

# Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 75 1995

## Miljømæssig kortlægning af emballager til øl og læskedrikke

Delrapport 6 : Engangsflasker af PET

**Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen  
Nr. 75 1995**

**Miljømæssig kortlægning  
af emballager til øl og  
læskedrikke**

**Delrapport 6 : Engangsflasker af PET**

Kirsten Pommer, Marianne Suhr Wesnæs  
og Christian Madsen  
Rendan A/S

**Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.**

**Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis dækkes af Rådet eller Miljøstyrelsen.**

Denne rapport er en del af afrapporteringen af projektet:  
Miljømæssig kortlægning af emballager til øl og læskedrikke.

Afrapporteringen består af:

- \* Emballager til øl og læskedrikke -  
miljømæssig kortlægning  
Hovedrapport
- \* Emballager til øl og læskedrikke -  
miljømæssig kortlægning  
Delrapport 1: Genpåfyldelige glasflasker
- \* Emballager til øl og læskedrikke -  
miljømæssig kortlægning  
Delrapport 2: Engangsflasker af glas
- \* Emballager til øl og læskedrikke -  
miljømæssig kortlægning  
Delrapport 3: Aluminiumsdåser
- \* Emballager til øl og læskedrikke -  
miljømæssig kortlægning  
Delrapport 4: Ståldåser
- \* Emballager til øl og læskedrikke -  
miljømæssig kortlægning  
Delrapport 5: Genpåfyldelige PET-flasker
- \* Emballager til øl og læskedrikke -  
miljømæssig kortlægning  
Delrapport 6: Engangsflasker af PET
- \* Emballager til øl og læskedrikke -  
miljømæssig kortlægning  
Delrapport 7: Transport og energifremstilling -  
beregningsgrundlag for kortlægning

Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

De fremsatte synspunkter dækkes ikke nødvendigvis af Rådet eller Miljøstyrelsen.

# Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>5</b>
1.1	Systembeskrivelse	5
1.2	Forudsætninger	9
1.3	Afgrænsninger	9
<b>2</b>	<b>Procesbeskrivelser</b>	<b>11</b>
2.1	Oversigt over procestrin	11
2.2	Udvinding og forarbejdning af råvarer	12
2.3	Fremstilling af emballager	12
2.4	Tapning	13
2.5	Distribution	13
2.6	Forbrug	13
2.7	Bortskaffelse	13
2.8	Genvinding	13
2.9	Skruelåg	14
2.10	Etiketter	14
2.11	Etiketlim	14
2.12	Kartonkasser	14
2.13	Oversigt over affaldsbehandlingen	15
2.14	Transport	15
<b>3</b>	<b>Referencer</b>	<b>19</b>

## **Bilag 1, Grundlæggende data for 1½ liters PET-flasker**

Introduktion	23
1 Systembeskrivelse	24
2 Fremstilling af materialer	26
3 Fremstilling af emballager	28
4 Tapning	30
5 Distribution	32
6 Forbrug	32
7 Genvinding (til andre systemer)	33
8 Bortskaffelse	34
9 Skruelåg (HDPE), fremstilling	35
10 Skruelåg (HDPE), bortskaffelse	37
11 Etiketter, fremstilling	38
12 Etiketter, bortskaffelse	40
13 Etiketlim, fremstilling	41
14 Etiketlim, bortskaffelse	41
15 Kasser (HDPE), fremstilling	42
16 Kasser (HDPE), bortskaffelse	44

## **Bilag 2, Grundlæggende data for 0,5 liters PET-flasker**

Introduktion	47
1 Systembeskrivelse	49
2 Fremstilling af materialer	51
3 Fremstilling af emballager	53
4 Tapning	55
5 Distribution	57
6 Forbrug	57
7 Genvinding (til andre systemer)	58
8 Bortskaffelse	59
9 Skruelåg (HDPE), fremstilling	60
10 Skruelåg (HDPE), bortskaffelse	62
11 Etiketter, fremstilling	63
12 Etiketter, bortskaffelse	65
13 Etiketlim, fremstilling	66
14 Etiketlim, bortskaffelse	66
15 Kasser (HDPE), fremstilling	67
16 Kasser (HDPE), bortskaffelse	69

## **Bilag 3, Regneark for 1½ liters PET-flasker**

## **Bilag 4, Regneark for 0,5 liters PET-flasker**

# 1 Introduktion

I denne rapport beskrives et retursystem for engangsflasker af PET (polyethylenterephthalat) til læskedrikke. Der eksisterer ikke et system for engangsflasker af PET i Danmark i dag, og de opstillede systemer for henholdsvis 1½ liters og 0,5 liters flasker er derfor baseret på en række forudsætninger og antagelser.

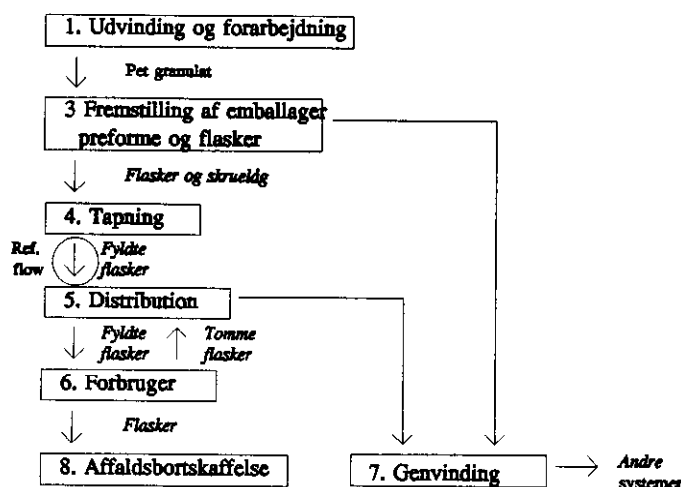
Det er forudsat, at PET-flaskerne efter brug returneres af forbrugerne i et retursystem med pant, således at materialet kan genvindes.

Der redegøres i det følgende for forbrug af materialer og energi. Desuden opgøres emissioner til luft og vand samt affald opstået i systemet.

## 1.1 Systembeskrivelse

### *Materialestrømme*

Det opstillede retursystem for engangsflasker af PET er skitseret i figur 1.1. Systemet er opdelt i 7 trin.



**Figur 1.1**

*Livscyklusstrøm for systemet for engangsflasker af PET.*

Udvinding og forarbejdning omfatter processer fra udvinding af olie og andre råmaterialer til og med fremstilling af PET-granulat.

Fremstilling af emballager består af produktion af pre-forms og PET-flaske.

Tapning omfatter påfyldning af nye flasker og påsætning af etiketter og skruelåg.

Der tages i beregningerne udgangspunkt i en referencestrøm ved distribution af 1000 liter læskedrik. Referencestrømmen er på figur 1.1 angivet med en cirkel.

Distributionstrinnet inkluderer transport fra tappehal over depot til detailhandel.

Forbrugertrinnet omfatter nedkøling af flaske og læskedrik.

Som for genpåfyldelige PET flasker omfatter genvinding retur-  
nering og sammenpresning af de kasserede flasker, men ikke  
transport og videre oparbejdning af disse.

Bortskaffelse inkluderer transport af dagrenovation fra forbruger til  
deponi og affaldsforbrændingsanlæg samt forbrænding.

Som det ses af figur 1.1 inkluderer det opstillede system for en-  
gangsflasker af PET returering og genvinding af materialerne til  
brug i andre systemer.

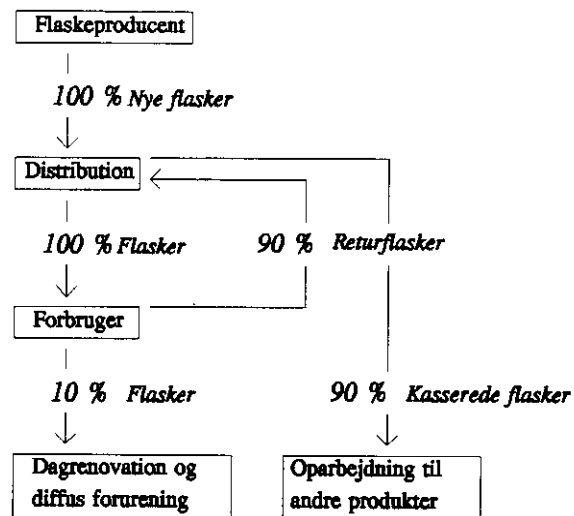
#### *Allokering*

Oparbejdet PET kan ikke anvendes til fremstilling af levnedsmid-  
deleballager, men kun til produkter, der kan fremstilles af en  
ringere materialekvalitet. Da sekundært PET ikke kan genanvendes  
til flaskefremstilling allokeres hele miljøbelastningen ved frem-  
stilling af nyt PET derfor til flaskesystemet.

#### *Returprocent*

Det forudsættes, at tomme flasker returneres af forbrugerne i et  
retursystem med pant. Der er i beregningerne taget udgangspunkt i  
en returprocent på 90%, som for de øvrige engangsemballager, se  
diskussion af dette i Hovedrapporten. Der er foretaget følsomheds-  
analyse for denne antagelse med gennemførelse af beregningerne  
med en returprocent på 98,5%.

Det opstillede system for engangsflasker af PET fremgår af figur 1.2.



**Figur 1.2**  
Retursystemet for engangsflasker af PET

I retursystemet for engangsflasker af PET er der taget udgangspunkt i følgende emballager.

*Primær emballage*

Den primære emballage består af PET-flaske, skruelåg og etiketter. PET-flaskerne er fremstillet af polyethylenterephthalat og har en gennemsnitlig vægt på 42 g for 1½ liters flaskerne og 25 g for 0,5 liters flaskerne.

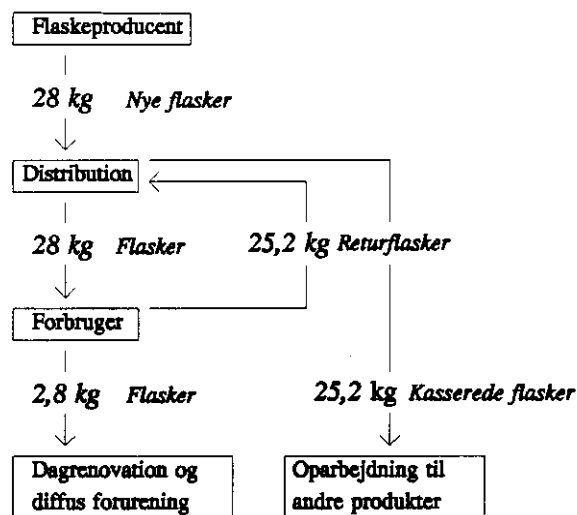
Skruelågene er af polypropylen og vejer i gennemsnit 2,8 gram for begge flasketyper dette er inklusive indlæg fremstillet af polyethylen. Etiketterne af bleget papir vejer i gennemsnit 0,96 gram pr 1½ liters flaske og 0,353 gram pr 0,5 liters flaske.

*Sekundær emballage*

Det antages at 1½ liters flaskerne transporteres i kartonkasser med 6 flasker pr. kasse, og en kassevægt på 0,5 kg. For 0,5 liters flaskerne antages kartonkasser til 20 flasker pr kasse, og ligeledes en kassevægt på 0,5 kg.

*Materialebalance for 1½ liters flasker*

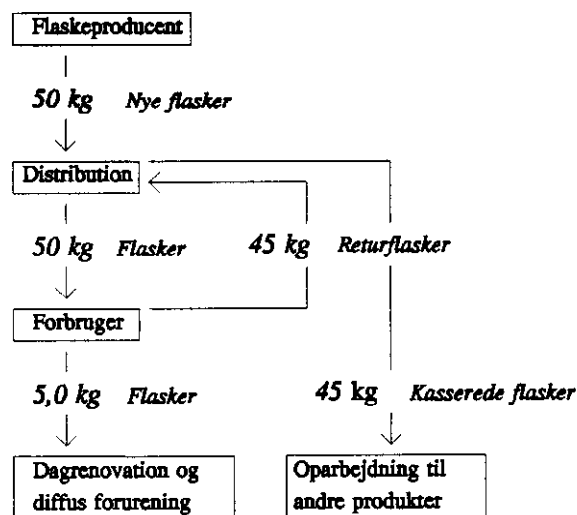
Med udgangspunkt i distribution af 667 fyldte 1½ liter PET-flaske, svarende til 1000 liter læskedrik, er massestrømmene i det opstillede system vist i figur 1.3.



**Figur 1.3**  
 Materialestrømme i systemet for 1½ liters engangsflasker af PET

*Materialebalance for  
 0,5 liters flasker*

Distribution af 1000 liter læskedrik i 0,5 liters PET-flasker svarer til 2000 emballager. Massebalancerne for dette retursystem fremgår af figur 1.4.



**Figur 1.4**  
 Materialestrømme i systemet for 0,5 liters engangsflasker af PET

## 1.2 Forudsætninger

### *Datagrundlag*

Det har ikke været muligt at tage udgangspunkt i stedsspecifikke data for systemet for engangsflasker af PET.

For fremstilling af PET er der taget udgangspunkt i det samme datagrundlag som for genpåfyldelige PET-flaske, se delrapport 5.

For fremstilling af flasker er der taget udgangspunkt i Boustead (1993) for fremstilling af engangsflasker af PET.

For tapning er energiforbruget baseret på estimater ud fra data fra Danske tapperier (1993), hvor energiforbruget til opvarmning af skyllevand dog er trukket ud, da engangsflaskerne ikke vaskes som de genpåfyldelige flasker.

Distributionssystemet er opstillet som for de genpåfyldelige flasker, dog returneres engangsflaskerne ikke i samme system.

Genvinding af PET-flaskerne er som for de genpåfyldelige flasker baseret på data fra Schoeller Plast Enterprise. Danske Læskedrik Fabrikanter har bidraget med oplysninger om returprocenter.

Eastman og Hoechst har deltaget med generelle oplysninger om PET-produktion og muligheder for genvinding, oparbejdning og anvendelsesmuligheder for de oparbejdede PET-flasker.

National Starch & Chemical har bidraget med oplysninger om lim til etiketter.

Desuden er der så vidt muligt indsamlet data fra litteraturen til alle processer som sammenligningsgrundlag for de indsamlede stedsspecifikke data.

## 1.3 Afgrænsninger

### *Forbrugertrinnene*

Som for de øvrige emballagesystemer medtages transport mellem detailhandel og forbruger ikke. Betydningen af dette er diskuteret i delrapport 7.

### *Systemgrænse*

Systemgrænsen for det opstillede retursystem for engangsflasker af PET er lagt som for systemet for genpåfyldelige flasker af PET.

Der er således taget udgangspunkt i, at "graven" for PET-flasken defineres efter at de kasserede flasker er samlet ind og komprimerede.



## 2 Procesbeskrivelser

I dette kapitel redegøres for de data og forudsætninger, der ligger til grund for kortlægningen for det opstillede system for engangsflasker af PET. De anvendte referencer er angivet ved de anvendte data.

Der er redegjort for hver proces trinvis. Der indledes med en oversigt over denne trininddeling og forudsætningerne bag de opstillede massebalancer.

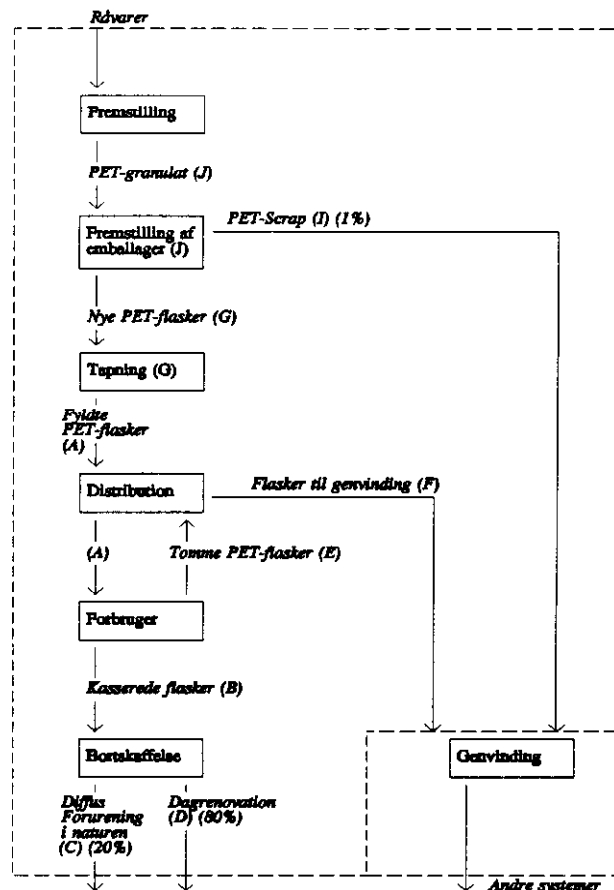
### 2.1 Oversigt over procestrin

Systemet for engangsflasker af PET er opstillet i figur 2.1. Der tages udgangspunkt i distribution af 1000 liter læskedrik (A).

Efter brug returnerer forbrugere hovedparten af flaskerne (E), mens en del ikke returneres (B), enten fordi de ender som diffus forurening i naturen (C) eller i dagrenovationen (D). Der er her taget udgangspunkt i at 20% af de flasker, der ikke returneres, ender i naturen, mens de resterende 80% bortskaffes via dagrenovationen. Af dagrenovationen forbrændes 80%, mens 20% bortskaffes på deponi.

De returnerede flasker transporteres til genvinding (E).

Der skal til systemet tilføres nye PET-flasker (G), og under fremstillingen af disse (J) fremkommer PET-scrap (I), der går til genvinding. Der er taget udgangspunkt i et spild på 1% under fremstilling af PET-flasker på basis af oplysninger fra Holmia (1993).



**Figur 2.1**  
Oversigt over massestrømme i det opstillede system for engangsflasker af PET.

## 2.2 Udvinning og forarbejdning af råvarer

Udvinning og forarbejdning af råvarer omfatter udvinning af råolie, transport og forarbejdning af olien til mellemprodukter indtil PET-granulat. Der er i kortlægningen taget udgangspunkt i generelle data fra BUWAL (1990), se bilag 1.

## 2.3 Fremstilling af emballager

Fremstilling af emballager foregår i to trin: fremstilling af pre-forms og herefter fremstilling af flasker ud fra disse pre-forms. Der er i kortlægningen taget udgangspunkt i Boustead (1993), der har opgivet data for engangsflasker af PET, se bilag 1.

## **2.4 Tapning**

For tapning af læskedrik på engangsflasker af PET er de anvendte værdier baseret på kvalificerede estimater på baggrund af data fra Danske tapperier(1993), se bilag 1.

## **2.5 Distribution**

Der tages udgangspunkt i distributionssystemet for genpåfyldelige glasflasker. Der henvises til delrapport 1.

## **2.6 Forbrug**

I forbrugertrinnet nedkøles læskedrik og emballage i køleskab. Transport mellem forretning og hjem medtages ikke. se diskussion af dette i Hovedrapporten.

Data til forbrugertrinnet i kortlægningen fremgår af bilag 1.

## **2.7 Bortskaffelse**

De flasker, der ikke returneres fra forbrugeren, går til dagrenovation (80%) og diffus forurening (i naturen og offentlige områder) (20%). Der tages udgangspunkt i, at 80% af dagrenovationen går til forbrændingsanlæg og at de resterende 20% deponeres.

Under affaldsbortskaffelsen medtages transport af dagrenovation til deponi og affaldsforbrændingsanlæg. Desuden indgår transport af slagter fra affaldsforbrændingsanlæg til deponi.

Transport ved diffus forurening udelades.

PET omsættes ved forbrænding til vand og kuldioxid under udvikling af varme.

## **2.8 Genvinding**

Under genvinding er medtaget sammenpresning af PET-flasker på depot. Herfra transporteres flaskerne videre til genvinding af materialet til produktion af andre produkter, men dette er udenfor systemgrænsen. Der er i kortlægningen taget udgangspunkt i oplysninger fra Schoeller Plast Enterprise (1993), se bilag 1.

## **2.9 Skruelåg**

Skruelågene til engangs PET-flasker antages at være de samme som for genpåfyldelige PET-flasker, både for fremstilling og bortskaffelse.

Beskrivelse findes i delrapport 5 afsnit 2.9.

## **2.10 Etiketter**

Etiketterne til engangs PET-flasker antages at være de samme som for genpåfyldelige PET-flasker, både for fremstilling og bortskaffelse.

Beskrivelse findes i delrapport 5 afsnit 2.10.

## **2.11 Etiketlim**

Etiketlim til engangs PET-flasker antages at være den samme som for genpåfyldelige PET-flasker, både for fremstilling og bortskaffelse.

Beskrivelse findes i delrapport 5 afsnit 2.11.

## **2.12 Kartonkasser**

For kartonkasser til transport af engangsflasker af PET er der taget udgangspunkt i samme materiale, som for kartonbakker til engangsflasker af glas, se delrapport 2.

Kartonbakkerne kan genvindes. Der er i kortlægningen taget udgangspunkt i at 50% af kasserne går til genvinding, mens de resterende 50% går til dagrenovation, hvor 80% forbrændes og 20% deponeres.

## 2.13 Oversigt over affaldsbehandlingen

Affaldsbehandlingen af emballagerne i det danske retursystem for engangsflasker af PET fremgår af oversigten, opstillet i tabel 2.1.

Materialestrøm			Total %	
<b>Flasker</b>	→90% Depot	→ Genvinding		90 %
	→ 10% kasseres	→80% dagrenovation	→80% forbrænding	6,4 %
			→20% deponi	1,6 %
		→20% diffus forurening		0,3 %
<b>Skruelåg</b>	→50 % Tapperi	→ Genvinding (andre produkter)		50 %
	→50% kasseres	→90% dagrenovation	→80% forbrænding	36 %
			→20% deponi	9 %
		→10% diffus forurening		5 %
<b>Etiketter</b>	→ 90% Depot	→ 100% Deponi		90 %
	→ 10% kasseres	→80% dagrenovation	→80% forbrænding	6,4 %
			→20% deponi	1,6 %
		→20% diffus forurening		2 %
<b>Kasser</b>	→50% genvindes		50 %	
	→ 50% kasseres	→80% forbrændes		40 %
		→20% deponi		10 %

**Tabel 2.1**

*Oversigt over materialestrømmen for affaldsbortskaffelsen i det opstillede retursystem for engangsflasker af PET.*

## 2.14 Transport

I det opstillede danske retursystem for engangsflasker af PET indgår følgende transport af råmaterialer og flasker.

### *Udvinding af råvarer og fremstilling af materiale*

For fremstilling af råvarer er der taget udgangspunkt i generelle data fra BUWAL (1990), og transport er indregnet i disse data. Det har således ikke været muligt at opgøre transport særskilt for udvinding af olie og de trin, der indgår før fremstilling af PET-granulat.

Der tages udgangspunkt i produktion af PET-granulat i North Carolina, USA (Eastman, 1993).

Fra North Carolina transporteres granulatet med skib til Rotterdam i Holland. Denne afstand er fastlagt til 7000 km med fragtskib.

Fra Rotterdam transporteres PET-granulatet med lastbil til Alto-plast, der ligger i Reichenburg i Schwiez. Transporten foregår med lastbil, 700 km.

*Fremstilling af emballager* Der er for engangsflasker af PET taget udgangspunkt i samme transport som for genpåfyldelige PET-flasker, nemlig 1200 km med lastbil fra pre-form producent til flaske-producent, og 100 km fra flaskeproducent til tapperi.

*Tapning* Under tapningen indgår ingen transport.

*Distribution* Under distribution indgår transport af fulde flasker fra bryggeri til forretning. Der er taget udgangspunkt i samme transportmidler og afstande som for retursystemet for genpåfyldelige glasflasker, se delrapport 1.

De fyldte flasker transporteres fra tappehal til mellemdepoter, ca. 92 km.

Fra depoterne transporteres de fyldte flasker til forretninger med salgsvognlæs eller vognmand. Afstanden er opgjort til ca. 20 km i gennemsnit.

*Forbrug* Under forbrug opstår følgende transport:

Forbrugeren transporterer de fulde flasker hjem, vurderet afstand: 1 km med personbil.

De tomme flasker transporteres fra hjem til forretning, ca. 1 km med personbil.

Energiforbruget og emissioner for dette led er ikke medtaget på grund af manglende data for personbiltransport, - se delrapport 7.

*Affaldsbortskaffelse* Under affaldsbortskaffelse indregnes følgende transport:

De tomme flasker transporteres fra hjem via dagrenovationen til deponi. Anslået transport er 50 km med lastbil.

