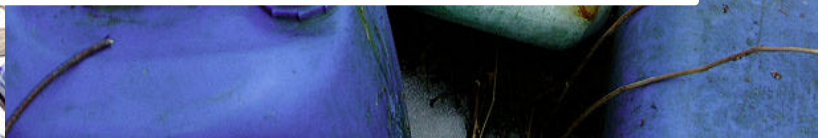




Bilag til rapporten:

Miljøvurdering af af-faldshierarkiet



Afgangsprojekt af
Peter Holm
Anne Merrild
Jannick Schmidt

Indholdsfortegnelse

Bilag 4a Spredningsanalyse.....	3
Bilag 12a Massestrømsanalyse af papir.....	5
Bilag 12b Forhold der påvirker miljøet ved papir.....	14
Bilag 12c Udgangssituation.....	34
Bilag 12d Scenarium 1: Øget genindvinding af papir.....	43
Bilag 12e Scenarium 2: Øget forbrænding af papir.....	51
Bilag 12f Scenarium 3: Øget deponering af papir.....	60
Bilag 12g Kildehenvisninger.....	66
Bilag 13a Massestrømsanalyse af glas.....	69
Bilag 13b Forhold der påvirker miljøet ved glas.....	78
Bilag 13c Udgangssituation.....	92
Bilag 13d Scenarium 1: Øget genbrug af glas.....	101
Bilag 13e Scenarium 2: Øget genindvinding af glas.....	111
Bilag 13f Scenarium 3: Øget forbrænding af glas.....	121
Bilag 13g Scenarium 4: Øget deponering.....	131
Bilag 14a Massestrømsanalyse af imprægneret træ.....	139
Bilag 14b Forhold der påvirker miljøet ved imprægneret træ.....	147
Bilag 14c Udgangspunkt.....	160
Bilag 14d Scenarium 1: Genanvendelse af imprægneret træ.....	168
Bilag 14e Scenarium 2: Forbrænding af imprægneret træ.....	172
Bilag 15a Strategisk miljøvurdering: Tjekliste for papir.....	178
Bilag 15b Strategisk miljøvurdering: Tjekliste for glas.....	182
Bilag 15c Strategisk miljøvurdering: Tjekliste for imprægneret træ.....	186
Bilag 18a Livscyklusvurdering: Opgørelse.....	190
Bilag 18b Livscyklusvurdering: Normaliserede og vægtede effektpotentialer.....	199
Bilag 18c Livscyklusvurdering: Evaluering.....	208

Bilag 4a Spredningsanalyse

I dette bilag præsenteres tallene bag figur 4.b i kapitel 4. Nøglebegreberne indenfor affaldshierarkiet er:

1. Renere teknologi
2. Genanvendelse
3. Forbrænding
4. Deponering

Forekomsten af disse begreber er, som beskrevet i kapitel 4 undersøgt i Miljøstyrelsens digitale publikationsdatabase på www.mst.dk. Undersøgelsen er foretaget ved at søge på nøglebegreberne ovenfor, og herefter registrere antallet af publikationer for hvert udgivelsesår.

Det totale antal publikationer er fundet ved ikke at skrive noget under emneord.

Undersøgelsen er foretaget i marts 2002. Resultatet af søgningen i publikationsdatabase er vist i figur a.

År	Alle publikationer	Antal publikationer ved søgning på:			
		Genanvendelse	Renere teknologi	Forbrænding <i>and</i> affald	Deponering
1973	1	0	0	0	0
1974	10	0	0	0	1
1975	11	0	0	0	1
1976	16	0	0	0	0
1977	17	1	0	0	0
1978	24	2	0	0	2
1979	16	1	0	0	0
1980	32	0	0	0	1
1981	37	3	0	0	1
1982	24	2	0	1	2
1983	37	1	1	0	4
1984	67	2	0	2	6
1985	20	2	0	0	1
1986	37	3	1	0	1
1987	55	8	3	0	7
1988	47	7	3	1	2
1989	44	12	3	2	3
1990	162	20	6	3	5
1991	103	19	6	3	4
1992	153	21	5	3	8
1993	150	20	20	3	6
1994	160	16	24	1	6
1995	196	17	25	7	8
1996	172	17	25	3	3
1997	203	28	11	6	9
1998	144	13	26	3	4
1999	149	12	31	2	8
2000	172	31	27	3	5
2001	207	10	11	4	11
2002	36	6	6	2	2
SUM	2.502	274	234	49	111

Figur a Resultat af spredningsanalyse foretaget ved søgning i miljøstyrelsens publikationsdatabase.

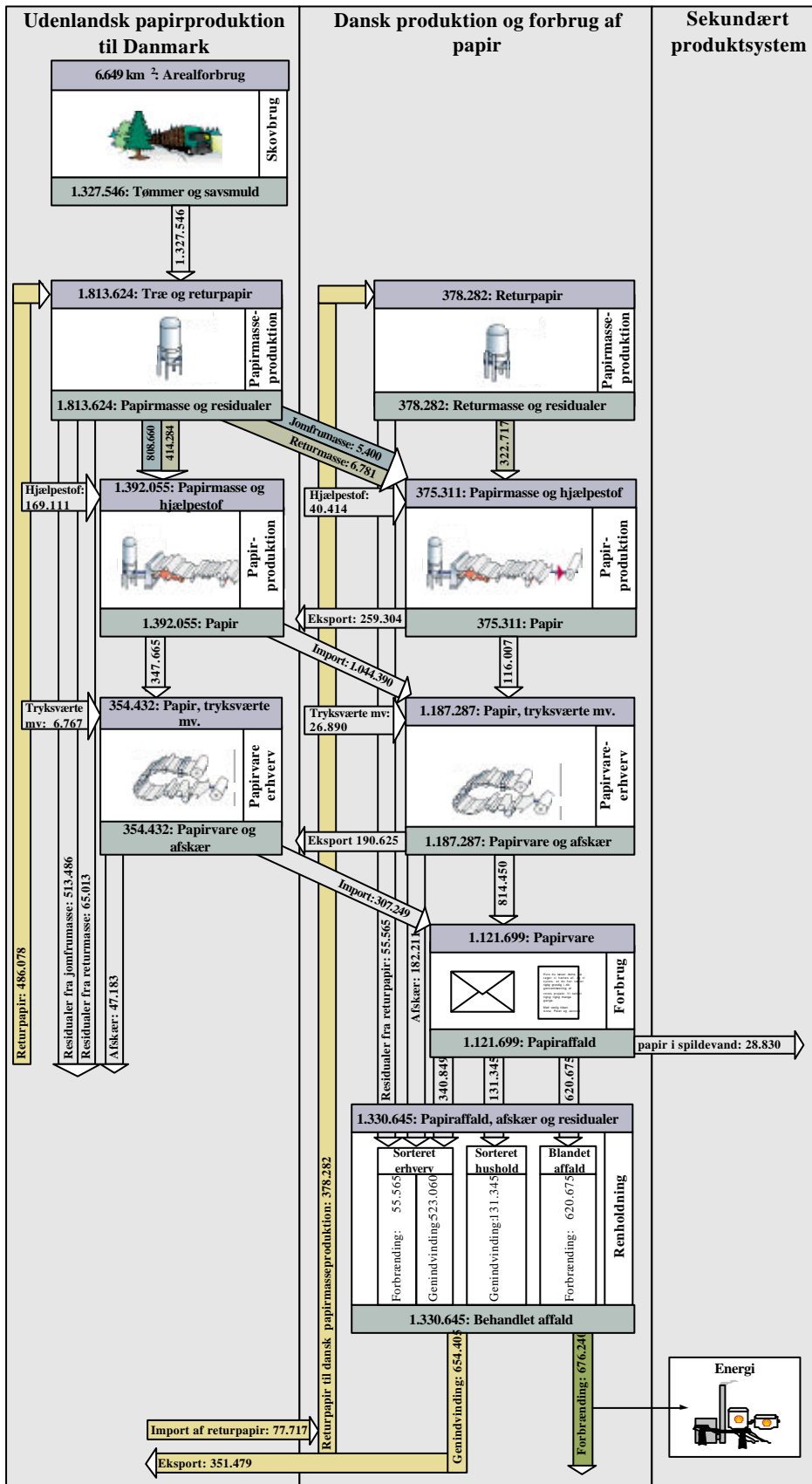
Bilag 12a Massestrømsanalyse af papir

I dette bilag beskrives alle input og output i enhedsprocesserne i massestrømsanalysen af papir i eller til Danmark, som fremgår af figur 12.b i kapitel 12. Desuden beskrives beregninger og antagelser, der ligger til grund for massestrømsanalysen af imprægneret træ fra produktion til bortskaffelse. Oplysningerne og beskrivelserne i dette bilag baseres i høj grad på en massestrømsanalyse, som tidligere er foretaget af projektgruppen. Massestrømanalysen findes i rapporten: *Er afkobling med faktor 4 realistisk? – Livscyklusvurdering af massestrømmen af papir i Danmark* [Holm et al., 2002]. Af den grund er dele af dette bilag af uddrag [Holm et al., 2002]. Det er valgt at opgøre alle massestrømme i 100% tørstof, idet vandindholdet varierer kraftigt fra enhedsproces til enhedsproces. Eksempelvis har færdigt papir et tørstofindhold på 93%, mens det for papirmasse er 1-90%. Tørstofandelen i de forskellige komponenter, der indgår i massestrømmen af papir, kan ses i figur a.

