang række organiske og uorganiske komponenter
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Data mangler
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Data mangler
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Manglende data
Alternative disponeringsmuligheder	Sortering med efterfølgende genanvendelse.
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	11
Affaldsfraktion i blandet affald	Tagpap
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	4,4 %
Makrosammensætning (se fotos)	Ruller,
Størrelse af komponenter (se fotos)	10-200 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God/Mellem
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God/Mellem/Dårlig
Mulige forureningskomponenter	Tjærestoffer, PAH
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Data mangler
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Data mangler
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Manglende data
Alternative disponeringsmuligheder	Evt. sortering med efterfølgende nyttiggørelse.
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	12
Affaldsfraktion i blandet affald	Sten, gasbeton, glas m.m.
Observeret andel af blandet affald (vægt%)	8,6 %
Makrosammensætning (se fotos)	Gasbeton, beton, tegl, glas
Størrelse af komponenter (se fotos)	10-60 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God/Mellem
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God/Mellem
Mulige forureningskomponenter	Afhænger af, hvad materialerne har været i kontakt med. Fra glas kan bl.a. udvaskes enkelte metaller i små mængder.
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Begrænset datagrundlag. Næppe kritisk for rene materialer.
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Begrænset datagrundlag. Næppe kritisk for rene materialer.
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Datagrundlaget er begrænset
Alternative disponeringsmuligheder	Sortering med efterfølgende genanvendelse.
Øvrigt	-



<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	13
Affaldsfraktion i blandet affald	Komponenter sammensat af flere materialer (f.eks. møbler)
Observeret andel af blandet affald	6,1 %
Makrosammensætning (se fotos)	Ovenlys, stort brændbart, bildele (plastskærme, lygter, luftfiltre, vinduesviskere, diverse metal), strygebræt, skrivebordsstole, styrthjelm, seng, jernbeton, metal, træ, reb, plast
Størrelse af komponenter (se fotos)	2x2m, 50-250 cm, 20-150 cm, 30-100 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Dårlig, god
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Dårlig, god
Mulige forureningskomponenter	Der kan ikke generaliseres
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Der kan ikke generaliseres
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Der kan ikke generaliseres
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Stor diversitet, manglende data
Alternative disponeringsmuligheder	Sortering med efterfølgende nyttiggørelse (primært genanvendelse og sekundært forbrænding).
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	14
Affaldsfraktion i blandet affald	Restfraktion
Observeret andel af blandet affald	48,9 %
Makrosammensætning (se fotos)	Små komponenter af fraktioner, som er observeret i den øvrige del af læsset (fraktioner nr. 1-12). Plastposer med blandet. Kan desuden indeholde komponenter, som ikke kan genkendes.
Størrelse af komponenter (se fotos)	0-30 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	Dårlig
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Dårlig
Mulige forureningskomponenter	Alle
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år)	Data mangler
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år)	Data mangler
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Manglende datagrundlag.
Alternative disponeringsmuligheder	-
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	15
Affaldsfraktion i blandet affald	Gipsplader
Observeret andel af blandet affald	2,4 %
Makrosammensætning (se fotos)	Gipsplader med pap på siderne
Størrelse af komponenter (se fotos)	30-100 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	Mellem (går i stykker)
Mulige forureningskomponenter	Na, Ca, SO <sub>4</sub> (mættet opløsning af CaSO <sub>4</sub> ) urenheder/sporelementer: Na, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år, L/S < 1/2-1)	Perkolat vil på kort sigt indeholde: Na, Ca, SO <sub>4</sub> (mættet opløsning af CaSO <sub>4</sub> ) urenheder/sporelementer: Na, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år, L/S > 1/2-1)	Perkolat vil på lang sigt indeholde: Na, Ca, SO <sub>4</sub> (mættet opløsning af CaSO <sub>4</sub> )
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	Ifølge beregning: efter 24,5 år er SO <sub>4</sub> og Cd kritisk mens Cu og Zn ikke er kritiske.
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	Betydelig opløselighed af gips. Ensartet opløselighed på lang sigt indtil gipsen er væk.
Alternative disponeringsmuligheder	-
Øvrigt	-

<b>Blandet affald</b>	
Fraktion nr.	16
Affaldsfraktion i blandet affald	Linoleum
Observeret andel af blandet affald	1,4 %
Makrosammensætning (se fotos)	Forskellige typer, noget med tyndt træ på bagsiden
Størrelse af komponenter (se fotos)	30-100 cm
Genkendelighed (god/mellem/dårlig)	God
Sortérbarhed (god/mellem/dårlig)	God
Mulige forureningskomponenter	-
Udvaskningsegenskaber på kort sigt (0-30 år, L/S < 1/2-1)	-
Udvaskningsegenskaber på lang sigt (>30 år, L/S > 1/2-1)	-
Kvalitetskriterier ved udledning af perkolat til omgivelser efter 30 år	-
Kritiske egenskaber i forhold til deponeringsstrategi	-
Alternative disponeringsmuligheder	-
Øvrigt	-