De tomme flasker transporteres fra hjem via dag-renovationen til affaldsforbrændingsanlæg. Anslået transport er 50 km med lastbil.

*Genvinding* Under genvinding transporteres tomme, kasserede flasker med henblik på materiale-genvinding.  
Transport af tomme flasker, der senere kasseres, starter i forretningen.

Fra forretningen transporteres flaskerne til mellemdepot ca. 20 km med lastbil.

Der tages udgangspunkt i at genvindingsindustrien komprimerer PET-flaskerne på depoterne, og transport herfra henregnes derfor til genvindingssystemet.

*Oversigt*

I tabel 2.2 er anført en oversigt over transportafstande.

Trin	Produkt	Transport fra	Transport til	Afstand (km)	Transportmiddel
Materialefremsstilling	Transporten for alle mellemprocesser er inkluderet i procesdata				
	PET-granulat k	North Carolina, USA	Rotterdam, Holland	7.000 km	skib (fjern)
		Rotterdam, Holland	Reichenburg, Schweiz	700 km	Lastbil
Emballager	Pre-forms	Reichenburg, Schweiz	Holmia, Kolding	1200 km	Lastbil
	Flasker	Holmia, Kolding	Tapperier i Danmark	100 km	Lastbil
Tapning	Ingen transport				
Distribution	Flasker, fyldte	Tapperi	Mellemdpot	92 km	Lastbil
		Mellemdpot	Detailhandel	20 km	Lastbil
Forbruger	Flasker, fyldte	Detailhandel	Hjem	1 km	Personbil
	Flasker, tomme retur	Hjem	Detailhandel	1 km	Personbil
Genvind.	Frasorterede flasker	Detailhandel	Mellemdpot	20 km	Lastbil
Affaldsbort.	Kasserede flasker (dagrenovation)	Hjem	Deponi	50 km	Lastbil
		Hjem	Forbrænding	50 km	Lastbil

**Tabel 2.2**  
*Transportafstande for engangs PET-flaskesystemet*

*Øvrige materialer*

Etiketter, skruelåg og kasser transporteres fra det sted, hvor råvarerne fremstilles, til producenten og videre til bryggeriet.

Vurdering af energiforbruget til transport af disse materialer er foretaget på basis af antagelser, som er anført i tabel 2.3.

Materiale	Transport	Afstand	Transportform
Skruelåg	Fremstilling af PP i England	600 km 655 km	Lastbil Skib
	Fremstilling af skruelåg i Danmark	100 km	Lastbil
Etiketter	Fremstilling af papir i Tyskland	750 km	Lastbil
	Fremstilling af etiketter i Danmark	50 km	Lastbil
Etiketlim	Fremstilling af råvarer i Europa	1.000 km	Lastbil
	Fremstilling af lim i Danmark	50 km	Lastbil
Kasser	Fremstilling af karton i Mitteleuropa	1.000 km	Lastbil
	Fremstilling af kasser i Danmark	50 km	Lastbil
<b>Distribution</b> I distributionsleddet transporteres skruelåg, etiketter og plastkasser som flasker.			
<b>Bortskaffelse</b> Som for flaskerne antages det, at skruelåg, etiketter og kasser i bortskaffelsestrinnet i gennemsnit transporteres 50 km			

**Tabel 2.3**  
*Transportafstande for fremstilling af øvrige materialer.*

I distributionsleddet transporteres skruelåg, etiketter og kartonkasser på udturen fra tapperi til forbruger som flaskerne. På tilbageturen til depot transporteres flasker og etiketter samt 50% af skruelågene.

Skruelåg, etiketter og kartonkasser transporteres i forbindelse med affaldsbortskaffelsen mellem de led, der er opstillet i oversigten i tabel 2.1. Det antages ud fra denne oversigt, at kapsler, etiketter og kartonkasser i gennemsnit transporteres 50 km med lastbil i affaldsbortskaffelsestrinnet.

### 3 Referencer

BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1991): Oekobilanz von Packstoffen, Stand 1990. Schriftenreihe Umwelt Nr. 132, Bern, Februar 1991.

Boustead, 1993: Resource use and liquid food packaging. E.C. Directive 85/339: UK data 1986-1990. A report for I.N.C.P.E.N.

Bekkevold, S., T. Halmø og A. Heie, 1990: Emballasje til drikkevarer - Miljø og ressursmessige forhold. Statens Forurensningstilsyn, Norge.

Nord 1992:9 (1992): Product Life Cycle Assessment - Principles and Methodology. Udgivet af Nordic Council and Nordic Council of Ministers. Svensk-Norsk Bogimport. Esplanaden 8 B. DK- 1263 København K.

Ogilvie, S.M. (1992): A review of: The environmental Impact of Recycling. Warren Spring Laboratory.

Sundström, G (1990): Energiförbrukning och miljöbelastning för distributionssystem för öl och läsk i Sverige. Udført for Returpack AB, Svenska Bryggeriföreningen. Stockholm, Marts 1990.

Boustead, 1993: Resource use and liquid food packaging. E.C. Directive 85/339: UK data 1986-1990. A report for I.N.C.P.E.N.

#### Personlig kommunikation:

H. Neugebauer, Altoplast AG, Schweiz (fremstilling af preforms), okt.- nov. 1993

H. Nørup og E. Holdt, Holmia A/S, Danmark (fremstilling af PET-flasker), okt.- nov. 1993

H. van Hassel, CONSTAR International Holland BV, Holland (fremstilling af PET-flasker), okt.- nov. 1993

M. R. Gerth, Continental PET Deutschland GmbH, Tyskland (fremstilling af PET-flasker), okt.- nov. 1993

P. Thomsen, Dadeko A/S, Danmark (påfyldning af PET-flasker), okt.- nov. 1993

E. Sodemann, Bryggerigruppen A/S, Danmark (påfyldning af PET-flasker), okt.- nov. 1993

K. Christiansen, Schoeller Plast Enterprise A/S, Danmark (genvinding af PET-flasker og plastkasser), okt.- nov. 1993

J. M. Poulsen, Eastman Chemical International A.G., Danmark (produktion og genvinding af PET), okt.- nov. 1993

C. Laursen, Hoechst, Danmark og Tyskland (råvareproducent, PET), okt.- nov. 1993

P. Becher, Larsen & Becher A/S, Danmark (Skruelåg til PET-flasker), okt.- nov. 1993

R. Chumura, National Starch & Chemical A/S, Danmark (Etiketlim), okt.- nov. 1993

#### *Øvrige henvendelser*

Der har desuden været rettet henvendelse til følgende, der dog ikke har ønsket at deltage / *ikke har nået at svare inden 1. udgave af rapporten:*

I. Larsen, Saltum-Houlbjerg Bryggerier A/S, Danmark (påfyldning af PET-flasker), okt.- nov. 1993

Johnson Controls International, Belgien (fremstilling af PET-flasker), okt.- nov. 1993

J. Armstrong, Wellman Recycling, Holland (genvinding af PET-flasker), okt.- nov. 1993

G. Würtzen, Coca-Cola, Danmark og Coca-Cola International (påfyldning af PET-flasker og distribution), okt.- nov. 1993

B. Atkins, Betts Company Plastics, England (Skruelåg til PET-flasker), okt.- nov. 1993

F. Rosenkilde, Hagen og Sørensen A/S, Danmark (Etiketter), okt.- nov. 1993

K. M. Sundset, Dynoplast AS, Norge (plastkasser), okt.- nov. 1993  
Fougat J, Holmegaard, jan-marts 1993

Larsen K, Carlsberg, jan-marts 1993

## **Bilag 1**

### **Grundlæggende data for 1½ liters engangs PET-flaske**



# Introduktion

I dette bilag redegøres for de data, der ligger til grund for den miljømæssige kortlægning af det opstillede system for 1½ liters engangs PET-flasker.

Bilag 1 danner grundlag for de gennemførte beregninger, der fremgår af bilag 3. Beregningerne i bilag 3 udmunder i resultattabeller for materialeforbrug, energi, emissioner og affald, som alle overføres til hovedrapportens resultatafsnit.

De anvendte data og referencer er angivet, for at kortlægningen og forudsætningerne skal fremgå så klart som muligt. Desuden er data fra andre referencer angivet, hvor det har været muligt. Data fra andre referencer er anvendt som sammenligningsgrundlag og i følsomhedsanalyser af betydningen af, hvor meget variationerne betyder.

Bilaget er opbygget efter PET-flaskens livscyklus, og starter ved udvinding af råolie og fremstilling af PET-granulat, og slutter ved bortskaffelsen.

For skruelåg, etiketter og kasser er livscyklus inddelt i fremstilling og bortskaffelse.

For hvert livscyklus er der redegjort for:

- Procesbeskrivelse, der indeholder en kort forklaring til det pågældende trin og hvad dette omfatter.
- Råvareforbrug
- Energi (forbrug og evt. energiudvikling i form af varme)
- Emissioner til luft
- Emissioner til vand
- Affald (fremkommet i det pågældende trin)

De grundliggende materialestrømme fremgår af figuren, næste side, og massebalancerne for de anvendte emballager fremgår af systembeskrivelsen, side 5. Disse materialestrømme danner basis for alle de følgende beregninger.

SYSTEMBESKRIVELSE		
BEREGNINGSENHED	1000 liter distribueret øl	
<b>DATA FOR ENGANGS-PET-FLASKER</b>		
Volumen pr flaske	1,5 liter	
Antal flasker til distribution af 1000 l sodavand	667 stk	
Vægt af flaske (PET)	42 g	
<i>Der er her taget udgangspunkt i den flaskevægt, der er angivet af Boustead, (1993).</i>		
Returprocent	90 %	
PET-scrap, % kassation og tab ved tapning	90 %	
PET-scrap, % tab ved fremst. af flasker	1 %	
<b>Massebalance</b>	<b>kg/1000 l distribueret</b>	
Distribueret mængde PET-flasker (A)	Flaskevægt/Flaskevolumen	28,0000 kg
Kasserede flasker fra forbruger(B)	(1-Returprocent/100)*A	2,8000 kg
Heraf som diffus forurening i naturen (20%) (C)	B*0.2	0,5600 kg
Heraf til dagrenovation (80%)(D)	B*0.8	2,2400 kg
Dagrenovation til forbrændingsanlæg (80%)(D1)	D*0.8	1,7920 kg
Dagrenovation til deponi (20%)(D2)	D*0.2	0,448 kg
Returnerede flasker fra forbruger (E)	Returprocent/100*A	25,2000 kg
Mængde PET-scrap fra kasserede flasker (F)	PETscrap_tapn/100*A	25,2000 kg
Mængde nye, fremstillede flasker (H)	A+F-E	28,0000 kg
Mængde PET-scrap fra fremstilling af flasker (I)	J*PETscrap_fremst/100	0,2828 kg
Mængde nyfremstillet PET-granulat til fremst. af flasker (J)	H/(1-PETscrap_fremst/100)	28,2828 kg

DATA FOR SKRUELÅG		PP
		kg/1000 liter
Vægt af skruelåg (PP og indlæg)		2,8 g
Skruelåg til distribution af 1000 l.		1,867 kg
Svind ved fremstilling af låg	5 %	0,093 kg
Svind på tapperiet	1,5 %	0,028 kg
Produceret mængde i alt		1,988 kg
<b>Affaldsbehandling:</b>		
Der tages udgangspunkt i, at 50% af skruelågene returneres med flaskerne og herfra går til genvinding og benyttes i andre produktioner (f.eks. urtepotteskjulere), og at de øvrige går med dagrenovation eller diffus forurening.		
For de skruelåg, der ikke returneres antages det, at 90% af skruelågene kasseres via dagrenovationen, og at de resterende 10% går til diffus forurening. Af dagrenovationen går 80% til forbrænding og 20% til deponi.		
Skruelåg til genvinding	50 %	0,994 kg
Skruelåg til deponi	9 %	0,179 kg
Skruelåg til affaldsforbrænding	36 %	0,716 kg
Skruelåg til diffus forurening	5 %	0,099 kg

DATA FOR ETIKETTER		Papir kg/1000 liter	Lim kg/1000 liter
Vægt (hhv. etiketter og lim) (gram pr flaske)		0,96 g pr flaske	0,352 g pr f.
<i>Reference til limforbrug: Bryggerigruppen A/S (1993)</i>			
Etiketter til distribution af 1000 l.		0,640 kg	0,235 kg
Svind på tapperiet	3,5 %	0,022 kg	0,008 kg
Forbrug af papir og lim ialt		0,662 kg	0,243 kg
Spild af etiketter ved udskæring		25 %	0,166 kg
Forbrug af papir og lim ialt		0,828 kg	0,304 kg
<u>Affaldsbehandling:</u>			
Det antages, at de etiketter, der går med flaskerne retur aftages og bortskaffes på deponi.			
De etiketter, der sidder på de ikke-retournerede flasker, fordeles som flaskerne: 80 % til dagrenovation og 20 % til diffus forurening i naturen. Dagrenovationen fordeles med 80 % til forbrænding og 20 % til deponi.			
Etiketter til deponi (20 % af dagrenov.)		1,6 %	0,010 kg
Etiketter deponi (svind tapperi)		3,5 %	0,022 kg
Etiketter til deponi (fra tapperi)		90 %	0,576 kg
Etiketter til deponi, ialt		0,609 kg	0,223 kg
Etiketter til forbrænding (80 % af dagren.		6,4 %	0,041 kg
Etiketter til diffus forur. (20 % af ikke-ret		2 %	0,013 kg

DATA FOR KARTONKASSER		Karton kg/1000 liter
Vægt af kartonkasse		0,5 kg
Antal flasker pr kasse		6 stk
Kasser til distribution af 1000 l. sodavand		111 stk
		55,556 kg
Tilførsel af nye kasser		100 %
		55,556 kg
Kasser til genindvinding		50 %
		27,778 kg
Kasser til deponi		10 %
		5,556 kg
Kasser til affaldsforbrænding		40 %
		22,222 kg

## 2. Fremstilling af materialer

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 28,2828 kg PET (J) PET-granulat til fremst. af flasker

### Procesbeskrivelse

Fremstilling af materialer omfatter udvinding af råolie og forarbejdning af råolien over DMT til PET-granulat.

PET fremstilles i dag primært ved to metoder: 1) TPA-metoden: forestring af terephthalat syre med ethylenglykol eller 2) DMT-metoden: forestring af dimethylterephthalat med ethylenglykol.

I Europa har det hovedsageligt været brugt at fremstille PET ud fra TPA, mens man i USA hovedsageligt har brugt DMT. Generelt er metoden baseret på DMT for dyr, og de sidste 15 år har nye anlæg været baseret på TPA-metoden.

Alligevel er der her taget udgangspunkt i DMT-metoden, da det kun har været muligt at fremskaffe data for denne.

Der er i det følgende taget udgangspunkt i data fra BUWAL (1990). Data for selve fremstillingen er benyttet, hvilket inkluderer forbrænding af gas og restprodukter under produktionen.

Det skal bemærkes, at APME (Association of Plastic Manufactures in Europe) er i gang med en meget omfattende kortlægning af fremstilling af PET, men da denne først forventes offentliggjort i midten af 1994, har det ikke været muligt at tage udgangspunkt i denne. Det vil eventuelt være relevant at korrigere de anvendte data, når denne offentliggøres.

Råvareforbrug:		pr 1000 liter distr.
Råolie	4014,37 g/kg PET	113537,74 g
Hydrogen	23,52 g/kg PET	665,21212 g
Oxygen (ilt)	527 g/kg PET	14905,051 g
NaOH	0,45 g/kg PET	12,7 g
Sideprodukter	-1303,85 g/kg PET	-36876,57 g
Sideprodukter m. brændværdi	-2103,2 g/kg PET	-59484,44 g
Hjæpestoffer	0,06 g/kg PET	1,6969697 g
Diverse	20,07 g/kg PET	567,63636 g

Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af PET.

Energi	Energiforbrug	pr 1000 liter distr.
Energiindhold i materialer	35,1 MJ/kg PET	992,73 MJ
Procesenergi (termisk)	38,74 MJ/kg PET	1095,68 MJ
Sideprocesser	0,60 MJ/kg PET	16,97 MJ
El	3,74 MJ/kg PET	105,89 MJ
Sum	78,18 MJ/kg PET	2211,26 MJ

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i bilaget for fremstilling af PET, og det er således kun de processpecifikke værdier, der er inkluderet (Ellers er det totale energiforbrug 84,5 MJ/kg PET)*  
*Elektriciteten omregnes i dette studie under "fremstilling af elektricitet).*

*Fra litteraturen er der fra andre referencer oplyst følgende energiforbrug:*

<i>Sundström (1990) (Heraf el 3,0 MJ/kg)</i>	<i>66,7 MJ/kg PET</i>
<i>AMPE (1989)</i>	<i>84 MJ/kg PET</i>
<i>Boustead &amp; Hancock (1986)</i>	<i>92,6 MJ/kg PET</i>

Emissioner til luft		pr 1000 liter distr.
Partikler	0,488 g/ kg PET	13,80 g
CO	20,323 g/ kg PET	574,79 g
HC	5,896 g/ kg PET	166,76 g
NOx	5,556 g/ kg PET	157,14 g
SO2	0,001 g/ kg PET	0,03 g
Øvrige org. stoffer	0,204 g/ kg PET	5,77 g
Saltsyre	0,114 g/ kg PET	3,22 g

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af PET.*

Emissioner til vand		pr 1000 liter distr.
Uorganisk opl. stof	0,768 g/ kg PET	21,72 g
Øvrigt org. stof	0,671 g/ kg PET	18,98 g
Phenol	0,001 g/ kg PET	0,03 g

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af PET.*

Affald		pr 1000 liter distr.
Procesaffald	9 g/ kg PET	254,55 g

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af PET.*

<b>Emissioner til luft</b>	pr 1000 liter distr.
Der er ingen emissioner til luften fra fremstilling af preforms Der er ingen emissioner til luften fra fremstilling af flasker	
<i>Referencer: Altoplast (nov, 1993), Holmia (okt. 1993), Continental PET (nov. 1993)</i>	

<b>Emissioner til vand</b>	pr 1000 liter distr.
Der er ingen emissioner til vand fra fremstilling af preforms Der er ingen emissioner til vand fra fremstilling af flasker	
<i>Referencer: Altoplast (nov, 1993), Holmia (okt. 1993), Continental PET (nov. 1993)</i>	

<b>Affald</b>	pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af preforms:</u> Spild ved fremstilling af preforms består af 0,5% PET, der recirkuleres og genanvendes i preformproduktionen.	
Procesaffald	0 g/ kg PET                      0 g
<u>Fremstilling af flasker:</u> Affald fra fremstilling af flasker består af 0,5%, der går til foliefremstilling, og derfor er indregnet under råmaterialer	
<u>Fremstilling af preforms:</u> <i>Altoplast angiver at der ved preformproduktionen fremkommer 0,5% PET-scrap, mens Continental PET angiver 3,8%, men begge angiver, at det genanvendes i produktionen af preforms, og det har derfor ingen betydning.</i>	

## 4. Tapning

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 28,0000 kg PET (A) Mængde påfyldte flasker  
 hvilket svarer til 667 stk PET-flasker

Procesbeskrivelse
Tapning omfatter påfyldning, påsætning af låg, påsætning af etiketter samt fyldning af kasser og transport til lager.
Der er taget udgangspunkt i data for den genpåfyldelige flaske fra Dadeko, (okt.1993) samt Bryggerigruppen (okt, 1993)

Råvareforbrug:	pr 1000 liter distr.		
Båndsmøremiddel	125 g/1000 flasker		83,3 g
Vand (flasker)	(Kvalificeret estimat)	265 l/1000 flasker	176,7 liter

Energi	Energiforbrug			pr 1000 liter distr.
Elektricitet (35kWh) (Usikkerhed ca. 10%)		126 MJ/1000 flasker		84 MJ
<i>Ovenstående data er baseret på estimater i forhold til energiforbrug for den genpåfyldelige flaske fra Dadeko (okt, 1993). Dadeko påfylder kun genpåfyldelige flasker, ikke engangsflasker, og de opgivne data inkluderer derfor skylning og vask af flaskerne. Estimatet er baseret på den antagelse, at elektriciteten bruges til transportbånd, maskiner, drift mm, og at olien bruges til opvarmning af vand til skylning af flasker. For engangsflaskerne er der derfor kun anvendt el-forbruget til transportbånd mv., da engangsflaskerne ikke skylles og vaskes før brug.</i>				
<i>Fra øvrige referencer opgives nedenstående data. Som det ses, er Sundstrøms data meget lave i forhold til de øvrige.</i>				
<i>Dadeko (1993), genpåfyldelige flasker (1,5 liter)</i>				
el	35 kWh/1000 flaske	126 MJ/1000 flasker		83,999992 MJ
olie		410 MJ/1000 flasker		273,3 MJ
ialt		536 MJ/1000 flasker		357,3 MJ
<i>Bryggerigruppen (1993), genpåfyldelige flasker (1,5 liter)</i>				
el	62 kWh/1000 flask.	220 MJ/1000 flasker		146,7 MJ
gas	18 Nm <sup>3</sup> /1000 flask.	710 MJ/1000 flasker		473,3 MJ
ialt		930 MJ/1000 flasker		619,99994 MJ
<i>Sundstrøm (1990), genpåfyldelige flasker (1,5 liter)</i>				
el	0,001559 kWh/liter	8,4 MJ/1000 flasker		5,6 MJ
øvrig	0,011728 kWh/liter	63,3 MJ/1000 flasker		42,2 MJ
ialt	0,013287 kWh/liter	71,7 MJ/1000 flasker		47,8 MJ
<i>Sundstrøm (1990), engangsflasker (1,5 liter)</i>				
el	0,00151 kWh/liter	8,2 MJ/1000 flasker		5,4 MJ
<i>Boustead (1993) (Engangsflasker, 1,5 liter)</i>				
el		206 MJ/1000 flasker		137,3 MJ
fossile brændstoffer		637 MJ/1000 flasker		424,7 MJ
ialt		843 MJ/1000 flasker		562,0 MJ

Emissioner til luft	pr 1000 liter distr.
Det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.	

Emissioner til vand

pr 1000 liter distr.

Det antages, at der ikke forekommer emissioner til vand

Affald

pr 1000 liter distr.

Det antages, at der ikke forekommer procesaffald.

## 5. Distribution

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 28,0000 kg PET (A) Antal distribuerede flasker

### Procesbeskrivelse

Distribution omfatter transport af PET-flasker fra tapperi til depot, fra depot til detailhandel samt indsamling af returemballage. Råvareforbrug, energiforbrug, emissioner og affald vil blive medtaget under transportberegningerne.

## 6. Forbrug

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 28,0000 kg PET (A) Antal distribuerede flasker

### Procesbeskrivelse

Forbrugstrinnet omfatter nedkøling af flasken. Der tages udgangspunkt i en nedkøling fra 20°C til 5°C.

### Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

*Der er intet råvareforbrug i denne fase.*

### Energi

pr 1000 liter distr.

Elektricitet

Energiforbrug

0,000396 MJ/kg PET

0,011 MJ

*PET har en varmekapacitet på 1,2 kJ(kg°C), og det antages, at køleskabet har en virkningsgrad på 0,33*

### Emissioner til luft

pr 1000 liter distr.

Det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

### Emissioner til vand

pr 1000 liter distr.

Det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

### Affald

pr 1000 liter distr.

Det antages, at affald udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og affald vil blive indregnet under dette.

## 7. Genvinding (til andre systemer)

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

25,4828 kg PET

(F) + (I) Den totale mængde  
PET-scrap**Procesbeskrivelse**

Genvinding omfatter oparbejdning af de indsamlede emballager.

De indsamlede flasker sammenpresses på tapperiet efter vask og sortering. Der er taget udgangspunkt i oplysninger fra Schoeller Plast Enterprise, der har en transportabel kompressor til de kasserede flasker.

De indsamlede flasker sammenpresses til forsendelse til videre oparbejdning.

**Råvareforbrug:**

pr 1000 liter distr.

Der er intet råvareforbrug i denne fase.

**Energi**

pr 1000 liter distr.

Elektricitet

1,8 kWh/1000 flask

**Energiforbrug**

0,06 MJ/kg PET

1,53 MJ

**Emissioner til luft**

pr 1000 liter distr.

Støv og luftemissioner fra sammenpresningen af flaskerne anses som værende minimale, og det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

**Emissioner til vand**

pr 1000 liter distr.

Der anvendes ikke vand under oparbejdningsprocessen, og det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

**Affald**

pr 1000 liter distr.