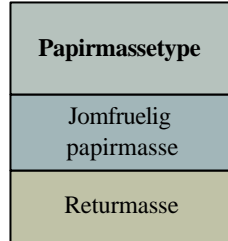
Produkt	Tørstofandel (% tørstof)	Kilde
Papirvarer	93%	[Folke et al., 1994]
Papirkvaliteter	93%	[Folke et al., 1994]
Papirmasse	100%	[Meinicke, 1983, s.22; Skov, 2001]
Træ og savsmuld	45%	[Dalager, 1995, s. 17]
Papiraffald til returpapir	92%	[Søberg, 2001]
Papiraffald til deponi	92%	[Søberg, 2001]
Papiraffald til forbrænding	92%	[Søberg, 2001]
Alle øvrige komponenter i massestrømmen	93%	[Folke et al., 1994]

Figur a Tørstofandele i forskellige produkter i massestrømmens komponenter. Det gøres opmærksom på, at papirmasse reelt ikke har en tørstofandel på 100%, men da denne varierer mellem 1% og 90%, er det valgt at regne papirmasse i 100% tørstof.

I figur b er sammenfatningen af massestrømsanalysen af papir vist. Alle mængder i dette bilag er opgjort i 100% tørstof, som forkortes 100% TS.



Figur b Massestrømmen af papir relateret til papiraffald i Danmark.



12a.1 Skovbrug

I Danmark produceres der udelukkende papir af returpapirmasse og importeret jomfruelig papirmasse. Derfor findes der i Danmark ikke skovbrug, som leverer træ til den danske papirindustri. I udlandet går en del af skovbruget til papirfabrikker, som producerer papir, der eksporteres til Danmark [Holm et al., 2002, bilag 8a].

Input

Input til skovbrug består primært af atmosfærens indhold af CO₂ og regnvand. Disse massestrømme vil ikke blive beskrevet nærmere. Desuden optager skovbrug arealer.

Arealer til skovbrug - udland: Da Danmark primært importerer papir fra papirfabrikker i Sverige antages det, at træ til papir, der ender i Danmark, stammer fra Sverige. I Sverige er tilvæksten af nyttetømmer gennemsnitlig 5,1 m³/ha/år [Skov- og Naturstyrelsen, 1994, s. 36]. Desuden har nåletræ, som papir primært produceres af, en massefylde på 0,87 g/cm³ (45% TS) [Dalager, 1995, s. 17]. Ved at omregne papirmassefabrikernes træforbrug til volumen og sætte det i forhold til svenske skoves tilvækst, er det udregnet at arealer til skovbrug udgør 6.649 km². [Holm et al., 2002, Bilag 8.a]

Output

Output fra skovbrug udgøres af skovet tømmer og savsmuld fra savværker.

Træ og savsmuld - udland: Outputtet af træ og savsmuld er 1.327.546 tons (100% TS), hvilket er beregnet ud fra de udvalgte papirmassefabrikkers papirmasseproduktion og deres udnyttelsesgrad af tilførslen af træ. Udnyttelsesgraderne er vist i figur c.

Papirmasstype	Udnyttelsesgrad
Mekanisk	97%
Halvkemisk	75%
Kemisk	53%

Figur c Udnyttelsesgrader af træ og savsmuld for forskellige typer papirmasse [Holm et al., 2002, Bilag 8.a].

Ud fra den udenlandske papirmasseproduktion på 808.660 tons kan det udregnes, at forbruget af træ og savsmuld er 1.327.546 tons. Fordelingen mellem mekanisk, halvkemisk og kemisk papirmasse fremgår af [Holm et al., 2002, bilag 8.a]. Papirmasseproduktionen fremgår af output nedenfor.

12a.2 Papirmasseproduktion

Papir- og papirproduktion er ofte integreret på samme virksomhed. I denne analyse er papirmasse- og papirproduktion adskilt. Det begrundes med, at returpapir kan laves til returmasse, som kan erstatte jomfruelig papirmasse. Dermed er det vigtigt at belyse papirmasseproduktionen, hvorimod der ingen forskelle er mellem returpapir og jomfrueligt papir i resten af papirproduktionen. Adskillelsen af papirmasseproduktion fra papirproduktion sker ud fra en antagelse om, at al spild fra papir- og papirmasseproduktionen forekommer i papirmasseproduktionen, og at al tilførsel af hjælpestoffer sker i papirproduktionen. I Danmark bliver der

udelukkende produceret papirmasse af returpapir, men i udlandet bliver der produceret papirmasse af både jomfruelige fibre og returpapir.

Input

Det input, der medtages i denne enhedsproces, er returpapir og træ. Returpapir indeholder forskellige urenheder, som skal renses fra det papir, som genbruges. Træ indeholder harpiks, lignin og lignende, som ikke bruges i papirproduktionen, og af den grund renses bort. Da der kun tilsættes små mængder hjælpestoffer i denne enhedsproces er alle hjælpestoffer samlet under enhedsprocessen papirproduktion.

Returpapir – Danmark: De fire danske fabrikker bruger 300.565 tons returpapir som er indsamlet i Danmark, men de importerer også 77.717 tons. I 1999 brugte den danske papirindustri således i alt 378.282 tons returpapir. Der er regnet med et tørstofindhold på 92% i alt returpapir. [Dalum, 2000, s. 8; Hartmann, 2000a, s.19; Hartmann, 2000b, s. 7; SCA, 2000; Tønning, 2001, s. 47]

Returpapir – Udland: De udenlandske papirmassefabrikkers forbrug af returpapir er beregnet ud fra deres produktion af returpapirmasse og en gennemsnitlig udnyttelsesgrad af returpapir på 86,6%, som er beregnet på baggrund af gennemsnittet af de fire danske papirfabrikkers udnyttelsesgrad af returpapir [Holm et al., 2002, bilag 8.c]. Således antages det, at udenlandske papirfabrikker tilføres 486.078 tons returpapir til produktion af papir til det danske marked.

Træ og savsmuld – Udland: De udenlandske papirmassefabrikkers forbrug af træ og savsmuld er beregnet ud fra mængden af deres produktion af de forskellige typer papirmasse og udnyttelsesgrader for papirmassetyperne, som er vist i figur c. Forbruget af træ og savsmuld på 1.327.546 tons, kan udregnes ud fra den udenlandske papirmasseproduktion og udnyttelsesgraderne vist i figur c. Papirmasseproduktionen fremgår af output nedenfor.

Output

Output fra papirmasseproduktion omfatter papirmasse og residualer i form af udrensede bestanddele af træ og rejekt fra returpapir. Størstedelen af papirmassen vil være en intern massestrøm der føres direkte til en papirmaskine.

Papirmasse – Danmark: I Danmark produceres der udelukkende returmasse, og det foregår som en integreret del af papirproduktionen på tre ud af de fire danske papirfabrikker. Papirmasseproduktionen for hver papirfabrik er beregnet som papirproduktionen fratrukket tilførte hjælpestoffer [Holm et al., 2002, Bilag 8.c]. Danmarks samlede returmasseproduktion er udregnet til 322.717 tons (100% tørstof).

Papirmasse – Udland: Udenlandsk produktion af papirmasse er udregnet som den mængde papirmasse, der bruges til papirproduktion til Danmark på de udenlandske fabrikker. Der bliver produceret 414.284 tons returmasse og 808.660 tons jomfrumasse til udenlandske papirfabrikker. Herudover bliver der produceret 5.400 tons jomfrumasse og 6.781 tons returmasse til danske papirfabrikker. [Holm et al., 2002, Bilag 8.c]

Residualer – Danmark: Ifølge de fire danske papirproducenter rensede de tilsammen 55.565 tons urenheder fra returpapiret, som de ikke kunne bruge i papirproduktionen. [Dalum, 2000, s. 8; Hartmann, 2000a, s.19; Hartmann, 2000b, s. 7; SCA, 2000].

Residualer – Udlandet: Residualer fra produktion af jomfruelig papirmasse på de udenlandske papirmassefabrikker er beregnet på baggrund af udnyttelsesgraderne af træ til de forskellige papirmassetyper vist i figur c. Residualer fra returmasseproduktionen i udlandet er udregnet på baggrund af udnyttelsesgraderne i Danmark. Residualerne udgør her 578.499 tons fordelt på 513.486 tons fra produktionen af jomfrueligt papirmasse og 65.013 tons fra produktionen af returmasse.

12a.3 Papirproduktion

Størsteparten af papir til dansk forbrug produceres i udlandet. I Danmark produceres der primært genbrugs-papir af returmasse, hvorimod det papir, den udenlandske papirproduktion producerer til Danmark, stammer fra både jomfru- og returmasse.

Input

I papirproduktionen anvendes forskellige typer papirmasse. Desuden tilsættes papirmassen forskellige hjælpestoffer og kemikalier. Det er valgt kun at medregne de hjælpestoffer, som bliver optaget i papiret, og dermed bliver en del af massestrømmen af papir. Det antages, at der er et minimalt spild af disse hjælpestoffer da papirfabrikker almindeligvis recirkulerer tiloversblevne hjælpestoffer. Det antages dermed at papirfabrikernes forbrug af hjælpestoffer optages fuldstændigt i massestrømmen.

Papirmasse – Danmark: Den eneste danske virksomhed, der importerer papirmasse, er Dalum papirfabrik. Dalum importerer 6.781 tons returmasse i samme kvalitet, som de selv producerer på Dalum Maglemølle, samt 5.400 tons jomfruelig papirmasse [Skov, 2001]. Dalums øvrige forbrug af papirmasse er returpapirmasse produceret på Dalum–Maglemølle. Forbruget af papirmasse på de øvrige danske papirfabrikker er internt produceret returpapirmasse. For data for de enkelte fabrikker henvises til [Holm et al., 2002, bilag 8.c]. Det samlede forbrug af papirmasse udgør 334.898 tons. Beregningen af inputtet af papirmasse er beskrevet i foregående afsnit under output.

Papirmasse – Udland: Inputtet af papirmasse i udlandet er beskrevet i 12a.2 under output.