Alt affald fra oparbejdningen sendes til genvinding i Holland, inkl skruelåg.

## 9. Skruelåg (polypropylen), fremstilling

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 1,988 kg PP (Skruelåg + indlæg)

## Procesbeskrivelse

Skruelågne og skruelågindeklæg består af PP. Der er taget udgangspunkt i data fra BUWAL (1990) for fremstilling af materialet polypropylen. For fremstilling af skruelågene ud fra PP er der taget udgangspunkt i data fra Larsen og Becher

## Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

Råolie	1964,21 g/kg PP	3904,85 g
Hydrogen	1,88 g/kg PP	3,74 g
Sideprodukter m. brændværdi	-945,96 g/kg PP	-1880,57 g
Hjælpestoffer	1,30 g/kg PP	2,58 g
Diverse	0,00 g/kg PP	0,00 g
Vand (liter)	1,27 l/kg PP	2,52 g

## Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)

Pigment (uspec. men ingen tungmetaller)	0,026 kg pr 2,8 kg låg	9,30 g/kg PP	18,49 g
-----------------------------------------	------------------------	--------------	---------

## Energi

pr 1000 liter distr.

## Energiforbrug

## Til fremstilling af PP forbruges (BUWAL, 1990):

Energiindhold i materialer	44,0 MJ/kg PP	87,5 MJ
Procesenergi (termisk)	21,6 MJ/kg PP	42,9 MJ
El	2,1 MJ/kg PP	4,2 MJ

## Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)

El	19 kJ ± 5 kJ pr 1000 stk	6,8 MJ/kg PP	13,5 MJ
<b>Sum</b>		<b>74,5 MJ/kg PP</b>	<b>148,1 MJ</b>

## Emissioner til luft

pr 1000 liter distr.

Partikler	0,114 g/kg PP	0,23 g
CO	0,428 g/kg PP	0,85 g
HC	3,775 g/kg PP	7,50 g
NOx	1,278 g/kg PP	2,54 g
SO2	1,694 g/kg PP	3,37 g

## Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)

Der fremkommer ingen emissioner ved fremstilling af skruelåg

## Emissioner til vand

pr 1000 liter distr.

## Fremstilling af polypropylen (BUWAL, 1990 - data for fremstilling af PP)

Suspenderede stoffer	0,010 g/kg PP	0,02 g
Uorganisk opl. stof	0,676 g/kg PP	1,34 g
Øvrigt org. stof	0,260 g/kg PP	0,52 g
Phenol	0,004 g/kg PP	0,01 g

## Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)

Der fremkommer ingen emissioner ved fremstilling af skruelåg

Affald		pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af polypropylen (BUWAL, 1990 - data for fremstilling af PP)</u>		
Fast affald fra produktionen af polypropylen	10,93 g/kg PP	21,73 g
<u>Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)</u>		
Polypropylen (spild af skal og liner/indlæg)	46 g/kg PP	91,45 g
Pigment (uspecificeret, men ingen tungmetaller)	0,0107 g/kg PP	0,02 g

**10. Skruelåg (polypropylen), bortskaffelse**

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

1,988 kg PP (Skruelåg + indlæg)

Affaldsbehandling:		kg PP i alt
Skruelåg til deponi	18 %	0,179 kg
Skruelåg til affaldsforbrænding	72 %	0,716 kg
Skruelåg til diffus forurening	10 %	0,099 kg

**Procesbeskrivelse**

Der tages udgangspunkt i, at 50% af skruelågene returneres med flaskerne og herfra går til genvinding og benyttes i andre produktioner (f.eks. urtepotter), og at de øvrige bortskaffes med dagrenovationen eller som diffus forurening. Det antages, at 90% af skruelågene bortskaffes via dagrenovationen, og at de resterende 10% ender som diffus forurening. Af dagrenovationen går 80% til forbrænding og 20% til deponi.

**Råvareforbrug:**

pr 1000 liter distr.

Det antages, at der ikke anvendes hjælpestoffer under bortskaffelsen.

**Energi**

pr 1000 liter distr.

	Energiforbrug	
Energiudvikling	-44,0 MJ/kg PP	-31,49 MJ

Energiforbruget til deponering lades ude af betragtning. Ved forbrænding af PP udvikles varme, hvilket svarer til 44,0 MJ/kg PP (BUWAL, 1990).

**Emissioner til luft**

pr 1000 liter distr.

Fra affaldsforbrænding af PE haves:

Partikler	(Ref: BUWAL (1990))	0,05 g/kg PP	0,036 g
CO	(Ref: BUWAL (1990))	1,30 g/kg PP	0,930 g
NOx	(Ref: BUWAL (1990))	5,20 g/kg PP	3,722 g
SO2	(Ref: BUWAL (1990))	0,36 g/kg PP	0,258 g
CO2	(Beregnet, molforhold)	3138 g/kg PP	2245,804 g

**Emissioner til vand**

pr 1000 liter distr.

Der forekommer ingen emissioner til vand (BUWAL (1990))

**Affald**

pr 1000 liter distr.

Det antages, at polypropylen forbrændes fuldstændigt på affaldsforbrændingsanlægget, og forbrænding af PP vil derfor ikke bidrage med slagger.

PP i naturen	99,4 g
PP på deponi	178,9 g

## 11. Etiketter, fremstilling

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

0,828 kg papir

## Procesbeskrivelse

Etiketter fremstilles af bleget vådstærkt papir, der er bestrøget på den ene side (som for glasflaskerne).  
Der er taget udgangspunkt i data fra BUWAL (1990), da det ikke har været muligt af få producenter til at medvirke.

Råvareforbrug:		pr 1000 liter distr.
Træ	1694 g/kg etiket	1402,63 g
Kalk	5 g/kg etiket	4,14 g
Chlor	12 g/kg etiket	9,94 g
Svovlsyre	14 g/kg etiket	11,59 g
Natriumchlorat	14 g/kg etiket	11,59 g
Natriumhydroxid	18 g/kg etiket	14,90 g
Oxygen	12 g/kg etiket	9,94 g
Peroxid	2 g/kg etiket	1,66 g
Svovldioxid	8 g/kg etiket	6,62 g
Kaolin og binder	264 g/kg etiket	218,59 g
Hjælpestoffer	0,4 g/kg etiket	0,33 g
Trykfarver (uspecificeret)	(Kvalificeret estimat)	30,00 g
Vand	63,1 liter/kg etiket	52,25 liter

Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af bestrøget kraft papir.

Energi	Energiforbrug	pr 1000 liter distr.
Til fremstilling af bestrøget standard kraft papir forbruges (BUWAL, 1990):		
Termisk energi	20,8 MJ/kg etiket	17,2 MJ
Elektrisk energi	5,2 MJ/kg etiket	4,3 MJ
Energiindhold i materialer	15,0 MJ/kg etiket	12,4 MJ
Til fremstilling af etiketter forbruges (Kvalificeret estimat):	5,0 MJ/kg etiket	4,1 MJ
Sum	46,0 MJ/kg etiket	38,1 MJ

Under fremstilling af etiketter har det ikke været muligt at medtage energiforbrug til fremstilling af trykfarve.

**12. Etiketter, bortskaffelse**

Massestrømsbalance pr 1000 liter:		0,828 kg papir
Affaldsbehandling:		kg papir i alt
Affaldsbehandling:		
Etiketter til deponi (dagrenovation)	1,6 %	0,01024 kg
Etiketter deponi (svind tapperi)	3,5 %	0,0224 kg
Etiketter til deponi (Tapperi)	90 %	0,576 kg
Etiketter til deponi, ialt		0,60864 kg
Etiketter til affaldsforbrænding (dagrenov	6,4 %	0,04096 kg
Etiketter til diffus forurening	2 %	0,0128 kg

**Procesbeskrivelse**

Det antages, at de etiketter, der går med flaskerne retur, aftages og bortskaffes på deponi. De etiketter, der sidder på de ikke-retourerede flasker, fordeles som flaskerne: 80% til dagrenovation og 20% til diffus forurening i naturen. Dagrenovationen fordeles med 80% til forbrænding og 20% til deponi.

**Råvareforbrug:**

pr 1000 liter distr.

Det antages, at der ikke anvendes hjælpestoffer under bortskaffelsen.

**Energi**

pr 1000 liter distr.

**Energiudvikling**

Energiforbrug

-12,70 MJ/kg PE

-0,52 MJ

Energiforbruget til deponering lades ude af betragtning. Ved forbrænding af papir udvikles varme, og herfra modregnes vandindholdet. (Se forklaring til delrapport 1 om genpåfyldelige glasflasker (Pommer og Suhr, 1993))

**Emissioner til luft**

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at opgøre emissioner ved forbrænding

**Emissioner til vand**

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at opgøre emissioner ved forbrænding

**Affald**

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at opgøre affaldsmængder ved forbrænding

### 13. Etiketlim, fremstilling

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

0,304 kg lim

#### Procesbeskrivelse

Kaseinlim fremstilles på basis af animalske råvarer (kvæg).

De nedenstående data er baseret på oplysninger fra National Starch & Chemical, idet der dog skal lægges vægt på, at det ikke har været muligt at skaffe præcise procesdata for fremstilling af kaseinlim, og de angivne værdier er derfor kvalificerede estimater med en usikkerhed på  $\pm 30\%$ .

#### Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

Kasein, stivelse, urea og hjælpestoffer

1008 g/kg lim

306,03 g

#### Energi

pr 1000 liter distr.

##### Energiforbrug

Elforbrug	0,138 kWh/kg lim	0,497 MJ/kg lim	0,15 MJ
Olieforbrug	0,0101 liter/kg lim	0,38 MJ/kg lim	0,12 MJ
Sum		0,88 MJ/kg lim	0,27 MJ

Usikkerheden er angivet til ca.  $\pm 30\%$ , hvilket dog ingen betydning har for det samlede resultat.

#### Emissioner til luft

pr 1000 liter distr.

Der forekommer ikke emissioner til luften under selve produktionen af lim

#### Emissioner til vand

pr 1000 liter distr.

Kasein og stivelse, 0,8 %

0,000008 g/kg lim

0,0000024 g

#### Affald

pr 1000 liter distr.

De forekomne affaldsmængder under produktionen går med spildevandet.

### 14. Etiketlim, bortskaffelse

Det har ikke været muligt at skaffe oplysninger om bortskaffelse af etiketlim.

## 15. Kasser (karton), fremstilling

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

Tilført mængde nyt karton 55,556 kg karton

Fremstillet mængde kasser 55,556 kg karton

Procesbeskrivelse	
Der eksisterer ikke et system for engangs-PET-flasker i Danmark i dag, og det opstillede system er derfor baseret på antagelser. Det antages, at transportemballager for engangs-PET-flaskerne er hele kartonkasser ("papkasser"). Denne antagelse er foretaget på baggrund af den eksisterende distribution af saftvand i 1½ liters PET-flasker, som den foregår til købmænd og supermarkeder i dag.	
For karton er der taget udgangspunkt i data fra BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i karton af samme sammensætning, som for kartonbakker til engangsglasflasker, 3 lag bestående af 1 lag bleget papir/karton, et mellemlag af bølgepap og et yderlag af ubleget papir/karton, hvor det antages, at hvert lag udgør 1/3 af materialet. Nærmere beskrivelser findes i delrapport 2, under kartonbakker.	

Råvareforbrug:	pr 1000 liter distr.	
<u>Fremstilling af karton</u>		
Træ	800,0 g/kg karton	44444,44 g
Kalk	2,6 g/kg karton	144,44 g
Chlor	3,9 g/kg karton	216,67 g
Svovlsyre	4,6 g/kg karton	255,56 g
Natriumsulfat	2,0 g/kg karton	111,11 g
Natriumchlorat	4,6 g/kg karton	255,56 g
Natriumhydroxid	7,5 g/kg karton	416,67 g
Ilt	4,1 g/kg karton	227,78 g
Peroxid	0,6 g/kg karton	33,33 g
Svovldioxid	2,8 g/kg karton	155,56 g
Returpapir	563,0 g/kg karton	31277,78 g
Kaolin, stivelse m.v.	88,0 g/kg karton	4888,89 g
Vand	27,0 liter/kg karton	1500,00 liter
<i>Reference: BUWAL (1990), se delrapport 2.</i>		

Energi		pr 1000 liter distr.	
		Energiforbrug	
<u>Fremstilling af karton (BUWAL, 1993)</u>			
Procesenergi (termisk)		15 MJ/kg karton	833,33 MJ
El		3 MJ/kg karton	166,67 MJ
Energiindhold i materialer		15 MJ/kg karton	833,33 MJ
<u>Fremstilling af kasser</u>			
Ukendt energitype	(Kvalificeret estimat)	2 MJ/kg karton	111,11 MJ
Sum		35 MJ/kg karton	1944,44 MJ

Emissioner til luft		pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af karton (BUWAL, 1993)</u>		
Partikler	1,467 g/kg karton	81,50 g
Kulmonoxid	1,459 g/kg karton	81,06 g
Hydrocarboner	5,038 g/kg karton	279,89 g
Nitrogenoxider	3,420 g/kg karton	190,00 g
Dinitrogenoxid	0,299 g/kg karton	16,61 g
Svovldioxid	7,950 g/kg karton	441,67 g
Andre organiske forbindelser	0,021 g/kg karton	1,17 g
Ammoniak	0,0031 g/kg karton	0,172 g
Chlor	0,000003 g/kg karton	0,00017 g
Flourid	0,000006 g/kg karton	0,00033 g
Kviksølv	0,000007 g/kg karton	0,00039 g
Svovlforbindelser	0,0001 g/kg karton	0,0056 g
<u>Fremstilling af kasser</u>		
Ingen data findes		

Emissioner til vand		pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af karton (BUWAL, 1993)</u>		
Fibre, opæstede og suspenderede	2,47 g/kg karton	137,22 g
BOD	0,941 g/kg karton	52,28 g
COD	7,883 g/kg karton	437,94 g
AOX	0,231 g/kg karton	12,83 g
Ammoniak	0,00053 g/kg karton	0,03 g
Chlorid	5,177 g/kg karton	287,61 g
Flourid	0,0011 g/kg karton	0,06 g
Kviksølv	0,000001 g/kg karton	0,00 g
Olie	0,027 g/kg karton	1,50 g
Sulfid	0,001 g/kg karton	0,06 g
Salte	12,32 g/kg karton	684,44 g
<u>Fremstilling af kasser</u>		
Ingen data findes		

Affald		pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af karton (BUWAL, 1993)</u>		
Fibermateriale, kemikalierester mv.	42,3 g/kg karton	2350,00 g
<u>Fremstilling af kasser</u>		
Ingen data findes		

**16. Kasser (karton), bortskaffelse**

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 55,556 kg PE

Affaldsbehandling:		kg PE i alt
Kasser til genindvinding	50,00 %	27,778 kg
Kasser til deponi	10,00 %	5,556 kg
Kasser til affaldsforbrænding	40,00 %	22,222 kg

**Procesbeskrivelse**

Det antages, at 50 % af kasserne oparbejdes og genvindes til andet materiale.  
Af de resterende 50 % antages det, at 80 % går til forbrænding og 10 % til deponi.

**Råvareforbrug:**

pr 1000 liter distr.

Det antages, at der ikke anvendes hjælpestoffer under bortskaffelsen.

**Energi**

pr 1000 liter distr.

	Energiforbrug	
Energiudvikling	-15,0 MJ/kg karton	-333,33 MJ

Energiforbruget til deponering lades ude af betragtning. Ved forbrænding af karton udvikles varme, hvilket svarer til 15 MJ/kg karton (BUWAL, 1990).

**Emissioner til luft**

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at fremskaffe data for emissioner til luft i forbindelse med forbrænding af papir og karton, jf delrapport 2.

**Emissioner til vand**

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at fremskaffe data for emissioner til vand i forbindelse med forbrænding af papir og karton, jf delrapport 2.

**Affald**

pr 1000 liter distr.

Affald fra forbrændingsanlæg, ingen data	Ingen data	g/kg karton	Ingen data	g
Karton i naturen			22222,2	g
Karton på deponi			27777,8	g

## **Bilag 2**

### **Grundlæggende data for 1½ liters engangs PET-flaske**



# Introduktion

I dette bilag redegøres for de data, der ligger til grund for den miljømæssige kortlægning af det opstillede system for 0,5 liters enagns PET-flasker.

Bilag 2 danner grundlag for de gennemførte beregninger, der fremgår af bilag 4. Beregningerne i bilag 4 udmunder i resultattabeller for materialeforbrug, energi, emissioner og affald, som alle overføres til hovedrapportens resultatafsnit.

De anvendte data og referencer er angivet, for at kortlægningen og forudsætningerne skal fremgå så klart som muligt. Desuden er data fra andre referencer angivet, hvor det har været muligt. Data fra andre referencer er anvendt som sammenligningsgrundlag og i følsomhedsanalyser af betydningen af, hvor meget variationerne betyder.

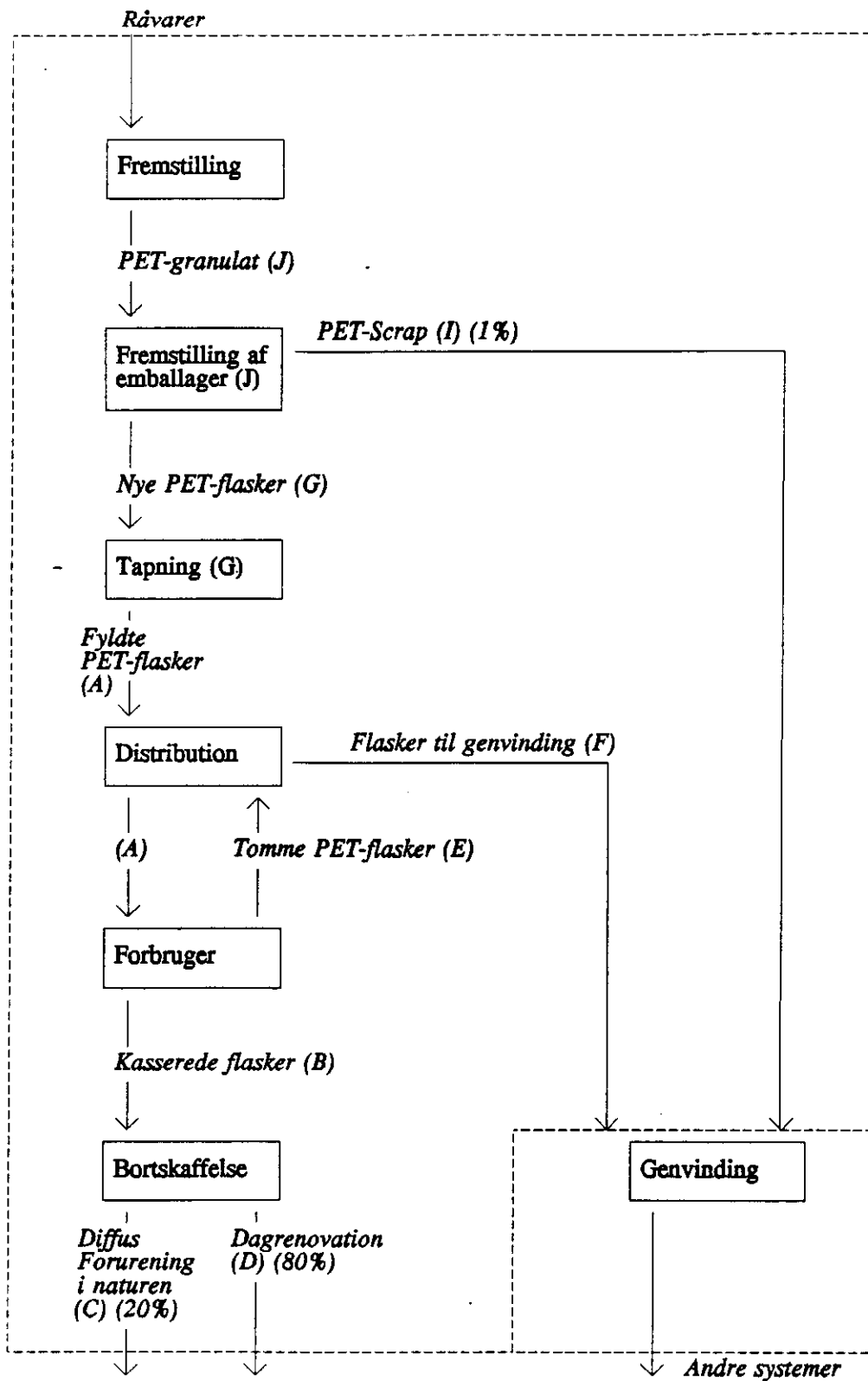
Bilaget er opbygget efter PET-flaskens livscyklustrin, og starter ved udvinding af råolie og fremstilling af PET-granulat, og slutter ved bortskaffelsen.

For skruelåg, etiketter og kasser er livscyklus inddelt i fremstilling og bortskaffelse.

For hvert livscyklustrin er der redegjort for:

- Procesbeskrivelse, der indeholder en kort forklaring til det pågældende trin og hvad dette omfatter.
- Råvareforbrug
- Energi (forbrug og evt. energiudvikling i form af varme)
- Emissioner til luft
- Emissioner til vand
- Affald (fremkommet i det pågældende trin)

De grundliggende materialestrømme fremgår af figuren, næste side, og massebalancerne for de anvendte emballager fremgår af systembeskrivelsen, side 5. Disse materialestrømme danner basis for alle de følgende beregninger.



## SYSTEMBESKRIVELSE

## BEREGNINGSENHED

1000 liter distribueret øl

## DATA FOR ENGANGS-PET-FLASKER

Volumen pr flaske	0,5 liter
Antal flasker til distribution af 1000 l sodavand	2000 stk
Vægt af flaske (PET)	25 g

Der er her taget udgangspunkt i en flaskevægt på mellem 20 og 30 gram

Returprocent	90 %
PET-scrap, % kassation og tab ved tapning	90 %
PET-scrap, % tab ved fremst. af flasker	1 %

## Massebalance kg/1000 l distribueret

Distribueret mængde PET-flasker (A)	Flaskevægt/Flaskevolumen	50,0000 kg
Kasserede flasker fra forbruger(B)	(1-Returprocent/100)*A	5,0000 kg
Heraf som diffus forurening i naturen (20 %)(C)	B*0.2	1,0000 kg
Heraf til dagrenovation (80 %)(D)	B*0.8	4,0000 kg
Dagrenovation til forbrændingsanlæg (80 %)(D1)	D*0.8	3,2000 kg
Dagrenovation til deponi (20 %)(D2)	D*0.2	0,8 kg
Returnerede flasker fra forbruger (E)	Returprocent/100*A	45,0000 kg
Mængde PET-scrap fra kasserede flasker (F)	PETscrap_tapn/100*A	45,0000 kg
Mængde nye, fremstillede flasker (H)	A+F-E	50,0000 kg
Mængde PET-scrap (fra fremstilling af flasker) (I)	J*PETscrap_fremst/100	0,5051 kg
Mængde nyfremstillet PET-granulat til fremst. af flasker (J)	H/(1-PETscrap_fremst/100)	50,5051 kg

## DATA FOR SKRUELÅG

PP

kg/1000 liter

Vægt af skruelåg (PP og indlæg)		2,8 g
Skruelåg til distribution af 1000 l.		5,600 kg
Svind ved fremstilling af låg	5 %	0,280 kg
Svind på tapperiet	1,5 %	0,084 kg
Produceret mængde i alt		5,964 kg

Affaldsbehandling:

Der tages udgangspunkt i, at 50 % af skruelågene returneres med flaskerne og herfra går til genvinding og benyttes i andre produktioner (f.eks. urtepotteskjulere), og at de øvrige går med dagrenovation eller diffus forurening.

For de skruelåg, der ikke returneres antages det, at 90 % af skruelågene kasseres via dagrenovationen, og at de resterende 10 % går til diffus forurening. Af dagrenovationen går 80 % til forbrænding og 20 % til deponi.