Hjælpestoffer – Danmark: De fire danske fabrikker har tilsammen forbrugt og dermed tilsat papiret 40.414 tons hjælpestoffer. Forbruget af hjælpestofferne er fastlagt ud fra de danske papirfabrikkers EMAS-rapporter. [Holm et al., 2002, Bilag 8.a]

Hjælpestoffer – Udland: De udenlandske papirfabrikkers brug af hjælpestoffer er fastlagt ud fra andelen af hjælpestoffer i papir produceret på fire forskellige papirfabrikker i Sverige [Holm et al., 2002, Bilag 8.a].

Output

Det eneste output fra papirproduktionen er det papir, der produceres. Det producerede papir transporteres enten til papirvareerhverv i oprindelseslandet eller eksporteres. Det antages, at der ikke genereres residualer af hverken papirmasse eller hjælpestoffer, da papirfabrikker generelt recirkulerer tiloversblevne hjælpestoffer og fibre.

Papir – Danmark: Den danske papirproduktion er på i alt 375.312 tons. Fordelingen mellem eksport og videresalg til danske papirvareerhverv er baseret på eksportandelene af fabrikkernes produktion [Holm et al., 2002, Bilag 8.c]. Eksportandelene er opgjort til i alt 259.304 tons ud fra de fire danske papirfabrikkers miljøredegørelser samt telefonsamtaler med virksomhederne. Der blev således solgt 116.007 tons dansk produceret papir i Danmark i 1999. [Dalum, 2000, s. 8; Hartmann, 2000a, s. 16 og 19; Hartmann, 2000b, s. 2 og 7; SCA, 2000; Skov, 2001; Møller, 2001]

Papir - Udland: Outputtet fra de udenlandske papirproducerende fabrikker udgør 1.392.055 tons. Heraf importeres 1.044.390 tons til de danske papirvareerhverv [CEPI, 2000, s. 48]. Det vil sige, det resterende papir forarbejdes i udenlandske papirvareerhverv, før det importeres til Danmark.

12a.4 Papirvareerhverv

De danske papirvareerhverv producerer størsteparten af de papirvarer, der bruges i Danmark, men hovedparten af inputtet stammer fra udenlandsk papirproduktion.

Input

Input til papirvareerhverv består af papir fra den danske og udenlandske papirproduktion samt tryksværte, lim og farve.

Papir – Danmark: Det samlede input til dansk papirvareerhverv udgøres af import på 1.044.390 tons og 116.007 tons fra den danske papirproduktion.

Papir – Udland: Inputtet af papir til papirvareerhverv i udlandet er beskrevet under output i foregående afsnit 12a.3.

Tryksværte, lim og farve – Danmark: Mængden af tryksværte, lim og farve, som papirvareerhvervene påfører papiret er opgjort til 26.890 tons [Holm et al., 2002, bilag 8.a]. Denne opgørelse er baseret på oplysninger opgivet af Grafisk Arbejdsgiverforening, samt på oplysninger fra Danmarks største producent af papkasser SCA Packaging. Det skal bemærkes, at Danmarks samlede forbrug af tryksværte er inklusiv den tryksværte, som bruges af private i forbrugsfasen til eksempel kopiering og printning.

Tryksværte, lim og farve - Udland: Den påførte tryksværte, lim og farve i udenlandske papirvareerhverv antages at svare til mængden pr. tons papirvarer i Danmark. Hermed bliver udlandets forbrug af tryksværte, lim og farve 6.767 tons.

Output

Outputtet fra papirvareerhvervene udgøres dels af papirvarer og returpapir i form af afskær. Papirvarer omfatter papir og påført tryksværte, lim og farve.

Papirvarer – Danmark: Papirvareerhvervenes samlede produktion udgør 1.005.075 tons. Dette er summen af input af papir fra enhedsprocessen papirproduktion og den tilførte mængde tryksværte, lim og farve. Heraf eksporteres 190.625 tons. Eksporten er udregnet som Danmarks samlede eksport af papirkvaliteter og papirvarer på 449.929 tons opgjort i [Tønning, 2001, s. 17] fratrukket de danske papirfabrikkers eksport af papir, beskrevet i afsnit 12.3. De resterende 814.450 tons papirvarer forbruges i Danmark.

Papirvarer – Udland: Opgørelserne for den udenlandske produktion hele vejen gennem systemet er beregnet ud fra den samlede import af papir og papirvarer til Danmark. Den samlede import til Danmark er 1.352.055 tons, hvoraf 1.044.390 tons er papir der importeres til de danske papirvareerhverv. Det vil sige, importen af papirvarer til Danmark bliver 307.249 tons.

Returpapir – Danmark: Der produceres 182.211 tons afskær, der sorteres til returpapir. Mængden af returpapir, der spildes som afskær i papirvareerhvervene, er udregnet på baggrund af spildprocenter for konverteringsindustrien på 12,9% [Tønning, 2001, bilag H], avistrykkeri på 12,0% og andet trykkeri på 22,2% [COWI, 2001]. Gennemsnittet heraf giver 15,7%.

Returpapir – Udland: I udlandet produceres 47.183 tons afskær til returpapir. Mængden af returpapir er udregnet på baggrund af de danske spildprocenter.

12a.5 Forbrugsfasen

Danmarks forbrug af papirvarer omfatter 1.121.699 tons papirvarer. Forskellige urenheder, der tilføres papir i forbrugsfasen, medregnes ikke som en del af massestrømmen af papir. Der kalkuleres med, at der ikke bliver akkumuleret papir i det danske samfund, idet det vurderes, at hvis der bliver akkumuleret papir nogen steder, eksempelvis i arkiver, så er der andre steder, hvor der bliver smidt tilsvarende mængder ud.

Input

Inputtet består af papirvarer.

Papirvarer: Input fra danske papirvareerhverv udgør 814.450 tons, og fra udenlandske papirvareerhverv leveres der 307.249 tons til Danmark.

Output

Outputtet består af papiraffald, som bliver sorteret på forskellig vis. Da der ikke kalkuleres med, at der bliver akkumuleret papir i det danske samfund, medfører det, at hele papirforbruget ender som papiraffald. En del af papiraffaldet ender i spildevand, idet aftørringspapir ofte skylles ud i toilettet.

Papir i spildevand: En del af papiraffaldet ender i spildevandssystemet. Det drejer sig primært om WC-papir. Der blev forbrugt 57.660 tons aftørringspapir i Danmark i 1999 [Tønning, 2001, s. 18]. Det antages at 50% af aftørringspapiret er køkkenrullepapir og servietter, som ikke ender i spildevandet. Den resterende mængde på 28.830 tons ender i spildevandssystemet. Dette projekt afgrænser sig fra spildevand, og dermed forsvinder de 28.830 tons ud af systemet. Det kan dog nævnes at 78% af kommunalt spildevandsslam bliver genanvendt [Miljøstyrelsen, 2000, s. 45]. Således forsvinder de 28.830 tons aftørringspapir fra massestrømmen af papir.

Papiraffald: Mængden af papiraffald er 1.092.869 tons. Dette er udregnet ved det samlede papirforbrug på 1.121.699 tons fratrukket papiraffald i spildevand.

12a.6 Renholdning

Når papiret er blevet smidt væk, havner det i renholdningssystemet, hvor det enten deponeres, forbrændes eller genindvindes.

Input

Inputtet består både af det udsorterede returpapir, som bliver indsamlet fra erhverv og fra husholdningerne samt det papir der ender i fraktionen blandet affald.

Sorteret erhvervsaffald: I alt blev der i år 1999 indsamlet 523.060 tons returpapir som sorteret erhvervsaffald til genindvinding [Tønning, 2001, s. 21]. Heraf udgør afskær fra papirvareerhvervene 182.211 tons. Det resterende returpapir fra erhvervslivet stammer fra handel og kontor, institutioner, byggeri og nedrivning samt fra fremstillingsvirksomheder eksklusiv papirvarefremstillingsvirksomheder og udgør 340.849 tons.

Sorteret erhvervsaffald består, udover returpapir, af 55.565 tons residualer fra returmasseproduktionen. Disse residualer bliver forbrændt.

Sorteret husholdningsaffald: Udsorteret og indsamlet returpapir fra husholdninger udgør 131.345 tons [Tønning, 2001, s. 21].

Blandet affald: Da der ikke kalkuleres med, at der bliver akkumuleret papir i det danske samfund, medfører det, at det papir, der ikke bliver indsamlet som returpapir, må havne i det blandede affald. Dermed ender der 620.675 tons affaldspapir fra erhverv og husholdninger i fraktionen blandet affald.

Output

Papiraffald i renholdningssystemet bliver enten genindvundet, forbrændt eller deponeret.

Genindvinding: Den indsamlede mængde sorterede returpapir fra erhverv og husholdninger udgør i alt 654.405 tons. I år 1999 blev 351.479 tons returpapir eksporteret, og der var en lagerforskydning på 2.543 tons [Tønning, 2001, s. 19-20, 47]. Nå disse oplysninger sammenlignes med den mængde returpapir, som der bruges til papirmasseproduktion i Danmark (300.565 tons), så opstår der en afvigelse på -182 tons hvilket vurderes at være en acceptabel usikkerhed.

Forbrænding: De 620.675 tons papir der havner i fraktionen blandet brændbart affald forbrændes. Desuden forbrændes de 55.565 tons residualer fra papirmasseproduktionen.

Det antages, at alt brændbart affald bliver forbrændt, selvom ikke dette ikke var tilfældet i 1999, idet en mindre del på ca. 8% blev deponeret. Grunden til at alt brændbart affald ikke forbrændes, hvilket det ifølge lovgivningen skal, er manglede kapacitet på forbrændingsanlæggene [Miljøstyrelsen, 2000, s. 35-37]. Derfor deponeres en mindre mængde brændbart affald midlertidigt, indtil der er tilstrækkelig kapacitet til at brænde det. Da der kun er tale om en mindre mængde brændbart affald, der deponeres, samt at det er hensigten, at det på et senere tidspunkt skal forbrændes, antages det, at alt brændbart affald i massestrømsanalysen sendes til forbrænding.