Skruelåg til genvinding	50 %	2,982 kg
Skruelåg til deponi	9 %	0,537 kg
Skruelåg til affaldsforbrænding	36 %	2,147 kg
Skruelåg til diffus forurening	5 %	0,298 kg

DATA FOR ETIKETTER		Papir kg/1000 liter	Lim kg/1000 liter
Vægt (hhv. etiketter og lim) (gram pr flaske)		0,535 g pr flaske	0,2 g pr f.
<i>Reference til limforbrug: Bryggerigruppen A/S (1993)</i>			
Etiketter til distribution af 1000 l.		1,070 kg	0,400 kg
Svind på tapperiet	3,5 %	0,037 kg	0,014 kg
Forbrug af papir og lim ialt		1,107 kg	0,414 kg
Spild af etiketter ved udskæring		0,277 kg	0,104 kg
Forbrug af papir og lim ialt		1,384 kg	0,518 kg
<b>Affaldsbehandling:</b>			
Det antages, at de etiketter, der går med flaskerne retur aftages og bortskaffes på deponi.			
De etiketter, der sidder på de ikke-retourerede flasker, fordeles som flaskerne: 80% til dagrenovation og 20% til diffus forurening i naturen. Dagrenovationen fordeles med 80% til forbrænding og 20% til deponi.			
Etiketter til deponi (20% af dagrenov.)		1,6 %	0,017 kg
Etiketter deponi (svind tapperi)		3,5 %	0,037 kg
Etiketter til deponi (fra tapperi)		90 %	0,963 kg
Etiketter til deponi, ialt		1,018 kg	0,380 kg
Etiketter til forbrænding (80% af dagren.		6,4 %	0,068 kg
Etiketter til diffus forur. (20% af ikke-ret		2 %	0,021 kg

DATA FOR KARTONKASSER		Karton kg/1000 liter
Vægt af kartonkasse	0,5 kg	
Antal flasker pr kasse	20 stk	
Kasser til distribution af 1000 l. sodavand	100 stk	50,000 kg
Tilførsel af nye kasser	100 %	50,000 kg
Kasser til genindvinding	50 %	25,000 kg
Kasser til deponi	10 %	5,000 kg
Kasser til affaldsforbrænding	40 %	20,000 kg

## 2. Fremstilling af materialer

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 50,5051 kg PET (J) PET-granulat til fremst. af flasker

### Procesbeskrivelse

Fremstilling af materialer omfatter udvinding af råolie og forarbejdning af råolien over DMT til PET-granulat.

PET fremstilles i dag primært ved to metoder: 1) TPA-metoden: forestring af terephthalat syre med ethylenglykol eller 2) DMT-metoden: forestring af dimethylterephthalat med ethylenglykol.

I Europa har det hovedsageligt været brugt at fremstille PET ud fra TPA, mens man i USA hovedsageligt har brugt DMT. Generelt er metoden baseret på DMT for dyr, og de sidste 15 år har nye anlæg været baseret på TPA-metoden.

Alligevel er der her taget udgangspunkt i DMT-metoden, da det kun har været muligt at fremskaffe data for denne.

Der er i det følgende taget udgangspunkt i data fra BUWAL (1990). Data for selve fremstillingen er benyttet, hvilket inkluderer forbrænding af gas og restprodukter under produktionen.

Det skal bemærkes, at APME (Association of Plastic Manufactures in Europe) er i gang med en meget omfattende kortlægning af fremstilling af PET, men da denne først forventes offentliggjort i midten af 1994, har det ikke været muligt at tage udgangspunkt i denne. Det vil eventuelt være relevant at korrigere de anvendte data, når denne offentliggøres.

### Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

Råolie	4014,37 g/kg PET	202745,96 g
Hydrogen	23,52 g/kg PET	1187,8788 g
Oxygen (ilt)	527 g/kg PET	26616,162 g
NaOH	0,45 g/kg PET	22,7 g
Sideprodukter	-1303,85 g/kg PET	-65851,01 g
Sideprodukter m. brændværdi	-2103,2 g/kg PET	-106222,2 g
Hjælpestoffer	0,06 g/kg PET	3,030303 g
Diverse	20,07 g/kg PET	1013,6364 g

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af PET.*

Energi	Energiforbrug	pr 1000 liter distr.
Energiindhold i materialer	35,1 MJ/kg PET	1772,73 MJ
Procesenergi (termisk)	38,74 MJ/kg PET	1956,57 MJ
Sideprocesser	0,60 MJ/kg PET	30,30 MJ
El	3,74 MJ/kg PET	189,09 MJ
Sum	78,18 MJ/kg PET	3948,69 MJ

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i bilaget for fremstilling af PET, og det er således kun de processpecifikke værdier, der er inkluderet (Ellers er det totale energiforbrug 84,5 MJ/kg PET) Elektriciteten omregnes i dette studie under "fremstilling af elektricitet).*

*Fra litteraturen er der fra andre referencer oplyst følgende energiforbrug:*

Sundström (1990) (Heraf el 3,0 MJ/kg)	66,7 MJ/kg PET
AMPE (1989)	84 MJ/kg PET
Boustead & Hancock (1986)	92,6 MJ/kg PET

Emissioner til luft		pr 1000 liter distr.
Partikler	0,488 g/ kg PET	24,65 g
CO	20,323 g/ kg PET	1026,41 g
HC	5,896 g/ kg PET	297,78 g
NOx	5,556 g/ kg PET	280,61 g
SO2	0,001 g/ kg PET	0,05 g
Øvrige org. stoffer	0,204 g/ kg PET	10,30 g
Saltsyre	0,114 g/ kg PET	5,76 g

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af PET.*

Emissioner til vand		pr 1000 liter distr.
Uorganisk opl. stof	0,768 g/ kg PET	38,79 g
Øvrigt org. stof	0,671 g/ kg PET	33,89 g
Phenol	0,001 g/ kg PET	0,05 g

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af PET.*

Affald		pr 1000 liter distr.
Procesaffald	9 g/ kg PET	454,55 g

*Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af PET.*

## 3. Fremstilling af emballager

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

50,5051 kg PET

(J) Mængde nye flasker

inkl. kasserede flasker

**Procesbeskrivelse**

Fremstilling af emballager foregår i 2 trin: Fremstilling af Preforms, hvilket foregår i Schweiz, samt fremstilling af flaskerne ud fra preforms, hvilket foregår i Danmark.

Oplysninger om produktion af preforms haves fra Altoplast AG, Reichenburg, Schweiz, Karl Schöpf (2.11.93)

Oplysninger om produktion af plastflasker haves fra Holmia, Kolding, Danmark, Eigil Holdt (6.10.93)

**Råvareforbrug:**

pr 1000 liter distr.

Fremstilling af preforms:

PET-granulat	1000 g/kg PET	50505,051 g
Smøremiddel	0,02 g/kg PET	1,010101 g
Opløsningsmiddel (indhold ukendt)	0,04 g/kg PET	2,020202 g
Vand (Recirkuleret køleanlæg)	0,005 l/kg PET	0,2525253 liter

Fremstilling af flasker:

Preforms (spild ca. 0,5%, der anvendes til foliefremstilling)

	1005 g/kg PET	50757,576 g
PET til foliefremstilling (ud af systemet)	5 g/kg PET	252,52525 g
Vand (Recirkuleret køleanlæg)	ingen data g/kg PET	ingen data g

Fremstilling af flasker:

Holmia angiver et processpild på 0,5%, mens Continental PET, Europe, angiver 0,2% ved fremstilling af flasker. Begge angiver, at dette anvendes til folie- og fiberfremstilling.

**Energi**

pr 1000 liter distr.

		Energiforbrug	
<u>Fremstilling af preforms:</u>			
Elektricitet:	(Boustead, 1993)	2,17 MJ/kg PET	109,60 MJ
<u>Fremstilling af flasker:</u>			
Elektricitet	(Boustead, 1993)	0,424 MJ/kg PET	21,41 MJ
Sum		2,594 MJ/kg PET	131,0101 MJ

Der er oplyst forskellige energiforbrug fra forskellige producenter, som det fremgår af nedenstående.

Der er her taget udgangspunkt i oplysninger fra Boustead (1993), der gælder engangs PET-flasker.

Der forbruges mere energi til fremstilling af genpåfyldelige flasker, end til engangsflasker, der er lettere.

Der vil blive foretaget følsomhedsanalyse på forskellen mellem de opgivne data.

Fremstilling af preforms:

		Energiforbrug
Altoplast (1993) (Genpåfyld, 108g)	1 kWh/kg PET	3,6 MJ/kg PET
Continental PET (1993) (Genpå, 105,5g)	88 kWh/1000 flask.	3,0 MJ/kg PET
Sundström (1990) (Genpåfyld, 96,5 g.)	314,16 kJ/flaske	3,26 MJ/kg PET
Sundström (1990) (Engangs, 48 g)	176 kJ/flaske	3,67 MJ/kg PET
Boustead (1993) (Engangs, 42 g)		2,17 MJ/kg PET

Fremstilling af flasker:

		Energiforbrug
Holmia, Danmark (1993) (Genpåfyld, 108)	1,7 kWh/kg PET	6,1 MJ/kg PET
Continental PET (1993) (GENPÅ, 105,5 g)	70 kWh/1000 flask.	2,4 MJ/kg PET
Sundström (1990) (Genpåfyld, 96,5 g.)	101,75 kJ/flaske	1,05 MJ/kg PET
Sundström (1990) (Engangs, 48 g)	57 kJ/flaske	1,19 MJ/kg PET
Boustead (1993) (Engangs, 42 g)	17,8 MJ/1000 flask.	0,424 MJ/kg PET

<b>Emissioner til luft</b>	pr 1000 liter distr.
Der er ingen emissioner til luften fra fremstilling af preforms Der er ingen emissioner til luften fra fremstilling af flasker	
<i>Referencer: Altoplast (nov, 1993), Holmia (okt. 1993), Continental PET (nov. 1993)</i>	

<b>Emissioner til vand</b>	pr 1000 liter distr.
Der er ingen emissioner til vand fra fremstilling af preforms Der er ingen emissioner til vand fra fremstilling af flasker	
<i>Referencer: Altoplast (nov, 1993), Holmia (okt. 1993), Continental PET (nov. 1993)</i>	

<b>Affald</b>	pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af preforms:</u> Spild ved fremstilling af preforms består af 0,5% PET, der recirkuleres og genanvendes i preformproduktionen.	
Procesaffald	0 g/ kg PET                      0 g
<u>Fremstilling af flasker:</u> Affald fra fremstilling af flasker består af 0,5%, der går til foliefremstilling, og derfor er indregnet under råmaterialer	
<u>Fremstilling af preforms:</u> <i>Altoplast angiver at der ved preformproduktionen fremkommer 0,5% PET-scrap, mens Continental PET angiver 3,8%, men begge angiver, at det genanvendes i produktionen af preforms, og det har derfor ingen betydning.</i>	

## 4. Tapning

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 50,0000 kg PET (A) Mængde påfyldte flasker  
 hvilket svarer til 2000 stk PET-flasker

## Procesbeskrivelse

Tapning omfatter påfyldning, påsætning af låg, påsætning af etiketter samt fyldning af kasser og transport til lager.

Der er taget udgangspunkt i data for den genpåfyldelige flaske fra Dadeko, (okt.1993) samt Bryggerigruppen (okt, 1993)

## Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

Båndsmøremiddel		125 g/1000 flasker	83,3 g
Vand (flasker)	(Kvalificeret estimat)	265 l/1000 flasker	176,7 liter

## Energi

pr 1000 liter distr.

## Energiforbrug

Elektricitet (35kWh) (Usikkerhed ca. 10%)		126 MJ/1000 flasker	84 MJ
-------------------------------------------	--	---------------------	-------

Ovenstående data er baseret på estimater i forhold til energiforbrug for den genpåfyldelige flaske fra Dadeko (okt, 1993). Dadeko påfylder kun genpåfyldelige flasker, ikke engangsflasker, og de opgivne data inkluderer derfor skylning og vask af flaskerne. Estimatet er baseret på den antagelse, at elektriciteten bruges til transportbånd, maskiner, drift mm, og at olien bruges til opvarmning af vand til skylning af flasker. For engangsflaskerne er der derfor kun anvendt el-forbruget til transportbånd mv., da engangsflaskerne ikke skylles og vaskes før brug.

Fra øvrige referencer opgives nedenstående data. Som det ses, er Sundstrøms data meget lave i forhold til de øvrige.

## Dadeko (1993), genpåfyldelige flasker (1,5 liter)

el	35 kWh/1000 flasker	126 MJ/1000 flasker	83,999992 MJ
olie		410 MJ/1000 flasker	273,3 MJ
ialt		536 MJ/1000 flasker	357,3 MJ

## Bryggerigruppen (1993), genpåfyldelige flasker (1,5 liter)

el	62 kWh/1000 flask.	220 MJ/1000 flasker	146,7 MJ
gas	18 Nm <sup>3</sup> /1000 flask.	710 MJ/1000 flasker	473,3 MJ
ialt		930 MJ/1000 flasker	619,99994 MJ

## Sundström (1990), genpåfyldelige flasker (1,5 liter)

el	0,001559 kWh/liter	8,4 MJ/1000 flasker	5,6 MJ
øvrige	0,011728 kWh/liter	63,3 MJ/1000 flasker	42,2 MJ
ialt	0,013287 kWh/liter	71,7 MJ/1000 flasker	47,8 MJ

## Sundström (1990), engangsflasker (1,5 liter)

el	0,00151 kWh/liter	8,2 MJ/1000 flasker	5,4 MJ
----	-------------------	---------------------	--------

## Boustead (1993) (Engangsflasker, 1,5 liter)

el		206 MJ/1000 flasker	137,3 MJ
fossile brændstoffer		637 MJ/1000 flasker	424,7 MJ
ialt		843 MJ/1000 flasker	562,0 MJ

## Emissioner til luft

pr 1000 liter distr.

Det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

<b>Emissioner til vand</b>	pr 1000 liter distr.
Det antages, at der ikke forekommer emissioner til vand	

<b>Affald</b>	pr 1000 liter distr.
Det antages, at der ikke forekommer procesaffald.	

## 5. Distribution

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

50,0000 kg PET

(A) Antal distribuerede flasker

### Procesbeskrivelse

Distribution omfatter transport af PET-flasker fra tapperi til depot, fra depot til detailhandel samt indsamling af returemballage. Råvareforbrug, energiforbrug, emissioner og affald vil blive medtaget under transportberegningerne.

## 6. Forbrug

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

50,0000 kg PET

(A) Antal distribuerede flasker

### Procesbeskrivelse

Forbrugstrinnet omfatter nedkøling af flasken. Der tages udgangspunkt i en nedkøling fra 20°C til 5°C.

### Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

*Der er intet råvareforbrug i denne fase.*

### Energi

pr 1000 liter distr.

Elektricitet

Energiforbrug

0,000396 MJ/kg PET

0,020 MJ

*PET har en varmekapacitet på 1,2 kJ/(kg°C), og det antages, at køleskabet har en virkningsgrad på 0,33*

### Emissioner til luft

pr 1000 liter distr.

Det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

### Emissioner til vand

pr 1000 liter distr.

Det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

### Affald

pr 1000 liter distr.

Det antages, at affald udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og affald vil blive indregnet under dette.

## 7. Genvinding (til andre systemer)

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

45,5051 kg PET

(F) + (I) Den totale mængde  
PET-scrap**Procesbeskrivelse**

Genvinding omfatter oparbejdning af de indsamlede emballager.

De indsamlede flasker sammenpresses på tapperiet efter vask og sortering. Der er taget udgangspunkt i oplysninger fra Schoeller Plast Enterprise, der har en transportabel kompressor til de kasserede flasker.

De indsamlede flasker sammenpresses til forsendelse til videre oparbejdning.

**Råvareforbrug:**

pr 1000 liter distr.

Der er intet råvareforbrug i denne fase.

**Energi**

pr 1000 liter distr.

Elektricitet

1,8 kWh/1000 flask

**Energiforbrug**

0,06 MJ/kg PET

2,73 MJ

**Emissioner til luft**

pr 1000 liter distr.

Støv og luftemissioner fra sammenpresningen af flaskerne anses som værende minimale, og det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

**Emissioner til vand**

pr 1000 liter distr.

Der anvendes ikke vand under oparbejdningsprocessen, og det antages, at emissioner udelukkende stammer fra transport og fremstilling af energi, og emissioner vil blive indregnet under dette.

**Affald**

pr 1000 liter distr.

Alt affald fra oparbejdningen sendes til genvinding i Holland, inkl skruelåg.

## 9. Skruelåg (polypropylen), fremstilling

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

5,964 kg PP

(Skruelåg + indlæg)

## Procesbeskrivelse

Skruelågene og skruelågingdlæg består af PP. Der er taget udgangspunkt i data fra BUWAL (1990) for fremstilling af materialet polypropylen. For fremstilling af skruelågene ud fra PP er der taget udgangspunkt i data fra Larsen og Becher

## Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

Råolie	1964,21 g/kg PP	11714,55 g
Hydrogen	1,88 g/kg PP	11,21 g
Sideprodukter m. brændværdi	-945,96 g/kg PP	-5641,71 g
Hjælpestoffer	1,30 g/kg PP	7,75 g
Diverse	0,00 g/kg PP	0,00 g
Vand (liter)	1,27 l/kg PP	7,57 g

## Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)

Pigment (uspec. men ingen tungmetaller) 0,026 kg pr 2,8 kg låg	9,30 g/kg PP	55,47 g
----------------------------------------------------------------	--------------	---------

## Energi

pr 1000 liter distr.

## Energiforbrug

## Til fremstilling af PP forbruges (BUWAL, 1990):

Energiindhold i materialer	44,0 MJ/kg PP	262,4 MJ
Procesenergi (termisk)	21,6 MJ/kg PP	128,8 MJ
El	2,1 MJ/kg PP	12,5 MJ

## Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)

El 19 kJ ± 5 kJ pr 1000 stk	6,8 MJ/kg PP	40,5 MJ
-----------------------------	--------------	---------

## Sum

	74,5 MJ/kg PP	444,3 MJ
--	---------------	----------

## Emissioner til luft

pr 1000 liter distr.

Partikler	0,114 g/kg PP	0,68 g
CO	0,428 g/kg PP	2,55 g
HC	3,775 g/kg PP	22,51 g
NOx	1,278 g/kg PP	7,62 g
SO2	1,694 g/kg PP	10,10 g

## Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)

Der fremkommer ingen emissioner ved fremstilling af skruelåg

## Emissioner til vand

pr 1000 liter distr.

## Fremstilling af polypropylen (BUWAL, 1990 - data for fremstilling af PP)

Suspenderede stoffer	0,010 g/kg PP	0,06 g
Uorganisk opl. stof	0,676 g/kg PP	4,03 g
Øvrigt org. stof	0,260 g/kg PP	1,55 g
Phenol	0,004 g/kg PP	0,02 g

## Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)

Der fremkommer ingen emissioner ved fremstilling af skruelåg

Affald		pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af polypropylen (BUWAL, 1990 - data for fremstilling af PP)</u>		
Fast affald fra produktionen af polypropylen	10,93 g/kg PP	65,19 g
<u>Fremstilling af skruelåg (Larsen og Becher, 1993)</u>		
Polypropylen (spild af skal og liner/indlæg)	46 g/kg PP	274,34 g
Pigment (uspecificeret, men ingen tungmetaller)	0,0107 g/kg PP	0,06 g

## 10. Skruelåg (polypropylen), bortskaffelse

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

5,964 kg PP (Skruelåg + indlæg)

Affaldsbehandling:		kg PP i alt
Skruelåg til deponi	18 %	0,537 kg
Skruelåg til affaldsforbrænding	72 %	2,147 kg
Skruelåg til diffus forurening	10 %	0,298 kg

### Procesbeskrivelse

Der tages udgangspunkt i, at 50% af skruelågene returneres med flaskerne og herfra går til genvinding og benyttes i andre produktioner (f.eks. urtepotter), og at de øvrige bortskaffes med dagrenovationen eller som diffus forurening. Det antages, at 90% af skruelågene bortskaffes via dagrenovationen, og at de resterende 10% ender som diffus forurening. Af dagrenovationen går 80% til forbrænding og 20% til deponi.

### Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

Det antages, at der ikke anvendes hjælpestoffer under bortskaffelsen.

### Energi

pr 1000 liter distr.

	Energiforbrug	
Energiudvikling	-44,0 MJ/kg PP	-94,47 MJ

Energiforbruget til deponering lades ude af betragtning. Ved forbrænding af PP udvikles varme, hvilket svarer til 44,0 MJ/kg PP (BUWAL, 1990).

### Emissioner til luft

pr 1000 liter distr.

Fra affaldsforbrænding af PE høves:

Partikler	(Ref: BUWAL (1990))	0,05 g/kg PP	0,107 g
CO	(Ref: BUWAL (1990))	1,30 g/kg PP	2,791 g
NOx	(Ref: BUWAL (1990))	5,20 g/kg PP	11,165 g
SO2	(Ref: BUWAL (1990))	0,36 g/kg PP	0,773 g
CO2	(Beregnet, molforhold)	3138 g/kg PP	6737,412 g

### Emissioner til vand

pr 1000 liter distr.

Der forekommer ingen emissioner til vand (BUWAL (1990))

### Affald

pr 1000 liter distr.

Det antages, at polypropylen forbrændes fuldstændigt på affaldsforbrændingsanlægget, og forbrænding af PP vil derfor ikke bidrage med slagter.

PP i naturen	298,2 g
PP på deponi	536,8 g

## 11. Etiketter, fremstilling

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

1,384 kg papir

### Procesbeskrivelse

Etiketter fremstilles af bleget vådstærkt papir, der er bestrøget på den ene side (som for glasflaskerne).  
Der er taget udgangspunkt i data fra BUWAL (1990), da det ikke har været muligt af få producenter til at medvirke.

### Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

Træ	1694 g/kg etiket	2345,03 g
Kalk	5 g/kg etiket	6,92 g
Chlor	12 g/kg etiket	16,61 g
Svovlsyre	14 g/kg etiket	19,38 g
Natriumchlorat	14 g/kg etiket	19,38 g
Natriumhydroxid	18 g/kg etiket	24,92 g
Oxygen	12 g/kg etiket	16,61 g
Peroxid	2 g/kg etiket	2,77 g
Svovldioxid	8 g/kg etiket	11,07 g
Kaolin og binder	264 g/kg etiket	365,46 g
Hjælpesoffer	0,4 g/kg etiket	0,55 g
Trykfarver (uspecificeret)	(Kvalificeret estimat)	30,00 g
Vand	63,1 liter/kg etiket	87,35 liter

Reference: BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i de processpecifikke data for fremstilling af bestrøget kraft papir.

### Energi

pr 1000 liter distr.

	Energiforbrug	
Til fremstilling af bestrøget standard kraft papir forbruges (BUWAL, 1990):		
Termisk energi	20,8 MJ/kg etiket	28,8 MJ
Elektrisk energi	5,2 MJ/kg etiket	7,2 MJ
Energiindhold i materialer	15,0 MJ/kg etiket	20,8 MJ
Til fremstilling af etiketter forbruges (Kvalificeret estimat):	5,0 MJ/kg etiket	6,9 MJ
Sum	46,0 MJ/kg etiket	63,7 MJ

Under fremstilling af etiketter har det ikke været muligt at medtage energiforbrug til fremstilling af trykfarve.

## 12. Etiketter, bortskaffelse

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

1,384 kg papir

Affaldsbehandling:		kg papir i alt
Affaldsbehandling:		
Etiketter til deponi (dagrenovation)	1,6 %	0,01712 kg
Etiketter deponi (svind tapperi)	3,5 %	0,03745 kg
Etiketter til deponi (Tapperi)	90 %	0,963 kg
Etiketter til deponi, ialt		1,01757 kg
Etiketter til affaldsforbrænding (dagrenov	6,4 %	0,06848 kg
Etiketter til diffus forurening	2 %	0,0214 kg

## Procesbeskrivelse

Det antages, at de etiketter, der går med flaskerne retur, aftages og bortskaffes på deponi. De etiketter, der sidder på de ikke-retourerede flasker, fordeles som flaskerne: 80% til dagrenovation og 20% til diffus forurening i naturen. Dagrenovationen fordeles med 80% til forbrænding og 20% til deponi.

## Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

Det antages, at der ikke anvendes hjælpestoffer under bortskaffelsen.

## Energi

pr 1000 liter distr.

	Energiforbrug	
Energiudvikling	-12,70 MJ/kg PE	-0,87 MJ

Energiforbruget til deponering lades ude af betragtning. Ved forbrænding af papir udvikles varme, og herfra modregnes vandindholdet. (Se forklaring til delrapport 1 om genpåfyldelige glasflasker (Pommer og Suhr, 1993))

## Emissioner til luft

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at opgøre emissioner ved forbrænding

## Emissioner til vand

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at opgøre emissioner ved forbrænding

## Affald

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at opgøre affaldsmængder ved forbrænding

**13. Etiketlim, fremstilling**

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

0,518 kg lim

**Procesbeskrivelse**

Kaseinlim fremstilles på basis af animalske råvarer (kvæg).

De nedenstående data er baseret på oplysninger fra National Starch & Chemical, idet der dog skal lægges vægt på, at det ikke har været muligt at skaffe præcise procesdata for fremstilling af kaseinlim, og de angivne værdier er derfor kvalificerede estimater med en usikkerhed på  $\pm 30\%$ .

**Råvareforbrug:**

pr 1000 liter distr.

Kasein, stivelse, urea og hjælpestoffer

1008 g/kg lim

521,64 g

**Energi**

pr 1000 liter distr.

**Energiforbrug**

Elforbrug

0,138 kWh/kg lim

0,497 MJ/kg lim

0,26 MJ

Olieforbrug

0,0101 liter/kg lim

0,38 MJ/kg lim

0,20 MJ

Sum

0,88 MJ/kg lim

0,45 MJ

Usikkerheden er angivet til ca.  $\pm 30\%$ , hvilket dog ingen betydning har for det samlede resultat.

**Emissioner til luft**

pr 1000 liter distr.

Der forekommer ikke emissioner til luften under selve produktionen af lim

**Emissioner til vand**

pr 1000 liter distr.

Kasein og stivelse, 0,8 %

0,000008 g/kg lim

0,0000041 g

**Affald**

pr 1000 liter distr.

De forekomne affaldsmængder under produktionen går med spildevandet.

**14. Etiketlim, bortskaffelse**

Det har ikke været muligt at skaffe oplysninger om bortskaffelse af etiketlim.

## 15. Kasser (karton), fremstilling

Massestrømsbalance pr 1000 liter:

Tilført mængde nyt karton 50,000 kg karton

Fremstillet mængde kasser 50,000 kg karton

### Procesbeskrivelse

Der eksisterer ikke et system for engangs-PET-flasker i Danmark i dag, og det opstillede system er derfor baseret på antagelser. Det antages, at transportemballager for engangs-PET-flaskerne er hele kartonkasser ("papkasser"). Denne antagelse er foretaget på baggrund af den eksisterende distribution af saftvand i 1½ liters PET-flasker, som den foregår til købmænd og supermarkeder i dag.

For karton er der taget udgangspunkt i data fra BUWAL (1990). Der er taget udgangspunkt i karton af samme sammensætning, som for kartonbakker til engangsglasflasker, 3 lag bestående af 1 lag bleget papir/karton, et mellemlag af bølgepap og et yderlag af ubleget papir/karton, hvor det antages, at hvert lag udgør 1/3 af materialet. Nærmere beskrivelser findes i delrapport 2, under kartonbakker.

### Råvareforbrug:

pr 1000 liter distr.

#### Fremstilling af karton

Træ	800,0 g/kg karton	40000,00 g
Kalk	2,6 g/kg karton	130,00 g
Chlor	3,9 g/kg karton	195,00 g
Svovlsyre	4,6 g/kg karton	230,00 g
Natriumsulfat	2,0 g/kg karton	100,00 g
Natriumchlorat	4,6 g/kg karton	230,00 g
Natriumhydroxid	7,5 g/kg karton	375,00 g
Ilt	4,1 g/kg karton	205,00 g
Peroxid	0,6 g/kg karton	30,00 g
Svovldioxid	2,8 g/kg karton	140,00 g
Returpapir	563,0 g/kg karton	28150,00 g
Kaolin, stivelse m.v.	88,0 g/kg karton	4400,00 g
Vand	27,0 liter/kg karton	1350,00 liter

Reference: BUWAL (1990), se delrapport 2.

### Energi

pr 1000 liter distr.

#### Energiforbrug

#### Fremstilling af karton (BUWAL, 1993)

Procesenergi (termisk)	15 MJ/kg karton	750,00 MJ
El	3 MJ/kg karton	150,00 MJ
Energiindhold i materialer	15 MJ/kg karton	750,00 MJ
<b>Fremstilling af kasser</b>		
Ukendt energitype	(Kvalificeret estimat) 2 MJ/kg karton	100,00 MJ
Sum	35 MJ/kg karton	1750,00 MJ

Emissioner til luft		pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af karton (BUWAL, 1993)</u>		
Partikler	1,467 g/kg karton	73,35 g
Kulmonoxid	1,459 g/kg karton	72,95 g
Hydrocarboner	5,038 g/kg karton	251,90 g
Nitrogenoxider	3,420 g/kg karton	171,00 g
Dinitrogenoxid	0,299 g/kg karton	14,95 g
Svovldioxid	7,950 g/kg karton	397,50 g
Andre organiske forbindelser	0,021 g/kg karton	1,05 g
Ammoniak	0,0031 g/kg karton	0,155 g
Chlor	0,000003 g/kg karton	0,00015 g
Flourid	0,000006 g/kg karton	0,00030 g
Kviksølv	0,000007 g/kg karton	0,00035 g
Svovlforbindelser	0,0001 g/kg karton	0,0050 g
<u>Fremstilling af kasser</u>		
Ingen data findes		

Emissioner til vand		pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af karton (BUWAL, 1993)</u>		
Fibre, opæste og suspenderede	2,47 g/kg karton	123,50 g
BOD	0,941 g/kg karton	47,05 g
COD	7,883 g/kg karton	394,15 g
AOX	0,231 g/kg karton	11,55 g
Ammoniak	0,00053 g/kg karton	0,03 g
Chlorid	5,177 g/kg karton	258,85 g
Flourid	0,0011 g/kg karton	0,06 g
Kviksølv	0,000001 g/kg karton	0,00 g
Olie	0,027 g/kg karton	1,35 g
Sulfid	0,001 g/kg karton	0,05 g
Salte	12,32 g/kg karton	616,00 g
<u>Fremstilling af kasser</u>		
Ingen data findes		

Affald		pr 1000 liter distr.
<u>Fremstilling af karton (BUWAL, 1993)</u>		
Fibermateriale, kemikalierester mv.	42,3 g/kg karton	2115,00 g
<u>Fremstilling af kasser</u>		
Ingen data findes		

**16. Kasser (karton), bortskaffelse**

Massestrømsbalance pr 1000 liter: 50,000 kg PE

Affaldsbehandling:		kg PE i alt
Kasser til genindvinding	50,00 %	25,000 kg
Kasser til deponi	10,00 %	5,000 kg
Kasser til affaldsforbrænding	40,00 %	20,000 kg

**Procesbeskrivelse**

Det antages, at 50% af kasserne oparbejdes og genvindes til andet materiale.  
Af de resterende 50% antages det, at 80% går til forbrænding og 10% til deponi.

**Råvareforbrug:**

pr 1000 liter distr.

Det antages, at der ikke anvendes hjælpestoffer under bortskaffelsen.

**Energi**

pr 1000 liter distr.

	Energiforbrug	
Energiudvikling	-15,0 MJ/kg karton	-300,00 MJ

Energiforbruget til deponering lades ude af betragtning. Ved forbrænding af karton udvikles varme, hvilket svarer til 15 MJ/kg karton (BUWAL, 1990).

**Emissioner til luft**

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at fremskaffe data for emissioner til luft i forbindelse med forbrænding af papir og karton, jf delrapport 2.

**Emissioner til vand**

pr 1000 liter distr.

Det har ikke været muligt at fremskaffe data for emissioner til vand i forbindelse med forbrænding af papir og karton, jf delrapport 2.

**Affald**

pr 1000 liter distr.

Affald fra forbrændingsanlæg, ingen data	Ingen data	g/kg karton	Ingen data	g
Karton i naturen			20000,0	g
Karton på deponi			25000,0	g



## **Bilag 3**

**Regneark for 1½ liters  
engangs PET-flaske**



## **Introduktion**

I dette bilag fremgår de udregninger, de ligger til grund for resultaterne af den miljømæssige kortlægningen af det opstillede system for 1½ liters engangs PET-falser.

Der er redegjort for det anvendte datagrundlag i bilag 1.

Der er en varierende usikkerhed på de anvendte data. Denne usikkerhed er ikke opgivet i de opstillede skemaer for udregningerne.

Data og mellemregninger er opgivet med mange cifre. Disse cifre skal ikke tages som et udtryk for antallet af betydende cifre, men er udelukkende medtaget for at gøre en kontrol af beregningerne mulig. Der vil ved anvendelse af resultaterne blive afrundet til et passende antal betydende cifre.

### MATERIALFORBRUG for hovedmaterialer (PET)

Process	Fremstilling af råvarer	Fremstilling af emballager	Tapping	Distribution	Forbrug	Genvinding	Affald	SUM
Mængder		flasker		flasker				
Materialer	g/1000 l	PETgranulat preform	flasker	flasker	flasker			
Råmaterialer pr. 1000 l. distribueret								
Råolie	g/1000 l							113537,74
Hydrogen	g/1000 l							665,21
Oxygen (lt)	g/1000 l							14905,05
Hjælpe materialer pr. 1000 l. distribueret								
NaOH	g/1000 l					0,00		12,73
Sideprodukter	g/1000 l							-36876,57
Sideprod. m. brandværdi	g/1000 l							-59484,44
Hjælpesoffer	g/1000 l							1,70
Smøremiddel	g/1000 l	0,57						0,57
Oplosningsmiddel	g/1000 l	1,13						1,13
Vand	l/1000 l	0,14	ingen data	176,67				176,81
Natronlud	l/1000 l			0,00				0,00
Saltlyre	l/1000 l			0,00				0,00
Båndsmøremiddel	g/1000 l			83,33				83,33
Diverse	g/1000 l	567,64						567,64
Materialer strømme pr. 1000 l. distribueret								
PET granulat	g/1000 l	28282,83						28282,83
Preform	g/1000 l		28424,24					28424,24
PET ud af systemet	g/1000 l		141,41					141,41

**MATERIALEFORBRUG for øvrige materialer**

Proces	Kapsler		Etiketter		Etiketlim		Kasser		SUM
	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	
Mængder	PE	PE	Papir	Papir	Lim	Lim	Karton	Karton	
Råmaterialer pr. 1000 l. distribueret									
Råolie	3904,85								3904,85
Hydrogen	3,74								3,74
Tre			1402,63				4444,44		45847,08
Returpapir							31277,78		31277,78
Hjælpe materialer pr. 1000 l. distribueret									
Sideprod. med brændværdi	-1880,57								-1880,57
Hjælpestoffer	2,58		0,33		306,03				308,94
Kalk			4,14				144,44		148,58
Chlor			9,94				216,67		226,60
Svovlsyre			11,59				255,56		267,15
Natriumsulfat			11,59				111,11		111,11
Natriumchlorat			14,90				255,56		267,15
Natriumhydroxid			9,94				416,67		431,57
Oxygen							227,78		237,71
Peroxid			1,66				33,33		34,99
Svovldioxid			6,62				155,56		162,18
Kaolin og binder			218,59				4888,89		5107,48
Trykfarver			30,00						30,00
Vand	2,52		52,25				1500,00		1554,77
Pigmenter	18,49								18,49
Silicone									0,000
Smøremiddel									0,00000
Diverse	0,00								0,00



**TRANSPORT-ENERGI for hovedmaterialer (PET)**

TRANSPORT	MÆNGDER kg pr Materiale 1000 l	TRANSPORT Transportmiddel km	ENERGI pr ton materiale og km tr-afstand			ENERGIFORBRUG i MJ/1000 l				Total					
			Benzin MJ/t km	Diesel MJ/t km	Olje MJ/t km	El MJ/t km	Andet MJ/t km	Benzin MJ/1000 l	Diesel MJ/1000 l		Olje MJ/1000 l	El MJ/1000 l	Andet		
<b>1. &amp; 2. Fremstilling af råvarer</b>															
Transport af PET-granulat	PET	28,283	Skib (fjern)	7000	0	0	0,086	0	0	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	17,0
Transport af PET-granulat	PET	28,283	Løstbil (fjern)	700	0	0	1,1	0	0	0,0	0,0	21,8	0,0	0,0	21,8
<b>3. Emballager</b>															
Preforms		28,283	Løstbil (fjern)	1200	0	0	1,1	0	0	0,0	0,0	37,3	0,0	0,0	37,3
Flasker	Flasker	28,000	Løstbil (fjern)	100	0	0	1,1	0	0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	3,1
<b>4. Tøpning</b>															
<b>Ingen Transport</b>															
<b>5. Distribution</b>															
Flasker, fyldte til mellemde	Flasker	28,000	Løstbil (nær)	92	0	0	2,7	0	0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	7,0
Flasker, fyldte til detal	Flasker	28,000	Løstbil (nær)	20	0	0	2,7	0	0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5
<b>6. Forbruger</b>															
Flasker, fyldte	Flasker	28,000	Personbil	1											
Flasker, tomme retur	Flasker	25,200	Personbil	1											
<b>7. Genvinding</b>															
Returning af flasker til de	Flasker	25,483	Løstbil (nær)	20	0	0	2,7	0	0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	1,4
<b>8. Affaldsbortskaffelse</b>															
Kasserede flasker (renovatio)	Flasker	2,800	Løstbil (nær)	50	0	0	2,7	0	0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4
												72,4	17,0	0,0	89,4

## TRANSPORT-ENERGI for øvrige materialer

TRANSPORT	MÆNGDER kg pr Materiale 1000 l	TRANSPORT		ENERGI pr ton materiale og km tr.afstand						ENERGIFORBRUG I MJ/1000 l						Total
		Transportmiddel	Afstand km	Benzin MJ/t km	Diesel MJ/t km	Olie MJ/t km	El MJ/t km	Andet MJ/t km	Benzin MJ/1000 l	Diesel MJ/1000 l	Olie MJ/1000 l	El MJ/1000 l	Andet MJ/1000 l			
<b>1. - 3. Fremstilling</b>																
Fremstilling af PE til kapsler	1,988	Læstbil (jern)	700	0	1,1	0	0	0	0,0	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	1,53	
Fremstilling af kapsler	1,988	Skib (jern)	655	0	0	0,086	0	0	0,0	0,00	0,1	0,0	0,0	0,0	0,11	
Fremstilling af papir til etik	0,828	Læstbil (jern)	750	0	1,1	0	0	0	0,0	0,68	0,0	0,0	0,0	0,0	0,68	
Fremstilling af etiketter	0,828	Læstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0,0	0,11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,11	
Fremstilling af råvarer til li	0,304	Læstbil (jern)	1000	0	1,1	0	0	0	0,0	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,33	
Fremstilling af lim	0,304	Læstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0,0	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	
Fremstilling af karton til kas	55,556	Læstbil (jern)	1000	0	1,1	0	0	0	0,0	61,11	0,0	0,0	0,0	0,0	61,11	
Fremstilling af kasser	55,556	Læstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0,0	7,50	0,0	0,0	0,0	0,0	7,50	
<b>5. Distribution</b>																
Skruelåg til mellemdepot	1,867	Læstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0,0	0,46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,46	
Skruelåg til detail	1,867	Læstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0,0	0,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,10	
Etiketter til mellemdepot	0,640	Læstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0,0	0,16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,16	
Etiketter til detail	0,640	Læstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	
Etiketlim til mellemdepot	0,235	Læstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0,0	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,06	
Etiketlim til detail	0,235	Læstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	
Kasser til mellemdepot	55,556	Læstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0,0	13,80	0,0	0,0	0,0	0,0	13,80	
Kasser til detail	55,556	Læstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0,0	3,00	0,0	0,0	0,0	0,0	3,00	
<b>8. Bortskaffelse</b>																
Skruelåg, etiketter og lim retur	3,120	Læstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0,0	0,17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,17	
Skruelåg, etiketter og lim retur	3,120	Læstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0,0	0,77	0,0	0,0	0,0	0,0	0,77	
Skruelåg	1,988	Læstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0,0	0,27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,27	
Etiketter	0,828	Læstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0,0	0,11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,11	
Etiketlim	0,304	Læstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0,0	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	
Kasser	55,556	Læstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0,0	7,50	0,0	0,0	0,0	0,0	7,50	
									0,00	97,81	0,11	0,00	0,00	0,00	97,92	

**PROCES-EMISSIONER OG AFFALD for hovedmaterialer**

Process	Fremstilling af råvarer	Fremstilling af emballager		Tøping	Distribution	Forbrug	Genvinding	Affald	SUM
		Preform	flasker						
<b>Luft</b>									
Partikler	g/1000 l	13,80						0,73	14,53
CO	g/1000 l	574,79						18,17	592,96
HC	g/1000 l	166,76							166,76
NOx	g/1000 l	157,14						72,67	229,81
SO2	g/1000 l	0,03						5,23	5,26
CO2	g/1000 l							44370,51	44370,51
NH3	g/1000 l								0,00
aldehyder	g/1000 l								0,00
øvrige org. stoffer	g/1000 l	5,77							5,77
sulfsyre	g/1000 l	3,22							3,22
flourid	g/1000 l								0,00
chlor	g/1000 l								0,00
kviksølv	g/1000 l								0,00
svovlforbindelser	g/1000 l								0,00
vanddamp	g/1000 l								0,00
dinitrogenoxid	g/1000 l								0,00

(Fortsættes)



**PROCES-EMISSIONER OG AFFALD for øvrige materialer**

Process	Skuelag		Etiketter		Etikellim		Kasser		SUM
	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	
Luft									
Partikler	g/1000	0,23	0,04	2,23			81,50	0,00	83,99
CO	g/1000	0,85	0,93	2,23			81,06	0,00	85,06
HC	g/1000	7,50		5,36			279,89		292,75
NOx	g/1000	2,54	3,72	4,07			190,00	0,00	200,33
SO2	g/1000	3,37	0,26	8,90			441,67	0,00	454,19
CO2	g/1000 l		2245,80					0,00	2245,80
NH3	g/1000 l			0,34			0,17		0,174706
aldehyder	g/1000 l								0,00
øvrige org. stoffer	g/1000 l			0,02			1,17		1,19
saltsyre	g/1000 l								0,00
flourid	g/1000 l			0,000008			0,00033		0,000342
chlor	g/1000 l			0,000007			0,00017		0,000173
kvikselv	g/1000 l			0,000012			0,00039		0,000401
svovlforbindelser	g/1000 l			0,19			0,00556		0,20
vanddamp	g/1000 l						0,00		0,00
dinitrogenoxid	g/1000 l			0,28			16,61		16,90

(Fortsættes)



**TRANSPORT-EMISSIONER for hovedmaterialer**

TRANSPORT	MÆNGDER		TRANSPORT		EMISSIONER i gram/1000 l					
	kg pr Materiale 1000 l.		Transportmidd Afsta km		CO2 g/1000 l	CO	NOx	HC	SO2	Partikler
<b>1. &amp; 2. Fremstilling af råvarer</b>										
Transport af PET-granulat	PET	28,28	Skib (jern)	7000	1340,32	2,38	18,61	0,69	31,48	5,94
Transport af PET-granulat	PET	28,28	Lastbil (jern)	700	1544,24	9,50	19,80	6,93	1,29	0,59
<b>3. Emballager</b>										
Preforms		28,28	Lastbil (jern)	1200	2647,27	16,29	33,94	11,88	2,21	1,02
Flasker		28,00	Lastbil (jern)	100	218,40	1,34	2,80	0,98	0,18	0,08
<b>4. Tapning</b>										
Ingen Transport										
<b>5. Distribution</b>										
Flasker, fyldte til mellemde	Flasker	28,00	Lastbil (nær)	92	510,05	3,09	10,30	2,32	0,44	0,20
Flasker, fyldte til detail	Flasker	28,00	Lastbil (nær)	20	110,88	0,67	2,24	0,50	0,10	0,04
<b>6. Forbruger</b>										
Flasker, fyldte	Flasker	28,00	Personbil	1						
Flasker, tomme retur	Flasker	25,20	Personbil	1						
<b>7. Genvinding</b>										
Returnering af flasker til de	Flasker	25,48	Lastbil (nær)	20	100,91	0,61	2,04	0,46	0,09	0,04
<b>8. Afaldsbortskaffelse</b>										
Kasserede flasker (renovatio)	Flasker	2,80	Lastbil (nær)	50	27,72	0,17	0,56	0,13	0,02	0,01
				Sum	6499,80	34,06	90,29	23,89	35,80	7,93

### TRANSPORT-EMISSIONER for øvrige materialer

TRANSPORT	MÆNGDER		TRANSPORT		EMISSIONER i gram/1000 l					
	kg pr Materialb 1000 l		Transportmiddel	Afsta km	CO <sub>2</sub>	CO	NOx	HC	SO <sub>2</sub>	Partikler
<b>1. - 3. Fremstilling</b>										
Fremstilling af PE til kapsle	1,988	Lastbil (fjern)	1000		155,06	0,95	1,99	0,70	0,13	0,06
Fremstilling af kapsler	1,988	Skib (fjern)	100		39,36	0,24	0,80	0,18	0,03	0,02
Fremstilling af papir til etik	0,828	Lastbil (fjern)	750		48,44	0,30	0,62	0,22	0,04	0,02
Fremstilling af etiketter	0,828	Lastbil (nær)	50		8,20	0,05	0,17	0,04	0,01	0,00
Fremstilling af råvarer til li	0,304	Lastbil (fjern)	1000		23,68	0,15	0,30	0,11	0,02	0,01
Fremstilling af lim	0,304	Lastbil (nær)	50		3,01	0,02	0,06	0,01	0,00	0,00
Fremstilling af PE til kasser	55,556	Lastbil (fjern)	1000		4333,33	26,67	55,56	19,44	3,61	1,67
Fremstilling af kasser	55,556	Lastbil (nær)	50		550,00	3,33	11,11	2,50	0,47	0,21
<b>5. Distribution</b>										
Kapsler til mellemdepot	1,867	Lastbil (nær)	92		34,00	0,21	0,69	0,15	0,03	0,01
Kapsler til detail	1,867	Lastbil (nær)	20		7,39	0,04	0,15	0,03	0,01	0,00
Etiketter til mellemdepot	0,640	Lastbil (nær)	92		11,66	0,07	0,24	0,05	0,01	0,00
Etiketter til detail	0,640	Lastbil (nær)	20		2,53	0,02	0,05	0,01	0,00	0,00
Etiketlim til mellemdepot	0,235	Lastbil (nær)	92		4,27	0,03	0,09	0,02	0,00	0,00
Etiketlim til detail	0,235	Lastbil (nær)	20		0,93	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
Kasser til mellemdepot	55,556	Lastbil (nær)	92		1012,00	6,13	20,44	4,60	0,87	0,39
Kasser til detail	55,556	Lastbil (nær)	20		220,00	1,33	4,44	1,00	0,19	0,09
<b>8. Bortskaffelse</b>										
Skruelåg, etiketter og lim retur	3,1196	Lastbil (nær)	20		12,35	0,07	0,25	0,06	0,01	0,00
Skruelåg, etiketter og lim retur	3,120	Lastbil (nær)	92		56,83	0,34	1,15	0,26	0,05	0,02
Kapsler	1,988	Lastbil (nær)	50		19,68	0,12	0,40	0,09	0,02	0,01
Etiketter	0,828	Lastbil (nær)	50		8,20	0,05	0,17	0,04	0,01	0,00
Etiketlim	0,304	Lastbil (nær)	50		3,01	0,02	0,06	0,01	0,00	0,00
Kasser	55,556	Lastbil (nær)	50		550,00	3,33	11,11	2,50	0,47	0,21
			Sum		7103,94	43,48	109,85	32,02	5,98	2,74

**MATERIALEFORBRUG fra energifremstilling**

Energiforbrug hos forbruger	MJ	Transport:		Olie	Naturgas	Vandkraft	Elektricitet i udvalgte regioner				Andet	SUM	Forbrænding
		Brændsel anvendt direkte	%				Kedeleans	Varme fra	El fra vand	El fra vand			
Tillæg for distributionsvirkningsgrad		170,2	17,1	0,1	0,0	0,0	97,5	0,0	356,1	0,0	2121,4	2762,5	-821,7
Energiforbrug fra kraftværk/leveringsv		170,2	17,1	0,1	0,00	0	93	93	93	0,00	2121,4	2796,6	77
Forbrug af energiresourcer							104,87	0,00	382,86	0,00			-632,70
Gas fra kombinerede olie og gasfelter	Nm3	0,2128121	0,0242533	0,0001875	0	0	0,0245353	0	0,1566451	0	2,1303269	2,5487602	-0,148022
Naturgas	Nm3	0,0133352	0,0019272	3,399E-05	0	0	0,1558511	0	2,1514027	0	19,249742	21,572292	-0,940256
Minegas (fra kulminer)	kg	0,0006198	8,492E-05	1,366E-06	0	0	0,1150981	0	0,1438975	0	0,3131077	0,5728094	-0,694391
Råolie	kg(*)	4,3795232	0,4991151	0,0038586	0	0	0,504917	0	3,2236377	0	43,84063	52,451681	-3,046184
Brunkul (i naturlig tilstand)	kg	0,0702072	0,0109916	0,0002075	0	0	0,1948813	0	14,259893	0	15,792241	30,328421	-1,175726
Stenkul (i naturlig tilstand)	kg	0,0842462	0,0116172	0,0001885	0	0	16,779956	0	20,584028	0	45,057103	82,517138	-101,2341
Uran (indhold i uraniumhexafluorid)	kg	5,185E-06	7,939E-07	1,447E-08	0	0	1,333E-05	0	0,0010416	0	0,0007413	0,0018023	-8,04E-05
Potentielt energindhold af vand (vandk TJ	TJ	3,981E-07	5,843E-08	9,902E-10	0	0	8,734E-07	0	4,058E-05	0	0,0001054	0,0001473	-5,27E-06
Tæs i skove (tørsvægt)	kg(*)	0,0043038	0,0005251	1,011E-05	0	0	0,1719708	0	0,2162277	0	0,5668799	0,9599174	-1,037506