Bilag 12b Forhold der påvirker miljøet ved papir

I dette bilag beskrives de forhold, der påvirker miljøet for alle enhedsprocesser for produktsystemet for papir. Beskrivelsen af miljøforholdene deles i hver enhedsproces op mellem de forskellige behandlingsmåder, der ønskes belyst i forhold til affaldshierarkiet. Alle miljøforhold i dette bilag er præsenteret som nøgletal pr. tons papir. De absolutte værdier bestemmes først i bilag 12c til 12f, hvor udgangssituationen og de tre scenarier kortlægges. Oplysningerne og beskrivelserne i dette bilag baseres i høj grad på en livscyklusvurdering, som tidligere er foretaget af projektgruppen. Denne livscyklusvurdering findes i rapporten: *Er afkobling med faktor 4 realistisk? – Livscyklusvurdering af massestrømmen af papir i Danmark* [Holm et al., 2002]. Af den grund udgøres dele af dette bilag af uddrag fra [Holm et al., 2002].

12b.1 Skovbrug

I dette afsnit opgøres forhold der påvirker miljøet som er forbundet med skovning af 1 tons træ (45% tørstof).

Som det fremgår af kortlægningen af alle enhedsprocesser i bilag 12a, så antages det, at træ til Danmarks papirforbrug kan beskrives som svensk nåletræ. I forbindelse med skovbrug opgøres kun energi- og råvareforbrug. Der medtages ikke noget transport, idet transporten af træ til papirfabrikkerne medtages under papirfabrikkerne. Affald er ikke relevant, idet det antages, at al affald i form af afhuggede kviste med videre bliver liggende i skoven og indgår i et naturligt kredsløb. Der er ingen udledninger, idet alle udledninger i forbindelse med skovbruget er relateret til energi- og råvareforbruget og medregnes herunder.

Opgørelse af miljøforholdene ved produktion af tømmer er primært baseret på data fra en livscyklusvurdering af tre grafiske produkter udgivet af Miljøstyrelsen [Miljøstyrelsen, 1996c]. Disse data omfatter forbrug af kalk, kvælstofgødning, pesticid og energi til skovbrug. Dataene er fra 1996, men vurderes alligevel at være repræsentative for år 1999.

En del papirmasse produceres af træaffald fra trævareindustrien, og denne mængde træ kunne således indgå med mindre vægtning end tømmer direkte fra skoven, idet savsmuld og andet træaffald kunne karakteriseres som et affaldsstof, der blev nyttiggjort. Det vurderes imidlertid, at savsmuld skal indgå med samme vægt som nyt tømmer, idet savsmuld ellers kan indgå i produktionen af andre varer som eksempelvis spånplader og biobrændsel.

Energi og Råvarer

I figur a er forbrug af energi og råvarer til dyrkning og skovning af 1 tons nåletræ (45% tørstof) vist.

Forhold der påvirker miljøet	Træ og savsmuld	Enhed
Energi		
Dieselolie til skovning	75	MJ
Råvarer		
Pesticid	0,203	g
Kvælstofgødning	88,8	g
Kalk	592	g

Figur a Energi- og råvareforbrug forbundet med dyrkning og skovning af 1 tons nåletræ (45% tørstof).

12b.2 Papirmasseproduktion

I dette afsnit opgøres forhold der påvirker miljøet som er forbundet med produktion af 1 tons papirmasse (100% tørstof).

Papirmasseproduktion sker oftest på integrerede papirmasse- og papirfabrikker. Derfor stammer data for denne enhedsproces primært fra fabrikker, der både producerer papir og papirmasse. I de tilgængelige data er forhold der påvirker miljøet imidlertid opdelt på papirmasse- og papirproduktion. I forbindelse med papirmasseproduktionen opgøres energiforbrug, råvareforbrug, affald, emissioner og transport. Opgørelsen er baseret på data fra BAT-noter om pulp og papir [BAT, 2000].

I opgørelsen af forhold, der påvirker miljøet, skelnes der mellem returmasse og jomfruelig papirmasse, hvor jomfruelig papirmasse består af mekanisk, halvkemisk og kemisk papirmasse.

Råvarer, der indgår i papirmasseproduktionen, omfatter primært skovet træ, som er outputtet fra skovbrugsfasen, samt returpapir. Miljøforholdene ved frembringelse af disse råvarer opgøres under andre faser, og beskrives derfor ikke i dette afsnit. Det vil sige de råvarer, der opgøres i denne fase, udelukkende omfatter de stoffer, der indgår i forarbejdningen af returpapir og træ.

Der er væsentlig forskel på hvorledes de jomfruelige papirmasser bliver produceret, og derfor opgøres miljøforholdene både for mekanisk, halvkemisk og kemisk papirmasse. Disse opgørelser bruges til at udregne et vægtet gennemsnit for en gennemsnitlig jomfruelig papirmasse, der bliver importeret til Danmark. Mekanisk papirmasse udgør 29,1% af den jomfruelige papirmasse, der importeres til Danmark, halvkemisk udgør 9,7% og kemisk papirmasse udgør 61,2% [Holm et al., 2002, Bilag 8.a].

Energi

De fleste papirfabrikker er integrerede papir- og papirmassefabrikker. Af den grund har de også fælles energiforsyning. Beskrivelsen af energiforsyningsanlæggene til papirmasse i dette afsnit gælder derfor også til produktion af papir. Energiforbruget til fremstilling af papirmasse er vist i figur b.

Forhold der påvirker miljøet	Kemisk ⁽¹⁾	Halvkemisk ⁽²⁾	Mekanisk ⁽³⁾	Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse	Returmasse ⁽⁴⁾	Enhed
Varme	15.539	3.222	2.722	10.614	222	MJ
Elektricitet	2.660	7.200	11.496	5.671	1.200	MJ

Figur b Energiforbrug til jomfruelig papirmasse og returmasse markeret i den sorte ramme, er de værdier der bruges i de følgende opgørelser. Energiforbruget til jomfruelig papirmasse er bestemt som et vægtet gennemsnittet af 61,2% kemisk, 9,7% halvkemisk og 29,1% mekanisk papirmasse. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Energiforbruget til kemisk papirmasse er bestemt som et vægtet gennemsnittet af sulfatpulp (89%) og sulfitpulp (11%), som er den aktuelle fordeling af produktionen i Europa [BAT, 2000, s. vii og 53-54]. Det gøres desuden opmærksom på at sulfatpulp er bestemt som gennemsnittet af bleget og ubleget papirmasse.
2. Energiforbrug til halvkemisk papirmasse er fra [BAT, 2000, s. 185].
3. Energiforbrug til mekanisk papirmasse er fra [BAT, 2000, s. 184].
4. Energiforbrug til returmasse er fra [BAT, 2000, s. 244]

Der er imidlertid stor forskel på hvordan papir- og papirmassefabrikkerne forsynes med varme og el. Derfor er dette beskrevet i det følgende. De fleste større papir- og papirmassefabrikker dækker deres varmebehov med et såkaldt CHP anlæg (Combined Heat and Power), hvor der er samproduktion af el og varme. Den producerede el benyttes i produktionen og/eller sælges til nettet.

Energi i Danmark: I Danmark har to af de fem papirfabrikker CHP anlæg. Det drejer sig om Dalum papirfabrik i Odense og Hartmann i Tønder. Disse to fabrikker producerer tilsammen ca. 38% af Danmarks samlede papirproduktion [Dalum, 2000; Hartmann, 2000a; Hartmann, 2000b; SCA, 2000]. Det skal i den forbindelse bemærkes, at Dalums papirmasseproduktion foregår på Maglemølle papirmassefabrik, som ikke har et CHP anlæg. Derfor svarer de 38% ikke til at 38% varmemeforbruget til af Danmarks papir- og papirmasseproduktion dækkes af CHP anlæg. Dette tal er af den grund noget mindre. Derfor forudsættes det, at dansk produceret papir og papirmasse ikke forsynes med energi fra CHP anlæg. SCA i Grenaa, som står for ca. 52% af Danmarks papirproduktion, dækker deres varmforsyning med varme fra byens nærliggende naturgasfyrede kraftvarmeverk. Det forudsættes at al varme til dansk papirproduktion fås fra naturgasfyrede kraftvarmeverker, og al el købes fra nettet. Miljøforholdene vedrørende produktion af varme på naturgasfyrede kraftvarmeanlæg medregnes, ligesom miljøforholdene ved købt el, ikke direkte i opgørelsen over forhold der påvirker miljøet. Men for at illustrere miljøforholdene ved fjernvarmeproduktion, bestemmes forhold der påvirker miljøet ved fjernvarmeproduktion ud fra en allokering efter energi, således at emissionerne relateret til varmeproduktionen kan ses separat fra elproduktionen. Dette er vist i figur c.

Udveksling	Mængde	1 MJ varme	Enhed
Produktion af varme	1	1	MJ
Produktion af el	1,11		MJ
Forbrug af naturgas	0,057	0,027	m ³
CO ₂ emission	129	61	g
SO ₂ emission	0	0	g
NO _x emission	0,15	0,071	g
Slagge og aske	0	0	g
Andet affald	0	0	g

Figur c Forhold der påvirker miljøet ved produktion af 1 MJ varme på et CHP anlæg. Emissioner er beregnet på baggrund af virkningsgrader på 49% el og 44% varme og emissionstal i [Energistyrelsen, 1995, s. 17].