Forbrug af ressourcer til andet end	kg	Transport:		Olie	Naturgas	Vandkraft	Elektricitet i udvalgte regioner				Andet	SUM	Forbrænding
		Brændsel anvendt direkte	%				Kedeleans	Varme fra	El fra vand	El fra vand			
Barit (bariumsulfat)	kg	0,0207742	0,0023682	1,834E-05	0	0	0,0026479	0	0,0187998	0	0,239278	0,2838865	-0,015975
Bauxit	kg	0,0012106	0,0001279	1,597E-06	0	0	0,0023388	0	0,0074887	0	0,027376	0,0385437	-0,01411
Bentonit	kg	0,0076633	0,0008743	6,913E-06	0	0	0,0016146	0	0,0191257	0	0,0900507	0,1193356	-0,009741
Bly i malm	kg	2,127E-05	3,072E-06	6,212E-08	0	0	8,472E-06	0	1,835E-05	0	0,0007814	0,0008326	-5,11E-05
Chlor	kg	7,358E-16	9,032E-17	1,761E-18	0	0	3,02E-14	0	3,792E-14	0	9,937E-14	1,683E-13	-1,82E-13
Chrom i malm	kg	4,016E-05	4,364E-06	5,545E-08	0	0	8,609E-05	0	0,0008814	0	0,0013957	0,0024078	-0,000519
Jernmalm	kg	0,0337586	0,0036436	3,566E-05	0	0	0,0823188	0	0,1670214	0	0,7759049	1,0626829	-0,496632
Kalksten	kg	0,0819792	0,0083673	7,15E-05	0	0	0,3858932	0	0,6361765	0	1,9957814	3,1082692	-2,328109
Cobalt	kg	1,261E-08	4,265E-11	3,326E-13	0	0	2,696E-10	0	5,575E-10	0	4,443E-09	1,792E-08	-1,63E-09
Kobber i malm	kg	0,0003076	4,017E-05	9,446E-07	0	0	0,0008246	0	0,0017992	0	0,0143692	0,0173417	-0,004975
Mangan i malm	kg	2,121E-05	2,055E-06	1,722E-08	0	0	7,447E-05	0	0,0001734	0	0,0005401	0,0008113	-0,000449
Molybdæn	kg	2,999E-09	1,11E-11	8,874E-14	0	0	1,039E-10	0	2,112E-10	0	1,285E-09	3,91E-09	-6,27E-10
Nikkel i malm	kg	1,888E-05	2,216E-06	3,326E-08	0	0	2,164E-05	0	0,0006117	0	0,0007813	0,0014358	-0,000131
Platin	kg	2,621E-11	2,925E-12	2,371E-14	0	0	7,358E-12	0	2,005E-11	0	3,074E-10	3,64E-10	-4,44E-11
Sølv	kg	1,325E-05	1,47E-06	1,136E-08	0	0	1,502E-06	0	9,517E-06	0	0,0001292	0,0001549	-9,06E-06
Siensalt	kg	0,0022999	0,0002566	2,164E-06	0	0	0,0057451	0	0,0113492	0	0,0418679	0,0615209	-0,03466
Vand (ekskl. til vandkraft)	kg	34,642736	4,2750453	0,051125	0	0	1108,2001	0	2789,1127	0	4641,5118	8577,7935	-6685,814
Zink i malm	kg	2,696E-06	2,462E-07	1,958E-09	0	0	6,448E-06	0	9,306E-06	0	3,813E-05	5,683E-05	-3,89E-05
Tin	kg	7,36E-06	8,166E-07	6,313E-09	0	0	8,342E-07	0	5,287E-06	0	7,177E-05	8,608E-05	-5,03E-06

## EMISSIONER TIL LUFT fra energifremstilling

Emissioner til luft	Transport:		Olie		Naturgas		Elektricitet i udvalgte regioner					Andet	SUM	Forbrænding
	Brændsel anvendt direkte	Diesel, Eu. Svært brændsel	Kedelanlæg	Varme fra	Forbrænding	Varme fra	Forbrænding	El i Danmark	El i Sverige	El i Europa	El i Verden			
Partikler, støv	0,0071333	0,0007664	1,353E-05	0	0	0,0582732	0	0,1021081	0	0,3258585	0,494153	-0,351565		
Kuldioxid, CO2	1,8397656	0,2578065	0,0129145	0	0	28,029919	0	60,545794	0	264,40112	355,08732	-169,1056		
Kulmonoxid CO	0,002887	0,0003245	4,611E-06	0	0	0,0041164	0	0,0108766	0	0,078586	0,0967951	-0,024834		
Nitrogenoxider, NOx	0,0114841	0,001376	3,307E-05	0	0	0,0723298	0	0,1362905	0	0,5998039	0,8213174	-0,436369		
Lattergas, N2O	3,168E-05	3,978E-06	2,632E-07	0	0	0,0001897	0	0,0005227	0	0,0004564	0,0045809	-0,001145		
Ammoniak, NH3	1,439E-06	1,879E-07	2,676E-09	0	0	0,0001607	0	0,0002226	0	0,0004564	0,0008413	-0,00097		
Svovldioxid, SO2	0,0119617	0,0016701	0,0001773	0	0	0,1183696	0	0,2956436	0	2,2782514	2,7060736	-0,714128		
Methan, CH4	0,0172988	0,0019903	1,661E-05	0	0	0,1183258	0	0,1687761	0	0,5940212	0,9004288	-0,713864		
NMVOG total	0,0347418	0,0039548	3,101E-05	0	0	0,0055644	0	0,0290548	0	0,3644016	0,4377484	-0,03357		
- heraf: Non-methan flygtige org. forb	0,034619	0,0039411	3,089E-05	0	0	0,0051945	0	0,0283443	0	0,3616887	0,4338184	-0,031339		
- heraf: Halogenerede carbonhydrider	1,564E-06	1,772E-07	1,835E-09	0	0	1,181E-06	0	3,834E-06	0	2,519E-05	3,195E-05	-7,13E-06		
- heraf: Dioxiner og furaner (TCDD-e	1,495E-11	2,002E-12	8,906E-14	0	0	1,414E-09	0	2,269E-09	0	5,032E-09	8,732E-09	-8,53E-09		
- heraf: BTEX, benzen, toluen, ethyl b	0,0001213	1,353E-05	1,123E-07	0	0	0,0003687	0	0,0007067	0	0,0026877	0,003898	-0,002225		
Saltyre, HCl	4,208E-05	6,746E-06	3,091E-07	0	0	0,0081916	0	0,0119276	0	0,0257394	0,0459078	-0,04942		
Hydrogenfluorid, HF	4,508E-06	7,156E-07	3,16E-08	0	0	0,0008703	0	0,0012652	0	0,0027188	0,0048595	-0,005251		
Brom, Br2	1,657E-07	2,581E-08	4,846E-10	0	0	3,822E-05	0	5,53E-05	0	0,0001099	0,0002036	-0,000231		
Iod, I2	7,96E-08	1,243E-08	2,335E-10	0	0	1,279E-05	0	2,336E-05	0	4,208E-05	7,832E-05	-7,72E-05		
Cyanid, CN	1,209E-09	1,357E-10	1,508E-12	0	0	4,046E-09	0	2,663E-08	0	6,838E-08	1,004E-07	-2,44E-08		
Svovlbrinte, H2S	8,313E-07	1,006E-07	1,333E-09	0	0	4,669E-06	0	4,982E-05	0	0,0003608	0,0004162	-2,82E-05		
Tungmetaller	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cadmium, Cd	1,533E-07	2,752E-08	4,693E-09	0	0	2,033E-07	0	1,022E-06	0	4,934E-05	5,076E-05	-1,23E-06		
Chrom, Cr	1,507E-07	2,273E-08	2,393E-09	0	0	4,883E-06	0	7,961E-06	0	3,911E-05	5,213E-05	-2,95E-05		
Kviksølv, Hg	1,867E-08	3,01E-09	5,39E-11	0	0	1,056E-06	0	1,787E-06	0	3,898E-06	6,762E-06	-6,37E-06		
Nikkel, Ni	7,176E-06	1,025E-06	9,631E-08	0	0	1,681E-05	0	6,252E-05	0	0,001072	0,0011596	-0,000101		
Bly, Pb	6,268E-07	9,113E-08	8,67E-09	0	0	5,835E-06	0	1,263E-05	0	0,0001104	0,0001296	-3,52E-05		
Øvrige metaller	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Aluminium, Al	4,028E-06	5,986E-07	1,049E-08	0	0	0,0009641	0	0,0012368	0	0,0026114	0,0048169	-0,005816		
Arsen, As	7,807E-08	1,347E-08	1,896E-09	0	0	2,088E-06	0	3,598E-06	0	2,582E-05	3,16E-05	-1,26E-05		
Jern, Fe	4,081E-06	5,889E-07	3,203E-08	0	0	0,0004152	0	0,0006029	0	0,0014736	0,0024964	-0,002505		
Cobalt, Co	1,674E-07	3,003E-08	4,744E-09	0	0	1,003E-06	0	6,249E-06	0	5,624E-05	6,37E-05	-6,03E-06		
Kobber, Cu	1,921E-06	1,859E-07	8,198E-09	0	0	7,608E-06	0	1,73E-05	0	0,0001117	0,0001388	-4,59E-05		
Antimon, Sb	1,829E-09	2,846E-10	5,337E-12	0	0	2,319E-07	0	4,978E-07	0	8,442E-07	1,576E-06	-1,4E-06		
Tin, Sn	1,166E-09	1,812E-10	3,385E-12	0	0	3,312E-07	0	4,233E-07	0	8,923E-07	1,648E-06	-2E-06		
Uran, U	1,357E-09	2,098E-10	3,914E-12	0	0	3,865E-07	0	4,911E-07	0	1,038E-06	1,917E-06	-2,33E-06		
Vanadium, V	2,949E-05	4,185E-06	3,858E-07	0	0	6,47E-05	0	0,0002332	0	0,0042728	0,0046047	-0,00039		
Zink, Zn	4,848E-06	5,5E-07	9,947E-09	0	0	1,137E-05	0	2,176E-05	0	0,0001404	0,000179	-6,86E-05		
Radioaktive luftemissioner, total	451,60201	69,129952	1,2593385	0	0	1159,9913	0	90656,582	0	64517,745	158856,31	-6998,272		

**EMISSIONER TIL VAND fra energifremstilling**

Emissioner til vand	Transport:		Olie		Naturgas		Elektricitet i udvalgte regioner					Andet	SUM	Forbrænding
	Brændsel anvendt direkte	Diesel, Eu. Svær fueloil	Kedelanlæg	Varme fra	Forbrænding	Varme fra	Eli i Danmark	Eli i Sverige	Eli i Europa	Eli i Verden	Uspecificeret			
Chlorid total	0,1185657	0,0135052	0,0001054	0	0	0	0,1801324	0	0,2957432	0	1,6277889	2,2358408	-1,086746	
Chlor, total	4,971E-10	7,71E-11	1,45E-12	0	0	0	1,482E-07	0	1,852E-07	0	3,943E-07	7,282E-07	-8,94E-07	
Flourid, F	5,001E-06	5,631E-07	5,281E-09	0	0	0	6,431E-05	0	9,046E-05	0	0,0002376	0,0003979	-0,000388	
Iod, total	2,19E-05	2,496E-06	1,929E-08	0	0	0	2,523E-06	0	1,612E-05	0	0,0002192	0,0002623	-1,52E-05	
Sulfat, total	0,0046819	0,0005253	5,766E-06	0	0	0	0,1197134	0	0,268907	0	0,4537908	0,847624	-0,722235	
Ammoniak som N, total	0,0003756	1,998E-05	1,538E-07	0	0	0	4,38E-05	0	0,0002778	0	0,0019036	0,0026209	-0,000264	
Nitrat	0,0001447	1,611E-05	1,281E-07	0	0	0	0,00065	0	0,0008824	0	0,003055	0,0047484	-0,003921	
Nitrit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nitrogen, total (øvrige)	0,0005503	2,731E-05	2,115E-07	0	0	0	3,33E-05	0	0,0001834	0	0,00024208	0,0032153	-0,000201	
Total-N (ammoniak, nitrat, nitrit og N-t kg)	0,0009586	5,093E-05	3,962E-07	0	0	0	0,000224	0	0,0006606	0	0,0050148	0,0069094	-0,001352	
Phosphat	1,053E-05	1,377E-06	2,017E-08	0	0	0	0,0016023	0	0,0019681	0	0,0043281	0,0079104	-0,009667	
Fedt og olie	0,0040525	0,0004573	3,536E-06	0	0	0	0,0004689	0	0,0030274	0	0,0408148	0,0488245	-0,002829	
Organiske stoffer (incl. kulbrinter og c kg)	0,0033823	0,0003517	2,742E-06	0	0	0	0,0007248	0	0,0049517	0	0,0510362	0,0604496	-0,004373	
BOD5	1,988E-05	1,123E-06	8,807E-09	0	0	0	4,844E-06	0	1,335E-05	0	0,0001118	0,000151	-2,92E-05	
COD	0,000655	2,291E-05	1,777E-07	0	0	0	0,0001358	0	0,0002758	0	0,0023029	0,0033926	-0,000819	
Cyanid, CN	1,055E-06	1,166E-07	9,495E-10	0	0	0	5,986E-07	0	2,162E-06	0	1,399E-05	1,793E-05	-3,61E-06	
Svovlbrinte, H2S	3,456E-08	3,881E-09	4,317E-11	0	0	0	1,157E-07	0	7,609E-07	0	1,955E-06	2,87E-06	-6,98E-07	
Tungmetaller	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cadmium, Cd	2,494E-07	2,806E-08	2,262E-10	0	0	0	1,408E-06	0	1,956E-06	0	6,157E-06	9,799E-06	-8,49E-06	
Chrom, Cr	3,317E-06	4,091E-07	4,763E-09	0	0	0	0,0002679	0	0,0003311	0	0,0007416	0,0013443	-0,001616	
Kviksølv, Hg	2,231E-09	2,543E-10	2,239E-12	0	0	0	3,843E-08	0	5,404E-08	0	1,812E-07	2,762E-07	-2,32E-07	
Nikkel, Ni	1,345E-06	1,688E-07	2,111E-09	0	0	0	0,0001351	0	0,0001667	0	0,0003699	0,0006733	-0,000815	
Bly, Pb	1,731E-06	2,116E-07	2,679E-09	0	0	0	0,0001356	0	0,0001855	0	0,0003898	0,0007128	-0,000818	
Øvrige metaller	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aluminium, Al	0,0001374	1,892E-05	3,063E-07	0	0	0	0,0267072	0	0,0331018	0	0,0719786	0,1319442	-0,161125	
Sølv, Ag	1,312E-07	1,498E-08	1,158E-10	0	0	0	1,52E-08	0	1,007E-07	0	1,318E-06	1,58E-06	-9,17E-08	
Arsen, As	4,47E-07	5,695E-08	7,603E-10	0	0	0	5,404E-05	0	6,662E-05	0	0,0001469	0,0002681	-0,000326	
Jern, Fe	0,0001851	2,683E-05	4,519E-07	0	0	0	0,0083462	0	0,032842	0	0,0472548	0,0886552	-0,050353	
Cobalt, Co	2,696E-07	3,714E-08	6,017E-10	0	0	0	5,341E-05	0	6,554E-05	0	0,0001435	0,0002627	-0,000322	
Kobber, Cu	1,091E-06	1,396E-07	1,873E-09	0	0	0	0,0001339	0	0,0001648	0	0,0003664	0,000664	-0,000808	
Natrium, Na	0,0721341	0,0082034	6,357E-05	0	0	0	0,030321	0	0,0826237	0	0,7807372	0,9740829	-0,182928	
Antimon, Sb	3,782E-09	4,714E-10	6,526E-12	0	0	0	4,439E-07	0	5,389E-07	0	1,199E-06	2,186E-06	-2,68E-06	
Tin, Sn (incl. tributyltin)	0,0002955	3,372E-05	2,647E-07	0	0	0	0,0006183	0	0,000922	0	0,0044903	0,0063601	-0,00373	
Vanadium, V	8,85E-07	1,18E-07	1,763E-09	0	0	0	0,0001343	0	0,0001724	0	0,0003676	0,0006753	-0,00081	
Zink, Zn	3,734E-06	4,461E-07	5,115E-09	0	0	0	0,0002698	0	0,0003346	0	0,0007504	0,001359	-0,001628	
Salte, øvrige	0,0002563	3,969E-05	7,407E-07	0	0	0	0,0009839	0	0,0504433	0	0,0565181	0,108242	-0,005936	
Radioaktive vandemissioner, total	4,244918	0,6463412	0,0116681	0	0	0	10,711744	0	833,50011	0	594,23603	1443,3508	-64,62436	

## AFFALD fra energifremstilling

Affald	Transport:		Olie		Naturgas		Forbrænding		Elektricitet i udvalgte regioner					Andet	SUM	Forbrænding
	Brændsel anvendt direkte		Kedelanlæg		Forbrændt		Forbrænding		El i Verden							
	Diesel	Eu. Svær fueloil	Varme fra	Kedelanlæg	Varme fra	Forbrændt	El fra vand	El i Danmark	El i Sverige	El i Europa	El i Verden	Uspecificeret	SUM			
Industriaffald	0,5092185	0,0526374	0,0004689	0	0	0	0	6,4882425	0	9,5946599	0	23,797937	40,443164	-39,14382		
- heraf: Affald til deponi for bygningsg	0,4240537	0,042603	0,0003759	0	0	0	0	6,1369559	0	8,0432656	0	20,780041	35,427295	-37,02449		
- heraf: Affald til kommunale affaldsfo	0,0003342	9,049E-05	3,525E-06	0	0	0	0	0,0002552	0	0,0006641	0	0,0456931	0,0470426	-0,001539		
- heraf: Affald til deponi for flyveaak	0,0556957	0,0066234	6,369E-05	0	0	0	0	0,3473196	0	1,244133	0	2,6371382	4,571254	-2,093392		
- heraf: Affald til landbrug	0,0291349	0,0033204	2,571E-05	0	0	0	0	0,0037119	0	0,0263169	0	0,3350629	0,3975727	-0,022394		
Miljøfarligt affald	0,0051944	0,0005275	4,189E-06	0	0	0	0	0,0043193	0	0,0092906	0	0,058495	0,0778309	-0,026058		
- heraf: Affald til specialdeponi for oli	0,0024679	0,0002449	1,907E-06	0	0	0	0	0,0020141	0	0,0038148	0	0,0261727	0,0347163	-0,012151		
- heraf: Affald til forbrænding af olie-	0,0027265	0,0002826	2,283E-06	0	0	0	0	0,0023052	0	0,0054757	0	0,0323223	0,0431146	-0,013907		
Radioaktivt affald	1,315E-05	1,5E-06	1,162E-08	0	0	0	0	1,554E-06	0	1,271E-05	0	0,0001337	0,0001626	-9,37E-06		
- heraf: Radioaktivt affald med lav akti	5,21E-09	8,018E-10	1,457E-11	0	0	0	0	1,342E-08	0	1,048E-06	0	7,462E-07	1,814E-06	-8,1E-08		
- heraf: Radioaktivt affald med svag til	1,315E-05	1,499E-06	1,16E-08	0	0	0	0	1,538E-06	0	1,149E-05	0	0,0001328	0,0001605	-9,28E-06		
- heraf: Radioaktivt affald med høj akti	8,829E-10	1,348E-10	2,452E-12	0	0	0	0	2,258E-09	0	1,767E-07	0	1,257E-07	3,056E-07	-1,36E-08		

**RESULTATTABEL - MATERIALEFORBRUG**

Materialeforbrug for engangs PET-flasker, 1,5 liter pr 1000 liter distribueret	Processer		Energi- fremstilling	SUM	Undgåede materiale- forbrug
	Primær emballage	Sekundær emballage			
Råmaterialer					
Råolie	gram 113.538	3.905		117.443	
Hydrogen	gram 665	4		669	
Oxygen (li)	gram 14.905			14.905	
Træ	gram	45.847		45.847	
Resupapir	gram	31.278		31.278	
Jernmalm	gram		1.063	1.063	-496,6
Hjælpematerialer					
Natriumhydroxid	gram 13	432		444	
Sideprodukter (uspecificeret)	gram -36.877			-36.877	
Sideprod. m. brændværdi	gram -59.484	-1.881		-61.365	
Smøremiddel	gram 0,57			1	
Oplosningsmiddel	gram 1,13			1	
Sælsyre	gram 0,00			0	
Smøremiddel	gram 83	0		83	
Svovlsyre (ukendt koncentration)	gram	267		267	
Tin	gram		0,09	0	-0,0050
Kalk	gram	149		149	
Chlor	gram	227		227	
Natriumchlorat	gram	267		267	
Natriumsulfat	gram	111		111	
Oxygen	gram	238		238	
Peroxid	gram	35		35	
Svovldioxid	gram	162		162	
Kaolin og binder	gram	5.107		5.107	
Trykfarver	gram	30		30	
Pigmenter	gram	18		18	
Silicone	gram	0		0	
Diverse hjælpestoffer (ikke specificeret)	gram 569,33	308,9		878	
Vand	liter 177	1.555	8.578	10.309	-6686

## RESULTATTABEL - ENERGI

Energiforbrug for engangs PET-flasker, 1,5 liter pr 1000 liter distribueret	Processer		Transport	Procent
	Primær emballage	Sekundær emballage		
Fremstilling af råvarer og PET-granulat	MJ	2211,3	38,8	58,2
Fremstilling af emballager: preforms	MJ	61,4	37,3	2,6
Fremstilling af emballager: flasker	MJ	12,0	3,1	0,4
Tapning	MJ	84,0	0,0	2,2
Distribution	MJ	0,0	8,5	0,2
Forbrug	MJ	0,0	0,0	0,0
Genvinding af flasker	MJ	1,5	1,4	0,1
Bortskaffelse	MJ	-456,3	0,4	-11,8
Etiketter og lim, fremstilling og distributi	MJ		38,4	1,0
Etiketter og lim, bortskaffelse	MJ		-0,5	0,0
Skruelåg, fremstilling og distribution	MJ		148,1	2,2
Skruelåg, bortskaffelse	MJ		-31,5	-0,8
Kasser, fremstilling og distribution	MJ		1944,4	52,5
Kasser, bortskaffelse	MJ		-333,3	-8,4
SUM	MJ	1.913,8	1.765,5	3.866,7

Energiforbrug fordelt på energityper for engangs PET-flasker, 1,5 liter pr 1000 liter distribueret		
Diesel til transport	MJ	170,2
Svær fuelolie til transport	MJ	17,1
Fuelolie (ledelæg)	MJ	0,1
Naturgas	MJ	0,0
El fra vandkraft, Schweiz	MJ	0,0
El i Danmark	MJ	97,5
El i Sverige	MJ	0,0
El i Europa	MJ	356,1
El i Verden	MJ	0,0
Energiindhold i materialer	MJ	1.926,0
Uspecificeret og "Termisk energi"	MJ	2.121,4
Forbrænding	MJ	-821,7
SUM	MJ	3.866,7

Energiforbrug fordelt på energiresourcer for engangs PET-flasker, 1,5 liter pr 1000 liter distribueret	SUM		Undgåede energi- ressourcer
	Energiressourcer	Enheder	
Gas fra kombinerede olie og gasfelter	Nm3	2.549	-0,148
Naturgas	Nm3	21.572	-0,940
Minegas (fra kulminer)	kg	0,573	-0,694
Råolie	kg	52,452	-3,046
Brunkul (i naturlig tilstand)	kg	30,328	-1,176
Stenkul (i naturlig tilstand)	kg	82,517	-101,234
Uran (indhold i urantumhexafluorid)	gram	1,8023	-0,0804
Potentielt energiindhold i vand	MJ	147,276	-5,269
Træ i skove (lørvægt)	kg	0,960	-1,038

**RESULTATTABEL - EMISSIONER**

Emissioner til luft for engangs PET-flasker, 1,5 liter pr 1000 liter distribueret	Processer		Transport	Energi- fremstilling	SUM	Undgåede emissioner
	Primær emballage	Sekundær emballage				
Partikler, støv	14,53	83,99	10,67	494,15	603,34	-351,56
Kuldioxid, CO2	44371	2246	13.604	355.087	415.307	-169.106
Nitrogenoxider, NOx	229,81	200,33	200,14	821,32	1.451,60	-436,37
Svovldioxid, SO2	5,26	454,19	41,78	2.706,07	3.207,30	-714,13
Methan, CH4				900,43	900,43	-713,86
Flygtige organiske forb. (- methan),	172,53	293,94	55,91	437,75	960,13	-33,57
Cadmium, Cd				0,051	0,051	-0,001
Kviksølv, Hg	0,00	0,000401	0,000	0,007	0,007	-0,006
Bly, Pb				0,130	0,130	-0,035
Radioaktive emissioner, total				156,856	156,856	-6,998

Emissioner til vand for engangs PET-flasker, 1,5 liter pr 1000 liter distribueret	Processer		Energi- fremstilling	SUM	Undgåede emissioner
	Primær emballage	Sekundær emballage			
N-total (ammoniak, nitrit, nitrat og øvrig)			6,91	6,91	-1,35
Phosphat			7,91	7,91	-9,67
Fedt og olie	0,00	1,52	48,82	50,35	-2,83
Organiske stoffer (incl. kulbrinte og chlo)	19,01	154,18	60,45	233,64	-4,37
BOD5	0,00	54,32	0,15	54,47	-0,03
COD	0,00	455,20	3,39	458,60	-0,82
Cadmium, Cd			0,01	0,01	-0,01
Kviksølv, Hg	0,00	0,000056	0,00	0,00	0,00
Bly, Pb			0,71	0,71	-0,82
Radioaktive emissioner, total			1443,35	1443,35	-64,62

## RESULTATTABEL - AFFALD

Affald	Processer		Energifremstilling	SUM	Undgået affald
	Primær emballage	Sekundær emballage			
for engangs PET-flasker, 1,5 liter pr 1000 liter distribueret					
Kasserede emballager fra forbrugere					
Forbrænding af emballager (prim + sek)	1.792	22.994		24.786	
Deponering af emballager (prim + sek)	448	6.566		7.014	
Kassation i naturen af emballager (prim)	560	117		677	
Industriaffald					
Papirmasse		39,1		39,1	
PP (produktionsrester)		91,4		91,4	
Industriaffald generelt			40.443	40.443	-39.144
Miljøfarligt affald					
Pigment fra skrvelåg		0,02127		0,02127	
Olieholdigt vand til kommunekemi				0	
Miljøfarligt affald generelt			77,8	77,8	-26,1
Radioaktivt affald					
Radioaktivt affald generelt			0,0001626	0,0001626	-9,37E-06
Uspecificeret affald					
Uspecificeret, procesaffald mv.		255		2.393	2.648

## **Bilag 4**

### **Regneark for 0,5 liters engangs PET-flaske**



## **Introduktion**

I dette bilag fremgår de udregninger, de ligger til grund for resultaterne af den miljømæssige kortlægningen af det opstillede retursystem for 0,5 liters engangs PET-falser.