Energi i udlandet: I udlandet, hvor papirfabrikkerne er væsentlig større end i Danmark, har stort set alle papirfabrikker CHP anlæg med samproduktion af el og varme. CHP anlæg i Danmark og udlandet adskiller sig ved, at der i Danmark benyttes naturgas som brændsel, mens der i udlandet benyttes store mængder bio-brændsel i form af frasorterede bestanddele af træ samt olie og kul [StoraEnso, 1999, s. 21]. CHP anlæg er generelt dimensioneret, så varmebehovet dækkes herved. Den overskydende el bruges i produktionen og/eller sælges til nettet. Hvis der er underskud af el købes det resterende fra nettet. CHP anlæggene, der benyttes på papirfabrikkerne, har ifølge [BAT, 2000, s. 56] elvirkningsgrader på 0,2 – 0,3 og total virkningsgrader på 0,8 – 0,9. Derfor antages det, at elvirkningsgraden er 0,25 og den totale virkningsgrad er 0,85. Hermed bliver virkningsgraden for produktion af varme 0,6.

Forbruget af brændstof på papirfabrikkeres CHP anlæg antages at fordele sig som i StoraEnso koncernen. Dette er vist i figur d.

Brændstoftype	Andel
Olie	8,0%
Gas	20,0%
Kul	3,0%
Biobrændsel	69,0%
Total	100,0%

Figur a StoraEnso's brændstofforbrug fordelt på brændselstyper [StoraEnso, 1999, s. 21].

Emissionerne forbundet med produktion af varme og el bestemmes ud fra emissionstal for energianlæg baseret på forskellig slags brændsel. Dette er vist i figur e.

Brændstoftype	CO ₂ (g/MJ)	SO ₂ (g/MJ)	NO _x (g/MJ)	Deponiaffald (g/MJ)	Slagge og aske (g/MJ)
Olie	78	0,12	0,05	0	0
Gas	57	0	0,05	0	0
Kul	95	0,05	0,05	2,24	4,0
Biobrændsel	0	0,06	0	0	0,002

Figur e Benyttede emissionsdata for indfyring af 1 MJ af forskellige typer brændsel på papirfabrikkeres CHP anlæg. Emissionsdata er fra [Energistyrelsen, 1995].

Emissioner i forbindelse med produktion af 1 MJ varme på et CHP anlæg kan ud fra virkningsgraderne på 0,6 for varme og 0,25 for el og de opgivne oplysninger i figur d og e udregnes. Forbrug af olie, gas, kul og biobrændsel kan beregnes ud fra brændværdier på 42 MJ/kg for olie, 40 MJ/m³ for gas, 25 MJ/kg for kul og 13 MJ/kg biobrændsel (træ) [Meyer et al., 1994, s. 408]. Resultaterne heraf er vist i figur f.

Udveksling	Mængde	Enhed
Produktion af varme	1	MJ
Produktion af el	0,42	MJ
Forbrug af olie	3,17	g
Forbrug af gas	0,00883	m ³
Forbrug af kul	2,00	g
Forbrug af biobrændsel	88,5	g
CO ₂ emission	34,2	g
SO ₂ emission	0,0875	g
NO _x emission	0,0258	g
Slagge og aske	2,5	g
Andet affald	0,11	g

Figur f Forhold der påvirker miljøet ved produktion af 1 MJ varme på et CHP anlæg på de udenlandske papirfabrikker.

Det antages at al varme i udlandet produceres på interne CHP anlæg, samt at overskydende el sælges og manglende el købes fra landenes elværker. Ud fra oplysningerne i figur f kan energiforbruget pr. tons opgøres som vist i figur g.

Forhold der påvirker miljøet	Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse	Returmasse i Danmark	Returmasse i udlandet	Enhed
Energi				
olie til CHP	33,6	-	0,704	kg
gas til CHP	93,7	-	1,96	m ³
kul til CHP	21,2	-	0,444	kg
biobrændsel til CHP	939	-	19,6	kg
elektricitet	1.213	1.200	1.107	MJ
fjernvarme, Returmasse DK	-	222	-	MJ
Udledninger				
CO ₂ emission	363	-	7,59	kg
SO ₂ emission	0,93	-	0,019	kg
NO _x emission	0,27	-	0,006	kg
Andet affald	1,17	-	0,024	kg
Slagge og aske	26,54	-	0,56	kg

Figur g Forhold der påvirker miljøet ved energiforbrug til produktion af 1 tons (100% TS) forskellige typer papirmasse. Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse består af 29,1% mekanisk papirmasse, 9,7% halvkemisk papirmasse og 61,2% kemisk papirmasse.

Råvarer

Forbruget af råvarer til produktion af 1 tons (100% tørstof) papirmasse er vist i figur h. De tilhørende kildehenvisninger er vist i bilag 12g.

Forhold der påvirker miljøet	Kemisk	Halvkemisk	Mekanisk	Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse	Returmasse	Enhed
Råvarer						
NaOH	26,1125	10,5	10	19,9	7,5	kg
O ₂	7,775	0	0	4,758	0	kg
NaClO ₃	15,575	0	0	9,532	0	kg
EDTA eller DTPA	1,055	2,5	2,5	1,62	1,25	kg
S	3,3	0	0	2,0	0,03	kg
SO ₂	6,52	5	0	4,48	0	kg
H ₂ O ₂	9,87	20	15	12,35	7,5	kg
O ₃	1,3875	0	0	0,8491	0	kg
MgSO ₄	0,6675	0	0	0,4085	0	kg
CaO (calciumoxid)	6,675	0	0	4,085	0	kg
MgO	2,2	0	0	1,3	0	kg
NaHSO ₃	0	0	6	1,7	0	kg
NaSiO ₃ (sodiumsilicate)	0	20	20	7,8	12,5	kg
Na ₂ SO ₃	0	27,5	0	2,66	4	kg
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	4,5	kg
Talc	0	0	0	0	6,25	kg
Sæbe	0	0	0	0	3,25	kg
Alum	0	0	0	0	0,338	kg
Stivelse	0	0	0	0	0,338	kg
Farve	0	0	0	0	0,3	kg
Defoamers	0	0	0	0	0,125	kg
Sizing agents	0	0	0	0	18,275	kg
Vandforbrug						
Vandforbrug	34,40	32,50	10,00	27,12	10,38	m ³

Figur h Råvareforbrug til jomfruelig papirmasse og returmasse markeret i den sorte ramme, er de værdier der bruges i de følgende opgørelser. Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse består af 29,1% mekanisk papirmasse, 9,7% halvkemisk papirmasse og 61,2% kemisk papirmasse.

Affald

Generering af affald ved produktion af 1 tons (100% tørstof) papirmasse er vist i figur i. De tilhørende kildehenvisninger er vist i bilag 12g.

Forhold der påvirker miljøet	Kemisk	Halvkemisk	Mekanisk	Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse	Retur-masse i Danmark	Retur-masse i udlandet	Enhed
Affald							
slam	17,7	30	0	13,74	0	0	kg
aske og slagge ⁽¹⁾	se CHP anlæg			26,54	0	91,8	kg
farligt affald	0,2	10	0,3	1,18	0	0	kg
residualer fra dansk papirmasseproduktion				-	172,18	-	
andet affald ⁽²⁾	11	0	2,5	7,46	0	0,633	kg

Figur i Affald fra produktion af jomfruelig papirmasse og returmasse markeret i den sorte ramme, er de værdier der bruges i de følgende opgørelser. Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse består af 29,1% Mekanisk papirmasse, 9,7% halvkemisk papirmasse og 61,2% kemisk papirmasse. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Aske består af træaske og andet aske.
2. Andet affald består af træ, fiber og coating samt andet affald, inklusiv affald fra CHP anlæg.

Emissioner

Udledninger af forurenende stoffer ved produktion af 1 tons (100% tørstof) papirmasse er vist i figur j. De tilhørende kildehenvisninger er vist i bilag 12g.

Forhold der påvirker miljøet	Kemisk	Halvkemisk	Mekanisk	Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse	Returmasse i Danmark	Returmasse i udlandet	Enhed
Emissioner til vand							
COD	12,985	15	3,5	10,42	2	2	kg
BOD	0,76575	0,75	0,35	0,64	0,075	0,075	kg
TSS (Total suspended solids)	0,9215	0,75	0,35	0,74	0,15	0,15	kg
AOX som Cl	0,11125	0	0	0,068	0,5	0,5	kg
N-total	0,18038	0,15	0,07	0,145	0,055	0,055	kg
P-total	0,01943	0,0075	0,007	0,015	0,0055	0,0055	kg
EDTA eller DTPA	1,055	2,5	2,5	1,62	1,25	1,25	kg
Cd	0,16785	0	0	0,103	0	0	g
Pb	1,1365	0	0	0,696	0	0	g
Cu	1,4815	0	0	0,907	0	0	g
Cr	0,8845	0	0	0,541	0	0	g
Ni	1,6345	0	0	1,000	0	0	g
Zn	21,572	0	0	13,202	0	0	g
Emissioner til luft (se CHP anlæg)							

Figur j Emissioner fra produktion af jomfruelig papirmasse og returmasse markeret i den sorte ramme, er de værdier der bruges i de følgende opgørelser. Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse består af 29,1% mekanisk papirmasse, 9,7% halvkemisk papirmasse og 61,2% kemisk papirmasse.

Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med kemisk papirmasse er et vægtet gennemsnit af 89% sulfatpulp og 11% sulfitpulp [BAT, 2000].

Transport

Det er vurderet at træ og savsmuld i gennemsnit skal transporteres 200 km før det når papirmassefabrikkerne. Dette begrundes med, at papirfabrikkerne ofte ligger i relativ nærhed af skove, som kan forsyne dem med tømmer. Det vurderes endvidere, at returpapir i gennemsnit skal transporteres 250 km fra en returpapirhandler til en papirfabrik. Den lille import af returpapir til Danmark får ikke tillagt ekstra transportafstand, da det vurderes at denne import stammer fra naboområdet. Transporten opgøres i kilometer og transportformen angives for de givne strækninger. Dette er vist i figur k.

Transport til papirmassefabrikker	Fra	Til	Afstand i km	Transportmiddel
Træ og savsmuld	Skov eller savværk	Papirmassefabrik	200	Stor lastbil
Returpapir	Returpapirhandlere	Papirmassefabrik	250	Stor lastbil

Figur k Transport til papirmassefabrikker.

12b.3 Papirproduktion

I dette afsnit opgøres de forhold der påvirker miljøet, som er forbundet med produktion af 1 tons gennemsnitligt papir (93% tørstof), som består af avispapir, ubestrøget træfrit papir, bestrøget papir, papir til bølgepap og sække samt æskekarton og andet karton. Opgørelsen er ligesom papirmasse baseret på data fra BAT-noter om pulp og papir [BAT, 2000].

Råvarer der indgår i papirproduktionen omfatter primært kemikalier og hjælpestoffer, der tilsættes papiret. Papirmassen beskrives ikke som en råvare, da denne er opgjort forrige afsnit.

Der er væsentlig forskel på hvorledes de forskellige papirtyper bliver produceret, derfor opgøres udledningerne til miljøet for de fem papirtyper, der bliver produceret mest af. Disse opgørelser bruges til at udregne et vægtet gennemsnit for det papir der produceres i udland et og Danmark. Papirfabrikkerne producerer i gennemsnit 22,6% avispapir, 12,2% ubestrøget træfrit papir, 19,6% bestrøget papir, 30,8% papir til bølgepap og sække samt 14,8% æskekarton og andet karton [Holm et al., 2002, Bilag 8.a].

Energi

Forbruget af energi til produktion af 1 tons papir (93% tørstof) er vist i figur 1. De tilhørende kildehenvisninger er vist i bilag 12g.

Forhold der påvirker miljøet	Avispapir	Bestrøget papir	Ubestrøget træfrit	Bølgepap	Æskekarton	Gennemsnitligt papir	Enhed
Energi							
Varme	5.116	7.500	7.250	5.117	6.050	5.982	MJ
Elektricitet	2.070	2.934	2.394	2.520	2.448	2.473	MJ

Figur 1 Opgørelse af energi i forbindelse med produktion af 1 tons gennemsnitligt papir (93% TS), hvilket er vist i den sorte ramme. Gennemsnitlig papir består af 22,6% avispapir, 12,2% ubestrøget træfrit papir, 19,6% bestrøget papir, 30,8% papir til bølgepap og sække samt 14,8% æskekarton og andet karton.

I papirproduktionen bruges de samme energisystemer som i papirmasseproduktionen. Som beskrevet i afsnittet om energi under papirmasseproduktion, så er der stor forskel på, hvordan danske papirfabrikker er forsynet med varme og el i forhold til de udenlandske papirfabrikker. Ifølge massestrømsanalysen så produceres der 375.311 tons papir (100% TS) i Danmark og 1.392.055 tons papir (100% TS) i udlandet. Det betyder, at Danmark står for 21,2% af papirproduktionen. Dermed skal 21,2% af den nødvendige varme og el købes i Danmark og de resterende 78,8% af varmen produceres på udenlandske CHP anlæg. Eventuel overskydende el på CHP anlæggene sælges til nettet. Udfra ovenstående oplysninger kan energiforbruget pr. tons gennemsnitspapir (93% TS) opgøres, som vist i figur m. Emissioner til luft er beregnet ud fra emissionsværdier for CHP anlæg, som beskrevet i forrige afsnit om papirmasseproduktion.

Forhold der påvirker miljøet	Gennemsnits-papir	Enhed
Energi		
olie til CHP	14,9	kg
gas til CHP	41,6	m ³
kul til CHP	9,42	kg
biobrændsel til CHP	417	kg
elektricitet	494	MJ
fjernvarme i Danmark	1.270	MJ
Udledninger		
CO ₂ emission	161	kg
SO ₂ emission	0,412	kg
NO _x emission	0,122	kg
Slagge og aske	11,88	kg
Andet affald	0,518	kg

Figur m Forhold der påvirker miljøet ved energi forbrug til produktion af 1 tons (93% TS) gennemsnitlig papir. Gennemsnitlig papir består af 22,6% avisrapir, 12,2% ubestrøget træfrit papir, 19,6% bestrøget papir, 30,8% papir til bølgepap og sække samt 14,8% æskekarton og andet karton.

Råvarer

Forbruget af råvarer til produktion af 1 tons (93% tørstof) papir er vist i figur n. De tilhørende kildehenvisninger er vist i bilag 12g.

Forhold der påvirker miljøet	Avisrapir	Bestrøget papir	Ubestrøget træfrit	Bølgepap	Æskekarton	Gennemsnitligt papir	Enhed
Råvarer							
Fillers (CaCO ₃)		146,5	162,1		21,2	52,8	kg
Coating (CaCO ₃)		74,9			10,6	10,7	kg
Coating (Kaolin)		74,9			10,6	10,7	kg
Sizing agents	14,9	29,3	33,2	37,6	7,6	26,2	kg
Farve				0,4	0,5	0,2	kg
Alum	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	kg
Stivelse	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	kg
Vandforbrug							
Vandforbrug	6	6	6	6	6	6	m ³

Figur n Opgørelse af forbrug af råvare i forbindelse med produktion 1 tons (93% TS) forskellige papirtyper. Gennemsnitspapir består af 22,6% avisrapir, 12,2% ubestrøget træfrit papir, 19,6% bestrøget papir, 30,8% papir til bølgepap og sække samt 14,8% æskekarton og andet karton.

Affald

Generering af affald ved produktion af 1 tons (93% tørstof) papir er vist i figur o. De tilhørende kildehenvisninger er vist i bilag 12g.

Forhold der påvirker miljøet	Avispapir	Bestrøget papir	Ubestrøget træfrit	Bølgepap	Æskekarton	Gennemsnitligt papir	Enhed
Affald							
Slam 100% TS	19,05	12,70	12,7	25,40	19,05	18,99	kg
Slagge og aske	Se CHP anlæg					11,78	kg
Andet affald, 100% TS ⁽¹⁾	7,54	5,10	5,10	9,98	7,54	7,52	kg

Figur o Opgørelse af affald i forbindelse med produktion af 1 tons (93% TS) forskellige papirtyper. Tallet i parentes henviser til nedenstående note. Gennemsnitspapir består af 22,6% avispapir, 12,2% ubestrøget træfrit papir, 19,6% bestrøget papir, 30,8% papir til bølgepap og sække samt 14,8% æskekarton og andet karton. (1) Andet affald er inklusiv affald fra CHP anlæg.

Emissioner

Udledninger af forurenende stoffer ved produktion af 1 tons papir (93% tørstof) er vist i figur p. De tilhørende kildehenvisninger er vist i bilag 12g.

Forhold der påvirker miljøet	Avispapir	Bestrøget papir	Ubestrøget træfrit	Bølgepap	Æskekarton	Gennemsnitligt papir	Enhed
Emissioner til vand							
COD	1,68	1,00	1,25	2,10	1,55	1,62	kg
BOD	0,33	0,20	0,20	0,45	0,33	0,32	kg
TSS	0,48	0,30	0,30	0,65	0,48	0,47	kg
AOX	0,008	0,005	0,005	0,010	0,008	0,01	kg
N-total	0,20	0,13	0,13	0,26	0,20	0,19	kg
P-total	0,011	0,007	0,007	0,014	0,011	0,01	kg
Emissioner til luft (se CHP anlæg)							

Figur p Opgørelse af forhold der påvirker miljøet i forbindelse med produktion af 1 tons (93% TS) forskellige papirtyper. Gennemsnitspapir består af 22,6% avispapir, 12,2% ubestrøget træfrit papir, 19,6% bestrøget papir, 30,8% papir til bølgepap og sække samt 14,8% æskekarton og andet karton.

Transport

Da hovedparten af alle papirfabrikker er integreret med papirmasseproduktion, indregnes der kun transport for den papirmasse, som bliver importeret til Danmark. Denne transportafstand er antaget at være 650 km.

12b.4 Papirvareerhverv

I dette afsnit opgøres forhold der påvirker miljøet som er forbundet med af 1 tons papirvare (93% tørstof). Det er valgt ikke at medregne de materialer som papiret bliver påført i papirvareerhvervene, eksempelvis tryksvæerte og lim, da disse materialer ikke er en del af papiret. Forarbejdning af papir til papirvarer består

primært i at påfører farve, lim og andre materialer til papiret. Da disse processer ikke medregnes, er transport det eneste væsentlige forhold der påvirker miljøet i denne fase.

Transport

Det er vurderet at papir i gennemsnit skal transporteres 200 km fra papirfabrikker til papirvareerhverv. Herudover tillægges der 400 km transport, når danske papirvareerhverv importerer papir. Transporten opgøres i kilometer og transportformen angives for de givne strækninger. I figur q er transporten til papirvareerhverv vist.

Transport til papirvareerhverv	Fra	Til	Afstand i km	Transportmiddel
Dansk papir til danske papirvareerhverv ⁽¹⁾	Danske papirfabrikker	Danske papirvareerhverv	200	Stor lastbil
Udenlandsk papir til danske papirvareerhverv ⁽²⁾	Udenlandske papirfabrikker	Danske papirvareerhverv	600	Stor lastbil
Udenlandsk papir til udenlandske papirvareerhverv ⁽³⁾	Udenlandske papirfabrikker	Udenlandske papirvareerhverv	200	Stor lastbil

Figur q Transport til papirvareerhverv. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Afstanden mellem danske papirfabrikker til danske papirvareerhverv er vurderet til 200 km.
2. Afstanden mellem udenlandske papirfabrikker til danske papirvareerhverv er vurderet til 400 km i udlandet og 200 km i Danmark.
3. Det er antaget at papir til udenlandsk papirvareerhverv primært kommer fra papirfabrikker fra samme land som papirvarevirksomheden. Derfor sættes afstanden til 200 km ligesom i Danmark.

12b.5 Forbrug

I dette afsnit opgøres forhold der påvirker miljøet som er forbundet med distribution og forbrug af 1 tons papirvarer (93% tørstof). Det eneste væsentlige forhold der påvirker miljøet, der medregnes i forbrugsfasen, er transport fra papirvareerhvervene til forbrugeren.