Der er redegjort for det anvendte datagrundlag i bilag 2.

Der er en varierende usikkerhed på de anvendte data. Denne usikkerhed er ikke opgivet i de opstillede skemaer for udregningerne.

Data og mellemregninger er opgivet med mange cifre. Disse cifre skal ikke tages som et udtryk for antallet af betydende cifre, men er udelukkende medtaget for at gøre en kontrol af beregningerne mulig. Der vil ved anvendelse af resultaterne blive afrundet til et passende antal betydende cifre.



**MATERIALEFORBRUG for øvrige materialer**

Proces	Kapsler		Etiketter		Etiketlim		Kasser		SUM
	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	
Mængder	PE	PE	Papir	Papir	Lim	Lim	Karton	Karton	
Råmaterialer pr. 1000 l. distribueret									
Råolie	11714,55								11714,55
Hydrogen	11,21								11,21
Træ			2345,03				4000,00		42345,03
Renpapir							28150,00		28150,00
Hjælpe materialer pr. 1000 l. distribueret									
Sideprod. med brændværdi	-5641,71								-5641,71
Hjælpestoffer	7,75		0,55		521,64				529,95
Kalk			6,92				130,00		136,92
Chlor			16,61				195,00		211,61
Svovlsyre			19,38				230,00		249,38
Natriumsulfat			19,38				100,00		100,00
Natriumchlorat			24,92				230,00		249,38
Natriumhydroxid			16,61				375,00		399,92
Oxygen			2,77				205,00		221,61
Peroxid			11,07				30,00		32,77
Svovldioxid			365,46				140,00		151,07
Kaolin og binder			30,00				4400,00		4765,46
Trykfarver			87,35						30,00
Vand	7,57						1350,00		1444,92
Pigmenter	55,47								55,47
Silicone									0,000
Smøremiddel									0,00000
Diverse	0,00								0,00

**PROCES-ENERGI for hovedmaterialer (PET)**

Process	Fremstilling af råvarer	Fremstilling af emballager		Tæpning	Distribution	Forbrug	Genvinding	Affald	SUM
		Preform	flasker						
Mængder		Preform	flasker						
Materiale		PEI granulat	preform	flasker	flasker	flasker			
Energiindhold pr. 1000 l. distribueret									
Energiindhold i material MJ/1000 l	1772,73								1772,73
Procesenergi, termisk MJ/1000 l	1956,57								1956,57
Sideprocesser MJ/1000 l	30,30								30,30
El MJ/1000 l	189,09	109,60	21,41	84,00		0,02	2,73		406,85
Olie MJ/1000 l									0,00
Energiudvikling MJ/1000 l								-814,91	-814,91
SUM	3948,69	109,60	21,41	84,00	0,00	0,02	2,73	-814,91	3351,54

**PROCES-ENERGI for øvrige materialer**

Process	Skruelåg	Etiketter		Etikellim		Kasser		SUM
		Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	
Mængder		PP	PP	Papir	Lim	Lim	Karton	
Materiale		PP	PP	Papir	Lim	Lim	Karton	
Energiindhold pr. 1000 l. distribueret								
Energiindhold i material MJ/1000 l	262,42			20,7646875			750,00	1033,18
Procesenergi, termisk MJ/1000 l	128,82			28,79			750,00	907,62
El MJ/1000 l	53,02			7,20	0,26		150,00	210,48
Olie MJ/1000 l					0,20			0,20
Energiudvikling MJ/1000 l				-94,47				-395,34
Andet MJ/1000 l				6,9215625			100,00	106,92
SUM	444,26			63,68	0,45	-0,87	1750,00	1863,05

**TRANSPORT-ENERGI for hovedmaterialer (PET)**

TRANSPORT	MÆNGDER kg pr Materiale 1000 l.	TRANSPORT Transportmiddel km	ENERGI pr ton materiale og km tr.afstand				ENERGIFORBRUG i MJ/1000 l				Total			
			Benzin MJ/t km	Diesel MJ/t km	Olie MJ/t km	Andet MJ/t km	Benzin MJ/1000 l	Diesel MJ/1000 l	Olie MJ/1000 l	Andet MJ/1000 l				
<b>1. &amp; 2. Fremstilling af råvarer</b>														
Transport af PET-granulat	PET	50,505 Skib (fjern)	7000	0	0	0,086	0	0	0	0,0	0,0	30,4	0,0	30,4
Transport af PET-granulat	PET	50,505 Løstbil (fjern)	700	0	1,1	0	0	0	0	0,0	38,9	0,0	0,0	38,9
<b>3. Emballager</b>														
Preforms	Preforms	50,505 Løstbil (fjern)	1200	0	1,1	0	0	0	0	0,0	66,7	0,0	0,0	66,7
Flasker	Flasker	50,000 Løstbil (fjern)	100	0	1,1	0	0	0	0	0,0	5,5	0,0	0,0	5,5
<b>4. Tappning</b>														
Ingen Transport														
<b>5. Distribution</b>														
Flasker, fyldte til mellemde	Flasker	50,000 Løstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0	0,0	12,4	0,0	0,0	12,4
Flasker, fyldte til detail	Flasker	50,000 Løstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0	0,0	2,7	0,0	0,0	2,7
<b>6. Forbruger</b>														
Flasker, fyldte	Flasker	50,000 Personbil	1											0,0
Flasker, tomme retur	Flasker	45,000 Personbil	1											0,0
<b>7. Genvinding</b>														
Returnering af flasker til de	Flasker	45,505 Løstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5
<b>8. Affaldsbortskaffelse</b>														
Kasserede flasker (renovatio)	Flasker	5,000 Løstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7
										0,0	129,3	30,4	0,0	159,7

## TRANSPORT-ENERGI for øvrige materialer

TRANSPORT	MÆNGDER kg pr. Materiale 1000 l.	TRANSPORT			ENERGI pr ton materiale og km tr.afstand					ENERGIFORBRUG i MJ/1000 l					Total				
		Transportmidd km	Afslæb km	Andet km	Benzin MJ/t km	Diesel MJ/t km	Olje MJ/t km	El MJ/t km	Andet MJ/t km	Benzin MJ/1000 l	Diesel MJ/1000 l	Olje MJ/1000 l	El MJ/1000 l	Andet MJ/1000 l					
<b>1. - 3. Fremstilling</b>																			
Fremstilling af PE til kapsle	PE	5,964	Løstbil (fjern)	700	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	4,59	0,0	0,0	0,0	4,59
Fremstilling af kapsler	kapsler	5,964	Skib (fjern)	655	0	0	0,086	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,3	0,0	0,0	0,34
Fremstilling af papir til etik	Papir	1,384	Løstbil (fjern)	750	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,14	0,0	0,0	0,0	1,14
Premstilling af etiketter	Etiketter	1,384	Løstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0,0	0,0	0,0	0,19
Fremstilling af råvarer til li	Råvarer	0,518	Løstbil (fjern)	1000	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,57	0,0	0,0	0,0	0,57
Fremstilling af lim	Lim	0,518	Løstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,0	0,0	0,0	0,07
Fremstilling af karton til kasser	Karton	50,000	Løstbil (fjern)	1000	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	55,00	0,0	0,0	0,0	55,00
Fremstilling af kasser	Karton	50,000	Løstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	6,75	0,0	0,0	0,0	6,75
<b>5. Distribution</b>																			
Skruelæg til mellemdepot	PE	5,600	Løstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1,39	0,0	0,0	0,0	1,39
Skruelæg til detail	PE	5,600	Løstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	0,0	0,0	0,0	0,30
Etiketter til mellemdepot	Papir	1,070	Løstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,27	0,0	0,0	0,0	0,27
Etiketter til detail	Papir	1,070	Løstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0,0	0,0	0,0	0,06
Etiketlim til mellemdepot	Lim	0,400	Løstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0,0	0,0	0,0	0,10
Etiketlim til detail	Lim	0,400	Løstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,02
Kasser til mellemdepot	kasser	50,000	Løstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	12,42	0,0	0,0	0,0	12,42
Kasser til detail	kasser	50,000	Løstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	2,70	0,0	0,0	0,0	2,70
<b>8. Bøttskaffelse</b>																			
Skruelæg, etiketter og lim retur		7,866	Løstbil (nær)	20	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,42	0,0	0,0	0,0	0,42
Skruelæg, etiketter og lim retur		7,866	Løstbil (nær)	92	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,0	0,0	0,0	1,95
Skruelæg	PP	5,964	Løstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0,81	0,0	0,0	0,0	0,81	
Etiketter	Papir	1,384	Løstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0,0	0,0	0,0	0,19	
Etiketlim	Lim	0,518	Løstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,0	0,0	0,0	0,07	
Kasser	Karton	50,000	Løstbil (nær)	50	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	6,75	0,0	0,0	0,0	6,75
															0,00	95,76	0,34	0,00	96,09

**PROCES-EMISSIONER OG AFFALD for hovedmaterialer**

Process	Fremstilling af råvarer	Fremstilling af emballager Preform flasker	Tapping	Distribution	Forbrug	Genvinding	Affald	SUM
Luft								
Partikler	g/1000	24,65					1,30	25,94
CO	g/1000	1026,41					32,44	1058,85
HC	g/1000	297,78						297,78
NOx	g/1000	280,61					129,76	410,37
SO2	g/1000	0,05					9,34	9,39
CO2	g/1000 l						79233,06	79233,06
NH3	g/1000 l							0,00
aldehyder	g/1000 l							0,00
øvrige org. stoffer	g/1000	10,30						10,30
saltsyre	g/1000	5,76						5,76
flouid	g/1000 l							0,00
chlor	g/1000 l							0,00
kviksølv	g/1000 l							0,00
svovlforbindelser	g/1000 l							0,00
vanddamp	g/1000 l							0,00
dinitrogenoxid	g/1000 l							0,00

(fortsættes)



**PROCES-EMISSIONER OG AFFALD for øvrige materialer**

Process	Skruelåg		Etiketter		Buketlim		Kasser		SUM
	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	Fremstilling	Bortskaffelse	
Luft									
Partikler	g/1000	0,68	0,11	3,73			73,35	0,00	77,87
CO	g/1000	2,55	2,79	3,72			72,95	0,00	82,01
HC	g/1000	22,51		8,96			251,90		283,38
NOx	g/1000	7,62	11,16	6,81			171,00	0,00	196,59
SO2	g/1000	10,10	0,77	14,87			397,50	0,00	423,25
CO2	g/1000 l		6737,41					0,00	6737,41
NH3	g/1000 l			0,004153			0,16		0,159153
aldehyder	g/1000 l								0,00
øvrige org. stoffer	g/1000 l			0,03			1,05		1,08
saltsyre	g/1000 l								0,00
flourid	g/1000 l			0,000014			0,00030		0,000314
chlor	g/1000 l			0,000011			0,00015		0,000161
kviksølv	g/1000 l			0,000021			0,00035		0,000371
svovlforbindelser	g/1000 l			0,32			0,00500		0,32
vanddamp	g/1000 l						0,00		0,00
dinitrogenoxid	g/1000 l			0,48			14,95		15,43

(Fortsættes)



**TRANSPORT-EMISSIONER for hovedmaterialer**

TRANSPORT	MÆNGDER kg pr Materiale 1000 l	TRANSPORT Transportmiddel km	EMISSIONER i gram/1000 l					SO2	Partikler
			CO2	CO	NOx	HC			
1. & 2. Fremstilling af råvare									
Transport af PET-granulat	PET	50,51 Skib (jern)	7000	2393,43	4,24	33,23	1,24	56,21	10,61
Transport af PET-granulat	PET	50,51 Lastbil (jern)	700	2757,58	16,97	35,35	12,37	2,30	1,06
3. Emballager									
Preforms		50,51 Lastbil (jern)	1200	4727,27	29,09	60,61	21,21	3,94	1,82
Flasker		50,00 Lastbil (jern)	100	390,00	2,40	5,00	1,75	0,33	0,15
4. Tapning									
Ingen Transport									
5. Distribution									
Flasker, fyldte til mellemde	Flasker	50,00 Lastbil (nær)	92	910,80	5,52	18,40	4,14	0,78	0,35
Flasker, fyldte til detail	Flasker	50,00 Lastbil (nær)	20	198,00	1,20	4,00	0,90	0,17	0,08
6. Forbruger									
Flasker, fyldte	Flasker	50,00 Personbil	1						
Flasker, tomme retur	Flasker	45,00 Personbil	1						
7. Genvinding									
Returnering af flasker til de	Flasker	45,51 Lastbil (nær)	20	180,20	1,09	3,64	0,82	0,15	0,07
8. Affaldbortskaffelse									
Kasserede flasker (renovatio	Flasker	5,00 Lastbil (nær)	50	49,50	0,30	1,00	0,23	0,04	0,02
			Sum	11606,78	60,82	161,23	42,66	63,92	14,16

## TRANSPORT-EMISSIONER for øvrige materialer

TRANSPORT	MÆNGDER kg pr Materiale 1000 l	TRANSPORT Transportmiddel Afsted km	EMISSIONER i gram/1000 l						Partikler
			CO2	CO	NOx	HC	SO2		
<b>1. - 3. Fremstilling</b>									
Fremstilling af PE til kapsler	5,964	Lastbil (fjern)	1000	465,19	2,86	5,96	2,09	0,39	0,18
Fremstilling af kapsler	5,964	Skib (fjern)	100	118,09	0,72	2,39	0,54	0,10	0,05
Fremstilling af papir til etik	1,384	Lastbil (fjern)	750	80,98	0,50	1,04	0,36	0,07	0,03
Fremstilling af etiketter	1,384	Lastbil (nær)	50	13,70	0,08	0,28	0,06	0,01	0,01
Fremstilling af råvarer til li	0,518	Lastbil (fjern)	1000	40,37	0,25	0,52	0,18	0,03	0,02
Fremstilling af lim	0,518	Lastbil (nær)	50	5,12	0,03	0,10	0,02	0,00	0,00
Fremstilling af PE til kasser	50,000	Lastbil (fjern)	1000	3900,00	24,00	50,00	17,50	3,25	1,50
Fremstilling af kasser	50,000	Lastbil (nær)	50	495,00	3,00	10,00	2,25	0,43	0,19
<b>5. Distribution</b>									
Kapsler til mellemdepot	5,600	Lastbil (nær)	92	102,01	0,62	2,06	0,46	0,09	0,04
Kapsler til detail	5,600	Lastbil (nær)	20	22,18	0,13	0,45	0,10	0,02	0,01
Etiketter til mellemdepot	1,070	Lastbil (nær)	92	19,49	0,12	0,39	0,09	0,02	0,01
Etiketter til detail	1,070	Lastbil (nær)	20	4,24	0,03	0,09	0,02	0,00	0,00
Etiketlim til mellemdepot	0,400	Lastbil (nær)	92	7,29	0,04	0,15	0,03	0,01	0,00
Etiketlim til detail	0,400	Lastbil (nær)	20	1,58	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00
Kasser til mellemdepot	50,000	Lastbil (nær)	92	910,80	5,52	18,40	4,14	0,78	0,35
Kasser til detail	50,000	Lastbil (nær)	20	198,00	1,20	4,00	0,90	0,17	0,08
<b>8. Bortskaffelse</b>									
Skruelåg, etiketter og lim retur	7,86581	Lastbil (nær)	20	31,15	0,19	0,63	0,14	0,03	0,01
Skruelåg, etiketter og lim retur	7,866	Lastbil (nær)	92	143,28	0,87	2,89	0,65	0,12	0,06
Kapsler	5,964	Lastbil (nær)	50	59,04	0,36	1,19	0,27	0,05	0,02
Etiketter	1,384	Lastbil (nær)	50	13,70	0,08	0,28	0,06	0,01	0,01
Etiketlim	0,518	Lastbil (nær)	50	5,12	0,03	0,10	0,02	0,00	0,00
Kasser	50,000	Lastbil (nær)	50	495,00	3,00	10,00	2,25	0,43	0,19
			Sum	7131,34	43,64	110,95	32,15	6,01	2,75

**MATERIALEFORBRUG fra energifremstilling**

Energiforbrug hos forbrugere	Transport:		Olie	Naturgas	Vandkraft		Elektricitet i udvalgte regioner					Andet	SUM	Forbrænding
	Brændsel anvendt direkte	30,7			Kedelanlæg	0,2	Naturgas	Vandkraft	El fra vand	El i Danmark	El i Sverige			
Tilleg for distributionsvirkningsgrad	225,1	30,7	0,2	0,0	0,0	0,0	108,2	0,0	509,2	0,0	3001,4	3874,7	-1210,2	
Energiforbrug fra kraftværk/leveringsv	225,1	30,7	0,2	0,00	0,00	0,00	116,31	0,00	547,49	0,00	3001,4	3921,2	-931,89	
Forbrug af energiresourcer	Diesel	Eu. Sver. fueloil	Varme fra	Varme fra	El fra vand	El i Danmark	El i Sverige	El i Europa	El i Verden	Uspesificeret	SUM	Forbrænding		
Gas fra kombinerede olie og gasfelter	0,2813864	0,0435019	0,0003196	0	0	0,0272099	0	0,2240003	0	3,0140448	3,5904629	-0,218018		
Naturgas	0,0176322	0,0034568	5,794E-05	0	0	0,172841	0	3,0764758	0	27,233061	30,505525	-1,384877		
Minegas (fra kulminer)	0,0008196	0,0001523	2,328E-06	0	0	0,1276453	0	0,2057714	0	0,4429934	0,7773843	-1,02275		
Råolie	5,7907331	0,8952371	0,0065772	0	0	0,5599596	0	4,6097569	0	62,026921	73,889185	-4,486641		
Brunkul (i naturlig tilstand)	0,09283	0,0197151	0,0003536	0	0	0,2161259	0	20,391447	0	22,343294	43,063766	-1,731695		
Stenkul (i naturlig tilstand)	0,1113927	0,0208371	0,0003214	0	0	18,609191	0	29,434873	0	63,748021	111,92464	-149,105		
Uran (indhold i uranumhexafluorid)	6,855E-06	1,424E-06	2,467E-08	0	0	1,479E-05	0	0,0014895	0	0,0010488	0,0025615	-0,000118		
Potentiel energindhold af vand (vandsk T)	5,263E-07	1,048E-07	1,688E-09	0	0	9,686E-07	0	5,803E-05	0	0,0001491	0,0002087	-7,76E-06		
Træ i skove (tørsvægt)	0,0056907	0,0009418	1,724E-05	0	0	0,1907179	0	0,3092026	0	0,8020371	1,3086073	-1,528115		

Forbrug af ressourcer til andet end	Diesel		Eu. Sver. fueloil		Varme fra		El fra vand		El i Danmark		El i Sverige		El i Europa		El i Verden		Uspesificeret	SUM	Forbrænding
	0,0274683	0,0042477	3,126E-05 <th>0 <th>0,0029365 <th>0 <th>0,0268835 <th>0 <th>0,3385371 <th>0,4001045 <th>-0,023529 </th></th></th></th></th></th></th></th>	0 <th>0,0029365 <th>0 <th>0,0268835 <th>0 <th>0,3385371 <th>0,4001045 <th>-0,023529 </th></th></th></th></th></th></th>	0,0029365 <th>0 <th>0,0268835 <th>0 <th>0,3385371 <th>0,4001045 <th>-0,023529 </th></th></th></th></th></th>	0 <th>0,0268835 <th>0 <th>0,3385371 <th>0,4001045 <th>-0,023529 </th></th></th></th></th>	0,0268835 <th>0 <th>0,3385371 <th>0,4001045 <th>-0,023529 </th></th></th></th>	0 <th>0,3385371 <th>0,4001045 <th>-0,023529 </th></th></th>	0,3385371 <th>0,4001045 <th>-0,023529 </th></th>	0,4001045 <th>-0,023529 </th>	-0,023529								
Barit (bariumsulfat)	0,0016007	0,0002295	2,722E-06	0	0,0025937	0	0,0107088	0	0,0387323	0,0538678	-0,020782								
Bauxit	0,0101326	0,0015682	1,178E-05	0	0,0017907	0	0,0273495	0	0,1274062	0,168259	-0,014348								
Bentonit	2,812E-05	5,51E-06	1,059E-07	0	9,396E-06	0	2,624E-05	0	0,0011055	0,0011749	-7,53E-05								
Bly i malm	9,728E-16	1,62E-16	3,002E-18	0	3,349E-14	0	5,422E-14	0	1,406E-13	2,294E-13	-2,68E-13								
Chlor	5,31E-05	7,828E-06	9,452E-08	0	9,548E-05	0	0,0012604	0	0,0019747	0,0033916	-0,000765								
Chrom i malm	0,0446366	0,0065353	6,078E-05	0	0,0912926	0	0,2388382	0	1,0977715	1,479135	-0,731476								
Jernmalm	0,1083954	0,0150081	0,0001219	0	0,4279607	0	0,9097235	0	2,823686	4,2848955	-3,429008								
Kalksten	1,667E-08	7,649E-11	5,67E-13	0	2,99E-10	0	7,972E-10	0	6,286E-09	2,413E-08	-2,4E-09								
Cobalt	0,0004067	7,206E-05	1,61E-06	0	0,0009145	0	0,0023728	0	0,02033	0,0242977	-0,007327								
Kobber i malm	2,804E-05	3,685E-06	2,936E-08	0	8,259E-05	0	0,0002479	0	0,0007642	0,0011265	-0,000662								
Mangan i malm	3,039E-09	1,991E-11	1,513E-13	0	1,152E-10	0	3,019E-10	0	1,818E-09	5,294E-09	-9,23E-10								
Molybden	2,496E-05	3,974E-06	5,669E-08	0	2,4E-05	0	0,0008747	0	0,0011055	0,0020332	-0,000192								
Nikkel i malm	3,465E-11	5,247E-12	4,042E-14	0	8,16E-12	0	2,868E-11	0	4,35E-10	5,117E-10	-6,54E-11								
Platin	1,752E-05	2,636E-06	1,937E-08	0	1,665E-06	0	1,361E-05	0	0,0001828	0,0002182	-1,33E-05								
Sølv	0,003041	0,0004603	3,688E-06	0	0,0063714	0	0,0162292	0	0,0592359	0,0853415	-0,05105								
Stensalt	45,805635	7,6679291	0,8871448	0	1229,0085	0	3988,3923	0	6566,9377	11837,899	-9847,353								
Vand (ekskl. til vandkraft)	3,564E-06	4,415E-07	3,337E-09	0	7,151E-06	0	1,331E-05	0	5,395E-05	7,841E-05	-5,73E-05								
Zink i malm	9,732E-06	1,465E-06	1,076E-08	0	9,252E-07	0	7,56E-06	0	0,0001015	0,0001212	-7,41E-06								
Tin																			