Transport

Papirvarer skal transporteres fra papirvareerhvervene til forretninger og derefter videre til forbrugerne. Transporten mellem forretning og forbruger medtages ikke. Dette begrundes med, at der ofte køres med andre formål end at bringe den pågældende papirvare fra forretning til hjem. Transporten opgøres i kilometer og transportformen angives for de givne strækninger. I figur r er transporten for forbrugsfasen vist.

Transport til forbrugerne	Fra	Til	Afstand i km	Transportmiddel
Danske papirvarer ⁽¹⁾	Danske papirvareerhverv	Mellemd Depot	234	Stor lastbil
	Mellemd Depot	Forretninger	20	Lille lastbil
Udenlandske papirvarer ⁽²⁾	Udenlandske papirvareerhverv	Mellemd Depot	600	Stor lastbil
	Mellemd Depot	Forretninger	20	Lille lastbil

Figur r Transport af papirvarer. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Transportafstanden mellem danske papirvareerhverv og mellemd Depot er fastsat ud fra de vurderinger der foretaget i [Holm et al., 2002, bilag 10.f]. Afstanden fra mellemd Depot til forretninger er vurderet på baggrund af [Pommer et al., 1995a, s. 32].
2. Transportafstande mellem udenlandske papirvareerhverv og Danmark er vurderet at være omtrent 400 km længere end fra danske papirfabrikker til mellemd Depot. Afstanden mellem mellemd Depot og forretning er fastsat under note 1.

12b.6 Renholdning

I dette afsnit opgøres forhold der påvirker miljøet som er forbundet med bortskaffelse af 1 tons papiraffald (92% tørstof) fra Danmarks papirforbrug. I renholdningsfasen opgøres forhold, der påvirker miljøet, i forbindelse med transport, forbrænding og deponering.

Transport

I renholdningsfasen indsamles papiraffald via hente- eller bringesystemer, hvorefter det distribueres til de forskellige behandlingsformer. Der er grundlæggende fire forskellige indsamlingssystemer for papiraffald. Dette drejer sig om:

Sorteret erhvervsaffald:

1. Indsamling af residualer fra returmasseproduktion til forbrænding
2. Indsamling af returpapir til genindvinding

Sorteret husholdningsaffald:

3. Indsamling af returpapir til genindvinding

Blandet affald:

4. Indsamling af blandet affald fra husholdninger og erhverv, som sendes til forbrænding

Transport i renholdningsfasen består af indsamling af papiraffald og residualer fra papirmasseproduktion samt transport i forbindelse med forbrænding af papiraffald. Transporten af indsamlet returpapir til genindvinding er beskrevet i afsnit 12.2 om papirmasseproduktion, hvor transport af dette er medtaget. I figur s er transporten i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Fra	Til	Afstand i km	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Residualer til forbrænding ⁽¹⁾	Erhverv	Specialforbrænding	190	Stor lastbil
Returpapir til genindvinding ⁽²⁾	Erhverv	Returpapirhandler	30	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Returpapir til genindvinding ⁽³⁾	Husholdning	Returpapirhandler	50	Lille lastbil
Blandet affald				
Blandet affald fra husholdning og erhverv til forbrænding ⁽⁴⁾	Husholdning og erhverv	Forbrænding	40	Lille lastbil
Asker og slagger fra forbrænding				
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse ⁽⁵⁾	Forbrænding	Deponi	0	Stor lastbil
Returpapir til eksport				
Returpapir til eksport ⁽⁶⁾	Returpapirhandler	Udenlandsk papirfabrik	400	Stor lastbil

Figur 5 Transport i renholdningssystemet. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Residualer fra returmasseproduktion har en lav brændværdi, derfor forbrændes residualer i Danmark på specialforbrændingsanlæg, eksempelvis Portland [Møller, 2001]. Da forbrændingen kun kan foretages få steder vurderes afstanden til 200 km. Men da der i dataene for forbrændingsanlæg er indregnet en transport på 10 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet 190 km.
2. Afstanden til en returpapirforhandler på 30 km er vurderet ud fra, at der findes 20 returpapirhandlere i Danmark [Tønning, 2001, s.43].
3. Det vurderes at indsamling af affald fra husholdning omfatter 20 km transport, og at papiret derefter transporteres 30 km til en returpapirhandler.
4. Det vurderes at indsamling af affald fra husholdning omfatter 20 km transport, og at papiret derefter transporteres 30 km til et forbrændingsanlæg. De 30 km er vurderet ud fra, at der findes 31 forbrændingsanlæg i Danmark, og at forbrændingsanlæg som regel er centralt placeret ved større byer. Da der i dataene for forbrændingsanlæg er indregnet en transport på 10 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet, 40 km.
5. En afstand på 40 km til en losseplads er vurderet ud fra [Pommer et al., 1995a, s. 32] samt [Nejrup og Wesnæs, 2000, s. 55]. Men da der i dataene for forbrændingsanlæg er indregnet en transport af aske og slagger på 40 km, bliver den resterende transport, der tilskrives renholdningssystemet, 0 km.
6. Danmark eksporterer mere returpapir, end de danske papirmassefabrikker bruger. Der tillægges alt eksport af returpapir en transportafstand på 400 km, således at der tages højde for, at en stor mængde returpapir transporteres længere end de afstande, der blev antaget i afsnit 12.2.

Forbrænding

De bedste data for affaldsforbrændingsanlæg, der har været tilgængelige, er for et schweizisk forbrændingsanlæg. Dataene er fra BUWAL250 databasen, som er en database med detaljerede oplysninger til brug i livscyklusvurderinger. De forhold, som forbrændingsanlægget påvirker miljøet med, stammer fra forbrænding af papiraffald, drift af støttebrændere og røgrensningsanlæg med syre og alkalisk behandling samt katalytisk fjernelse af NO_x. Dataene indeholder miljøpåvirkninger for 10 km affaldsindsamling, forbrænding, behandling af aske, slagge og affald fra røgrensningen, samt miljøpåvirkninger fra deponi af disse restprodukter, herunder rensning af perkolat i 40 år for uorganisk materialer og 75 år for slagge. Elforbruget til drift af forbrændingsanlægget og den efterfølgende deponering af slagge og aske, omfatter brug af 4,11 MJ schweizisk el pr. tons papiraffald, der forbrændes. Da schweizisk el produceres anderledes end dansk el, er det valgt at erstatte data for el i databasen med data for danske elværker.

Der er to væsentlige forhold der ikke er medtaget i dataene fra BUWAL250. Det drejer sig dels om den fysiske mængde af aske og slagge, som fylder på lossepladserne, og dels produktion af elektricitet og varme. Oplysningerne fra BUWAL250 er derfor suppleret med produktionen af elektricitet og varme samt en mængde aske og slagge, hvilket er beskrevet i det følgende. Der forbrændes både papiraffald og residualer fra returmasseproduktionen. Da residualerne primært består af slidte fibre og andre stoffer, der er i papir, antages det, at forbrænding af 1 tons af disse residualer påvirker miljøet på samme måde som forbrænding af 1 tons papir, dog undtagen i forhold til produktionen af energi samt aske og slagge, hvilket er beskrevet i det følgende.

Aske og slagge: Fuldstændig forbrænding af organisk materiale medfører ingen aske og slagge [Miljøstyrelsen, 1993, s.62]. Men papirvarer indeholder ca. 11,9% hjælpestoffer, og som det kan udledes af figur n, så udgør kalk og kaolin 67,7% heraf. Kalk og kaolin er ikke brændbare, og det kan derfor udregnes, at der ved forbrænding af 1 tons papir, med et tørstofindhold på 92%, genereres 74,1 kg aske og slagge.

Udover papiraffald forbrændes der også residualer fra papirmasseproduktionen. Ud fra BAT-noterne om papir og papirmasse er det vurderet, at der genereres 296 kg aske og slagge pr. tons residualer [BAT, 2000].

Elektricitet og varme: Danske affaldsforbrændingsanlæg har en elvirkningsgrad på 24% og en varmeevirkningsgrad på 61% [Energistyrelsen, 1995, s. 29]. Tørt pap og papir har en brændværdi på mellem 12,134 og 15,564 GJ/tons og vådt papir og pap har en brændværdi på 10,334 GJ/tons [Bennedsen, 1993, s. 84]. Den gennemsnitlige brændværdi for det papir der bliver forbrændt beregnes i det følgende. I 1999 blev der forbrændt 2.791.000 tons affald [Miljøstyrelsen, 2000, s. 12]. Massestrømsanalysen af papir i bilag 12a viser at der blev forbrændt 674.646 tons papiraffald (92% TS). Det betyder at papiraffald udgjorde 24,2% af det brændbare affald i 1999. I en undersøgelse fra 1993 udgjorde papir 28,9% af det brændbare affald, hvor dette var delt op i tørt pap (5,5%), tørt papir (13,3%) samt vådt papir og pap (10,1%) [Bennedsen, 1993, 85]. Hvis det antages af det primært er tørt papir der er blevet udsortet fra den brændbare fraktion, så er fordelingen af papiraffald der bliver forbrændt i 1999 således: 5,5% tørt pap, 8,6% tørt papir og 10,1% vådt papir og pap.

Ud fra disse tal kan det udregnes, at den gennemsnitlige brændværdi er 12,602 GJ/tons, idet brændværdierne for de tre typer papiraffald er oplyst i [Bennedsen, 1993]. Hermed kan det beregnes at der produceres 3,024 GJ el og 7,687 GJ varme ved forbrænding af 1 tons gennemsnitlig papiraffald. Det antages at forbrændingen af residualer fra papirmasseproduktionen ikke medfører produktion af omsættelig energi, idet vandindholdet her ofte er op til 50-60% [Møller, 2001].