## EMMISSIONER TIL LUFT fra energifremstilling

Emne	Transport:		Olie	Elektricitet i udvalgte regioner		Andet	SUM	Forbrænding	
	Brændsel	anvendt direkte		Naturgas	Forbrænding				
	Diesel	Eu. Svær	Kedelanlæg	Eli Danmark	Eli Sverige	Eli Europa	Eli Verden	Forbrænding	
	kg	kg	Varme fra	El fra vand	Varme fra	El fra vand	El fra vand	Forbrænding	
Partikler, støv	0,0094319	0,0013747	2,306E-05	0	0,0646238	0	0,1460132	0,682502	-0,51781
Kuldioxid, CO2	2,4325917	0,4624144	0,0220134	0	31,085548	0	86,579641	494,66414	-249,071
Kulmonoxid CO	0,0038173	0,000582	7,859E-06	0	0,0045651	0	0,0155533	0,1357113	-0,036578
Nitrogenoxider, NOx	0,0151846	0,002468	5,637E-05	0	0,0802147	0	0,1948936	1,1414362	-0,642715
Lattergas, N2O	4,189E-05	7,135E-06	4,487E-07	0	0,0002104	0	0,0007474	0,0064297	-0,001686
Ammoniak, NH3	1,903E-06	3,37E-07	4,561E-09	0	0,0001782	0	0,0003183	0,0011445	-0,001428
Svovldioxid, SO2	0,015816	0,0029956	0,0003022	0	0,1312734	0	0,4227662	3,7964858	-1,05182
Methan, CH4	0,0228729	0,00357	2,832E-05	0	0,1312248	0	0,2413475	1,2394809	-1,051431
NM VOC total	0,0459366	0,0070935	5,285E-05	0	0,006171	0	0,041548	0,6163673	-0,049445
- heraf: Non-methan flygtige org. forb	0,0457742	0,0070689	5,266E-05	0	0,0057608	0	0,040532	0,6109156	-0,046158
- heraf: Halogenerede carbonhydrider	2,069E-06	3,178E-07	3,128E-09	0	1,31E-06	0	5,482E-06	4,482E-05	-1,05E-05
- heraf: Dioxiner og furaner (TCDD-e kg(*)	1,977E-11	3,591E-12	1,518E-13	0	1,568E-09	0	3,245E-09	1,196E-08	-1,26E-08
- heraf: BTEX, benzen, toluen, ethyl b kg	0,0001604	2,427E-05	1,915E-07	0	0,0004089	0	0,0010105	0,0054069	-0,003277
Saltsyre, HCl	5,564E-05	1,21E-05	5,269E-07	0	0,0090846	0	0,0170564	0,062626	-0,07279
Hydrogenfluorid, HF	5,961E-06	1,284E-06	5,386E-08	0	0,0009652	0	0,0018092	0,0066283	-0,007734
Brom, Br2	2,191E-07	4,629E-08	8,26E-10	0	4,238E-05	0	7,908E-05	0,0002773	-0,00034
Iod, I2	1,053E-07	2,23E-08	3,98E-10	0	1,419E-05	0	3,34E-05	0,0001072	-0,000114
Cyanid, CN	1,599E-09	2,434E-10	2,57E-12	0	4,487E-09	0	3,808E-08	1,412E-07	-3,6E-08
Svovlbrinte, H2S	1,099E-06	1,804E-07	2,271E-09	0	5,179E-06	0	7,124E-05	0,0005881	-4,15E-05
Tungmetaller	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cadmium, Cd	2,027E-07	4,936E-08	7,999E-09	0	2,254E-07	0	1,461E-06	7,176E-05	-1,81E-06
Chrom, Cr	1,993E-07	4,078E-08	4,08E-09	0	5,415E-06	0	1,138E-05	7,238E-05	-4,34E-05
Kviksølv, Hg	2,468E-08	5,399E-09	9,188E-11	0	1,171E-06	0	2,555E-06	9,271E-06	-9,38E-06
Nikkel, Ni	9,488E-06	1,838E-06	1,642E-07	0	1,864E-05	0	8,94E-05	0,0016362	-0,000149
Bly, Pb	8,288E-07	1,635E-07	1,478E-08	0	6,471E-06	0	1,809E-05	0,0001561	-5,18E-05
Øvrige metaller	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aluminium, Al	5,327E-06	1,074E-06	1,789E-08	0	0,0010692	0	0,0017686	0,0065389	-0,008567
Arsen, As	1,032E-07	2,416E-08	3,232E-09	0	2,315E-06	0	5,145E-06	4,412E-05	-1,85E-05
Jern, Fe	5,396E-06	1,056E-06	5,46E-08	0	0,0004605	0	0,0008622	0,0034141	-0,00369
Cobalt, Co	2,213E-07	5,386E-08	8,086E-09	0	1,113E-06	0	8,936E-06	8,991E-05	-8,92E-06
Kobber, Cu	2,539E-06	3,334E-07	1,397E-08	0	8,437E-06	0	2,474E-05	0,0001581	-6,76E-05
Antimon, Sb	2,418E-09	5,105E-10	9,097E-12	0	2,571E-07	0	1,118E-07	2,166E-06	-2,06E-06
Tin, Sn	1,542E-09	3,25E-10	5,77E-12	0	3,673E-07	0	6,056E-07	2,237E-06	-2,94E-06
Uran, U	1,794E-09	3,764E-10	6,672E-12	0	4,287E-07	0	7,023E-07	2,602E-06	-3,43E-06
Vanadium, V	3,899E-05	7,507E-06	6,576E-07	0	7,175E-05	0	0,0003335	0,0064976	-0,000575
Zink, Zn	6,411E-06	9,864E-07	1,695E-08	0	1,261E-05	0	3,112E-05	0,0001987	-0,000101
Radioaktive luftemissioner, total	597,12133	123,99484	2,1465997	0	1286,4456	0	129637,65	222928,82	-10307,56

**EMISSIONER TIL VAND fra energifremstilling**

Emissioner til vand	Transport:		Olje		Naturgas		Elektricitet i udvalgte regioner					Andet	SUM	Forbrænding
	Brændsel anvendt direkte		Kedelanlæg		Forbrænding		Forbrænding							
	Diesel, Eu.	Svær brændsel	Varme fra	Varme fra	Varme fra	Varme fra	El fra vand	El i Danmark	El i Sverige	El i Europa	El i Verden			
Chlorid total	0,156771	0,0242235	0,0001797	0	0	0,1997692	0	0,4229086	0	2,3030402	0	3,1068923	-1,600638	
Chlor, total	6,573E-10	1,383E-10	2,472E-12	0	0	1,643E-07	0	2,648E-07	0	5,779E-07	0	9,877E-07	-1,32E-06	
Fluorid, F	6,613E-06	1,01E-06	9,001E-09	0	0	7,132E-05	0	0,0001294	0	0,0003362	0	0,0005445	-0,000571	
Iod, total	2,895E-05	4,476E-06	3,289E-08	0	0	2,8E-06	0	0	0	0,0003101	0	0,0003694	-2,24E-05	
Sulfat, total	0,0061905	0,0009421	9,829E-06	0	0	0,1327637	0	0,3	0	0,6420356	0	1,166475	-1,063761	
Ammoniak som N, total	0,0004966	3,584E-05	2,655E-07	0	0	4,857E-05	0	0,0003973	0	0,0026932	0	0,0036718	-0,000389	
Nitrat	0,0001914	2,89E-05	2,183E-07	0	0	0,0007208	0	0,0012619	0	0,0043223	0	0,0065255	-0,005775	
Nitrit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nitrogen, total (ovrigt)	0,0007276	4,898E-05	3,605E-07	0	0	3,698E-05	0	0,0002623	0	0,003425	0	0,0045012	-0,000296	
Total-N (ammoniak, nitrat, nitrit og N-t kg)	0,0012675	9,136E-05	6,754E-07	0	0	0,0002485	0	0,0009447	0	0,0070951	0	0,0096477	-0,001991	
Phosphat	1,392E-05	2,469E-06	3,437E-08	0	0	0,001777	0	0,0028143	0	0,0061235	0	0,0107312	-0,014238	
Fedt og olie	0,0053584	0,0008202	6,027E-06	0	0	0,0005201	0	0,0043292	0	0,0577459	0	0,0687798	-0,004167	
Organiske stoffer (incl. kulbrinter og c	0,0044722	0,0006308	4,674E-06	0	0	0,0008039	0	0,0070809	0	0,0722074	0	0,0852	-0,006441	
BOD5	2,629E-05	2,014E-06	1,501E-08	0	0	5,372E-06	0	1,91E-05	0	0,0001581	0	0,0002109	-4,3E-05	
COD	0,000866	4,109E-05	3,029E-07	0	0	0,0001306	0	0,0003944	0	0,0032582	0	0,0047106	-0,001207	
Cyanid, CN	1,394E-06	2,091E-07	1,618E-09	0	0	6,639E-07	0	3,092E-06	0	1,98E-05	0	2,516E-05	-5,32E-06	
Svovlbrinte, H2S	4,57E-08	6,962E-09	7,359E-11	0	0	1,283E-07	0	1,088E-06	0	2,766E-06	0	4,036E-06	-1,03E-06	
Tungmetaller	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cadmium, Cd	3,297E-07	5,034E-08	3,856E-10	0	0	1,561E-06	0	2,797E-06	0	8,712E-06	0	1,345E-05	-1,25E-05	
Chrom, Cr	4,385E-06	7,338E-07	8,12E-09	0	0	0,0002971	0	0,0004735	0	0,0010493	0	0,0018249	-0,00238	
Kviksølv, Hg	2,95E-09	4,561E-10	3,817E-12	0	0	4,262E-08	0	7,728E-08	0	2,564E-07	0	3,797E-07	-3,41E-07	
Nikkel, Ni	1,778E-06	3,027E-07	3,598E-09	0	0	0,0001499	0	0,0002384	0	0,0005234	0	0,0009137	-0,001201	
Bly, Pb	2,289E-06	3,796E-07	4,566E-09	0	0	0,0001504	0	0,0002652	0	0,0005515	0	0,0009698	-0,001205	
Øvrige metaller	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aluminium, Al	0,0001816	3,394E-05	5,221E-07	0	0	0,0296186	0	0,0473352	0	0,1018373	0	0,1790071	-0,237317	
Sølv, Ag	1,735E-07	2,687E-08	1,974E-10	0	0	1,686E-08	0	1,44E-07	0	1,865E-06	0	2,226E-06	-1,35E-07	
Arsen, As	5,91E-07	1,022E-07	1,296E-09	0	0	5,993E-05	0	9,527E-05	0	0,0002079	0	0,0003638	-0,00048	
Jern, Fe	0,0002447	4,812E-05	7,703E-07	0	0	0,009256	0	0,0469635	0	0,0668573	0	0,1233705	-0,074163	
Cobalt, Co	3,565E-07	6,662E-08	1,026E-09	0	0	5,923E-05	0	9,372E-05	0	0,000203	0	0,0003564	-0,000475	
Kobber, Cu	1,442E-06	2,504E-07	3,192E-09	0	0	0,0001485	0	0,0002357	0	0,000515	0	0,0009009	-0,00119	
Natrium, Na	0,0953778	0,0147139	0,0001084	0	0	0,0336264	0	0,1181507	0	1,1046083	0	1,3665855	-0,269429	
Antimon, Sb	5,001E-09	8,455E-10	1,112E-11	0	0	4,923E-07	0	7,706E-07	0	1,696E-06	0	2,965E-06	-3,94E-06	
Tin, Sn (incl. tributyltin)	0,0003907	6,048E-05	4,511E-07	0	0	0,0006857	0	0,0013185	0	0,0063531	0	0,0088089	-0,005494	
Vanadium, V	1,17E-06	2,116E-07	3,005E-09	0	0	0,000149	0	0,0002465	0	0,00052	0	0,0009169	-0,001194	
Zink, Zn	4,937E-06	8,002E-07	8,719E-09	0	0	0,0002992	0	0,0004785	0	0,0010617	0	0,0018452	-0,002397	
Salte, øvrige	0,0003389	7,119E-05	1,262E-06	0	0	0,0010911	0	0,0721333	0	0,0799634	0	0,1535991	-0,008743	
Radioaktive vandemissioner, total	5,6127543	1,159309	0,0198888	0	0	11,879465	0	1191,8935	0	840,74137	0	2051,3063	-95,18347	

## AFFALD fra energifremstilling

	Transport:		Olie Kedelanlæ	Naturgas		Elekticitet i udvalgte regioner		Andet	SUM	Forbrænding		
	Brændsel anvendt direkte			Forbrænding		Forbrænding						
	Diesel, Eu.	Svær fueloil	Varme fra	Varme fra	El fra vand	El i Danmark	El i Sverige	El i Europa	El i Verden	USpecificeret	SUM	Forbrænding
Industriaffald	0,6733036	0,094413	0,0007992	0	0	7,1955463	0	13,72023	0	33,669971	55,354263	-57,653386
- heraf: Affald til deponi for bygningsg	0,5606962	0,0764149	0,0006408	0	0	6,8059648	0	11,501758	0	29,400169	48,345643	-54,53236
- heraf: Affald til kommunale affaldsfo	0,0004419	0,0001623	6,008E-06	0	0	0,000283	0	0,0009496	0	0,0646507	0,0664935	-0,002267
- heraf: Affald til deponi for flyveaske	0,0736425	0,0118801	0,0001086	0	0	0,385182	0	2,1798898	0	3,7310953	6,3817982	-3,086246
- heraf: Affald til landbrug	0,038523	0,0059557	4,383E-05	0	0	0,0041165	0	0,0376328	0	0,4740561	0,5603279	-0,032983
Miljøfarligt affald	0,0068682	0,0009462	7,141E-06	0	0	0,0047901	0	0,0132854	0	0,0827603	0,1086573	-0,038381
- heraf: Affald til specialdeponi for oli	0,0032631	0,0004393	3,25E-06	0	0	0,0022337	0	0,0054552	0	0,0370298	0,0484243	-0,017897
- heraf: Affald til forbrænding af olie-	0,0036051	0,000507	3,891E-06	0	0	0,0025564	0	0,0078302	0	0,0457305	0,0602331	-0,020483
Radioaktivt affald	1,739E-05	2,69E-06	1,98E-08	0	0	1,723E-06	0	1,818E-05	0	0,0001891	0,0002292	-1,38E-05
- heraf: Radioaktivt affald med lav akti	6,889E-09	1,438E-09	2,484E-11	0	0	1,488E-08	0	1,499E-06	0	1,056E-06	2,578E-06	-1,19E-07
- heraf: Radioaktivt affald med svag til	1,738E-05	2,688E-06	1,977E-08	0	0	1,706E-06	0	1,643E-05	0	0,0001879	0,0002261	-1,37E-05
- heraf: Radioaktivt affald med høj akti	1,167E-09	2,418E-10	4,179E-12	0	0	2,504E-09	0	2,526E-07	0	1,778E-07	4,343E-07	-2,01E-08

**RESULTATTABEL - MATERIALEFORBRUG**

Materialeforbrug for engangs PET-flasker, 0,5 liter pr. 1000 liter distribueret	Processer		Energifremstilling	SUM	Undgåede materialeforbrug
	Primær emballage	Sekundær emballage			
<b>Råmaterialer</b>					
Råolie	gram	202.746	11.715	214.461	
Hydrogen	gram	1.188	11	1.199	
Oxygen (ilt)	gram	26.616		26.616	
Træ	gram		42.345	42.345	
Returpapir	gram		28.150	28.150	
Jernmalin	gram				
Hjælpe materialer			1.479	1.479	-731,5
<b>Natriumhydroxid</b>	gram	23	400	423	
Sideprodukter (uspecificeret)	gram	-65.851		-65.851	
Sideprod. m. brændværdi	gram	-106.222	-5.642	-111.864	
Smøremiddel	gram	1,01		1	
Opløsningsmiddel	gram	2,02		2	
Saltsyre	gram	0,00		0	
Smøremiddel	gram	83	0	83	
Svovlsyre (ukendt koncentration)	gram		249	249	
Fin	gram				
Kalk	gram		137	137	
Chlor	gram		212	212	
Natriumchlorat	gram		249	249	
Natriumæufat	gram		100	100	
Oxygen	gram		222	222	
Peroxid	gram		33	33	
Svovldioxid	gram		151	151	
Kaolin og binder	gram		4.765	4.765	
Trykfarver	gram		30	30	
Pigmenter	gram		55	55	
Silicone	gram		0	0	
Diverse hjælpestoffer (ikke specificeret)	gram	1.016,67	529,9	1.547	
Væd	liter	177	1.445	11.838	-9847
				13.460	

## RESULTATTABEL - ENERGI

Energiforbrug for engangs PET-flasker, 0,5 liter pr 1000 liter distribueret	Processer		Transport	Procent
	Primær emballage	Sekundær emballage		
Fremstilling af råvarer og PET-granulat	MJ	3948,7	69,3	73,4
Fremstilling af emballager: preforms	MJ	109,6	66,7	3,2
Fremstilling af emballager: flasker	MJ	21,4	5,5	0,5
Tæping	MJ	84,0	0,0	1,5
Distribution	MJ	0,0	15,1	0,3
Forbrug	MJ	0,0	0,0	0,0
Genvinding af flasker	MJ	2,7	2,5	0,1
Bortskæffelse	MJ	-814,9	0,7	-14,9
Etiketter og lim, fremstilling og distribution	MJ		64,1	1,2
Etiketter og lim, bortskæffelse	MJ		-0,9	0,0
Skruelæg, fremstilling og distribution	MJ		444,3	8,2
Skruelæg, bortskæffelse	MJ		-94,5	-1,7
Kasser, fremstilling og distribution	MJ		1750,0	33,4
Kasser, bortskæffelse	MJ		-300,0	-5,4
SUM	MJ	3.351,5	1.863,1	5.470,4

Energiforbrug fordelt på energityper for engangs PET-flasker, 0,5 liter pr 1000 liter distribueret	
Diesel til transport	MJ 225,1
Svær fuelolie til transport	MJ 30,7
Fuelolie (kedelanlæg)	MJ 0,2
Naturgas	MJ 0,0
El fra vandkraft, Schweiz	MJ 0,0
El i Danmark	MJ 108,2
El i Sverige	MJ 0,0
El i Europa	MJ 509,2
El i Verden	MJ 0,0
Energindhold i materialer	MJ 2.805,9
Uspecificeret og "Termisk energi"	MJ 3.001,4
Forbrænding	MJ -1.210,2
SUM	MJ 5.470,4

Energiforbrug fordelt på energiresourcer for engangs PET-flasker, 0,5 liter pr 1000 liter distribueret		SUM	
Gas fra kombinerede olie og gasfelter	Nm <sup>3</sup>	3.590	-0,218
Naturgas	Nm <sup>3</sup>	30.506	-1,385
Minegas (fra kulminer)	kg	0,777	-1,023
Råolie	kg	73,889	-4,487
Brunkul (i naturlig tilstand)	kg	43,064	-1,732
Stenkul (i naturlig tilstand)	kg	111,925	-149,105
Uran (indhold i uraniumhexafluorid)	gram	2,5615	-0,1185
Potentielt energindhold i vand	MJ	208,704	-7,761
Træ i skove (tørsvægt)	kg	1,309	-1,528

**RESULTATTABEL - EMISSIONER**

Emissioner til luft for engangs PET-flasker, 0,5 liter pr 1000 liter distribueret	Processer		Transport	Energi- foranstaltning	SUM	Undgåede emissioner
	Primær emballage	Sekundær emballage				
Partikler, støv	gram 25,94	77,87	16,91	682,50	803,22	-517,81
Kuldioxid, CO2	gram 79233	6737	18.738	494.664	599.373	-249.071
Nitrogenoxider, NOx	gram 410,37	196,59	272,18	1.141,44	2.070,58	-642,72
Svovldioxid, SO2	gram 9,39	423,25	69,93	3.796,49	4.299,06	-1.051,82
Methan, CH4	gram			1.239,48	1.239,48	-1.051,43
Flygtige organiske forb. (- methan),	gram 308,08	284,46	74,81	616,37	1.283,72	-49,44
Cadmium, Cd	gram			0,072	0,072	-0,002
Kviksølv, Hg	gram 0,00	0,000371	0,000	0,009	0,010	-0,009
Bly, Pb	gram			0,182	0,182	-0,052
Radioaktive emissioner, total	kBq			222.929	222.929	-10.308

Emissioner til vand for engangs PET-flasker, 0,5 liter pr 1000 liter distribueret	Processer		Energi- foranstaltning	SUM	Undgåede emissioner
	Primær emballage	Sekundær emballage			
N-total (ammoniak, nitrit, nitrat og øvrig	gram		9,65	9,65	-1,99
Phosphat	gram		10,73	10,73	-14,24
Fedt og olie	gram 0,00	1,39	68,78	70,17	-4,17
Organiske stoffer (incl. kulbrinter og chlor	gram 33,94	142,68	85,20	261,82	-6,44
BOD5	gram 0,00	50,47	0,21	50,68	-0,04
COD	gram 0,00	423,00	4,71	427,71	-1,21
Cadmium, Cd	gram		0,01	0,01	-0,01
Kviksølv, Hg	gram 0,00	0,000051	0,00	0,00	0,00
Bly, Pb	gram		0,97	0,97	-1,21
Radioaktive emissioner, total	kBq		2051,31	2051,31	-95,18

## RESULTATTABEL - AFFALD

Affald	Processer		Energifremstilling	SUM	Undgtet affald
	Primær emballage	Sekundær emballage			
for engangs PET-flasker, 0,5 liter pr 1000 liter distribueret					
Kasserede emballager fra forbruger					
Forbrænding af emballager (prim + sek)	3.200	22.241		25.441	
Deponering af emballager (prim + sek)	800	6.935		7.735	
Kassation i naturen af emballager (prim)	1.000	328		1.328	
Industriaffald					
Papirmasse		65,3		65,3	
PP (produktionsrester)		274,3		274,3	
Industriaffald generelt			55.354	55.354	-57.654
Miljøfarligt affald					
Pigment fra skrueLåg		0,06381		0,06381	
Oliefarligt vand til kommunekemi				0	
Miljøfarligt affald generelt			108,7	108,7	-38,4
Radioaktivt affald					
Radioaktivt affald generelt			0,0002292	0,0002292	-1,38E-05
Uspecificeret affald					
Uspecificeret, procesaffald mv.		455	2.216	2.670	

ISSN 0908-9195    ISBN 87-7810-499-8  
Pris (incl 25% moms): kr. 75,-  
Kan købes hos: Miljøbutikken  
Telefon: 33 92 76 92    Fax: 33 92 76 90

Miljø- og Energiministeriet **Miljøstyrelsen**  
Strandgade 29 · 1401 København K · Telefon 32 66 01 00