I figur t er dataene fra BUWAL suppleret med aske og slagger og produktion af el og elektricitet vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons papiraffald	Enhed
Energi		
Produktion af el	3,024	GJ
Produktion af varme	7,687	GJ
Forbrug af el	4,11	MJ
Råvarer		
Lignite ETH	0,322	kg
natural gas (vol)	3,24	m ³
coal ETH	0,867	kg
crude oil ETH	3,52	kg
wood	0,00641	kg
process water	1	m ³
iron (ore)	0,000384	kg
limestone	13,7	kg
SO ₂ secondary	0,000698	kg
sand	0,000167	kg
rock salt	0,494	kg
Affald		
Aske og slagger ved forbrænding af papir	74,1	kg
Aske og slagger ved forbrænding af residualer	296	kg
Emissioner til luft		
dust	72,7	g
benzene	0,479	g
PAH's	0,000793	g
C _x H _y aromatic	0,907	g
HALON-1301	0,000825	g
C _x H _y halogenated	0,00166	g
methane	48,3	g
non methane VOC	113	g

CO2	21000	g
CO	234	g
ammonia	8,88	g
HF	0,0283	g
N2O	12,5	g
HCl	44,7	g
Sox (as SO2)	213	g
Nox (as NO2)	721	g
Pb	0,0894	g
Cd	0,0061	g
Mn	0,000243	g
Ni	0,0081	g
Hg	0,00899	g
Zn	0,166	g
metals	1,58	g
dioxin (TEQ)	11,6	µg
Emissioner til vand		
waste water	1,05E-6	m3
BOD	0,0181	g
COD	0,511	g
AOX	0,000676	g
suspended substances	13,8	g
phenols	0,0234	g
toluene	0,021	g
PAH's	0,00225	g
CxHy aromatic	0,152	g
CxHy chloro	0,000196	g
fats/oils	4,71	g
DOC	0,0437	g
TOC	73	g
NH4+	14,2	g
nitrate	8,72	g
Kjeldahl-N	0,0628	g
N-tot	0,364	g
As	0,00227	g
Cl-	3870	g
cyanide	0,000692	g
phosphate	0,104	g
sulphate	157	g

sulphide	0,00544	g
anorg. dissolved subst.	1180	g
Al	1,08	g
Ba	0,518	g
Pb	0,0192	g
Cd	0,00117	g
Cr	0,0124	g
Fe	0,652	g
Cu	0,0571	g
Ni	0,00585	g
Hg	0,00104	g
Zn	0,0127	g
metallic ions	1,23	g

Figur t Forhold der påvirker miljøet ved forbrænding af 1 tons (92% TS) papiraffald.

Deponi

De bedste data for deponeringsanlæg, der har været tilgængelige, er som for forbrændingsanlæg data fra BUWAL250 databasen. De forhold som deponeringsanlægget påvirker miljøet med stammer fra deponering af papiraffald, 10 km affaldsindsamling, omsætning af affaldet, perkolatrensning, dispergering af slam, forbrænding af slam samt energiproduktion fra biogas i en periode på 150 år. Elforbruget til drift af deponeringsanlægget, omfatter brug af schweizisk el, hvor der bruges 49,9 MJ pr. tons papir, der deponeres. Dette skal korrigeres, så der i stedet bruges dansk el. Dette korrigeres tilsvarende forbrændingsanlæg, så der i stedet bruges dansk el.

BUWAL250 har ikke medtaget, at den inerte del af papiret aldrig forgår og dermed optager areal til evig tid. Derfor tilføjes denne inerte rest til de data som BUWAL250 opgiver. Den inerte rest udgør, som udregnet under forbrænding, 74,1 kg pr. tons papiraffald. Det antages desuden at deponering af residualer medfører de samme påvirkninger af miljøet, som deponering af papir med undtagelse af, at den inerte rest udgør 296 kg pr. tons residualer.

I figur u er dataene fra BUWAL suppleret med den inerte rest vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed
Energi		
Forbrug af el	49,9	MJ
Råvarer		
Lignite ETH	0,298	kg
natural gas (vol)	1,23	m ³
coal ETH	0,369	kg

crude oil ETH	5,25	kg
wood	0,0036	kg
process water	0,001	m3
limestone	0,0021	kg
Affald		
inert rest ved deponering af papiraffald	74,1	kg
inert rest ved deponering af residualer	296	kg
Emissioner til luft		
dust	34	g
benzene	0,0845	g
PAH's	0,000474	g
CxHy aromatic	0,145	g
HALON-1301	0,00125	g
CxHy halogenated	4,43E-5	g
methane	28,8	g
non methane VOC	103	g
CO2	19600	g
CO	82,6	g
ammonia	19,1	g
HF	0,0248	g
N2O	1,21	g
HCl	62,7	g
Sox (as SO2)	1080	g
Nox (as NO2)	260	g
Pb	0,00253	g
Cd	0,0039	g
Mn	0,000121	g
Ni	0,00959	g
Hg	0,0197	g
Zn	0,182	g
metals	0,146	g
dioxin (TEQ)	2,57E-7	µg
Emissioner til vand		
BOD	0,0228	g
COD	0,738	g
AOX	0,00099	g
suspended substances	16,3	g

phenols	0,0348	g
toluene	0,0313	g
PAH's	0,00342	g
CxHy aromatic	0,225	g
CxHy chloro	0,000245	g
fats/oils	7,02	g
DOC	0,0143	g
TOC	2260	g
NH4+	1450	g
nitrate	4690	g
Kjeldahl-N	0,0931	g
N-tot	0,539	g
As	0,00142	g
Cl-	4400	g
cyanide	0,00101	g
phosphate	13,4	g
sulphate	2890	g
sulphide	0,00796	g
anorg. dissolved subst.	153	g
Al	0,639	g
Ba	0,705	g
Pb	0,124	g
Cd	0,203	g
Cr	0,00834	g
Fe	0,7	g
Cu	5,88	g
Ni	0,00376	g
Hg	0,0116	g
Zn	1,24	g
metallic ions	1,68	g
Emissioner til jord		
Pb	0,369	g
Cd	0,0885	g
carbon	1540	g
P-tot	3,99	g
Hg	0,0111	g
N-tot	117	g
Zn	4,32E-5	g

Figur u Forhold der påvirker miljøet ved deponering af 1 tons (92% TS) papiraffald.

Bilag 12c Udgangssituation

I dette bilag beskrives udgangssituationen, som alle scenarierne skal vurderes op imod. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen for udgangssituationen vist i figur 12.b i kapitel 12 og de beskrevne miljøforhold i bilag 12b, kortlægges miljøforholdene for udgangssituationen.

12c.1 Massestrømmen

Massestrømmen af papir i Danmark i 1999 er præsenteret i bilag 12a.

12c.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for udgangssituationen.

Skovbrug

I figur a er forbrug af råvarer og energi til dyrkning og skovning af 2.950.102 tons nåletræ (45% tørstof) vist. Denne mængde svarer til 1.327.546 tons nåletræ (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons Træ og savsmuld	Enhed	2.950.102 tons Træ og savsmuld	Enhed
Energiforbrug				
Dieselolie til skovning	75	MJ	221.258	GJ
Råvareforbrug				
Pesticid	0,203	g	0.599	tons
Kvælstofgødning	88,8	g	262	tons
Kalk	592	g	1.746	tons

Figur a Energi- og råvareforbrug forbundet med dyrkning og skovning af 2.950.102 tons 45% tørstof nåletræ.

Papirmasseproduktion

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i bilag 12b og mængderne fra massestrømmen af papir i udgangssituationen vist i figur b.

Papirmasse	Dansk produktion (tons)	Udenlandsk produktion (tons)
Returmasse	322.717	421.065
Jomfruelig papirmasse	0	814.060

Figur b Tal fra massestrømmen af papir i udgangssituationen, som bruges til opgørelse af miljøforholdene i forbindelse med produktion af papirmasse. Tallene i figuren er i 100% TS. Den samlede produktion af papirmasse er 1.557.842 tons.

I figur c er forbrug af transport, energi, råvare og transport samt genereringen af affald og udledninger fra papirmasseproduktion af 743.782 tons returmasse (100% tørstof) og 814.060 gennemsnitlig jomfruelig papirmasse (100% tørstof) vist. Der er væsentlig forskel på hvorledes de to typer papirmasser bliver produceret, derfor opgøres udledningerne til miljøet særskilt for disse to typer.

Forhold der påvirker miljøet	pr. tons Returmasse i Danmark	pr. tons Returmasse i udlandet	pr. tons Gennemsnitlig jom- fruelig papirmasse	Enhed	1.557.842 tons papirmasse	Enhed
Transport						
Stor lastbil	Se figur d	Se figur d	Se figur d		824.900.879	tkm
Energi						
olie til CHP	-	0,704	33,648	kg	27.688	tons
gas til CHP	-	1,960	93,726	m ³	77.124.042	m ³
kul til CHP	-	0,444	21,229	kg	17.469	tons
biobrændsel til CHP	-	19,647	939,384	kg	772.987	tons
elektricitet	1.200	1.107	1.213	MJ	1.840.834	GJ
fjernvarme, Returmasse DK	222	-	-	MJ	71.643	GJ
Råvarer						
NaOH	7,5	7,5	19,91	kg	21.786	tons
O ₂	0	0	4,76	kg	3.874	tons
NaClO ₃	0	0	9,53	kg	7.760	tons
EDTA eller DTPA	1,25	1,25	1,62	kg	2.245	tons
S	0,03	0,03	2,02	kg	1.666	tons
SO ₂	0	0	4,48	kg	3.643	tons
H ₂ O ₂	7,5	7,5	12,35	kg	15.628	tons
O ₃	0	0	0,85	kg	691	tons
MgSO ₄	0	0	0,41	kg	333	tons
CaO (calciu moxid)	0	0	4,09	kg	3.326	tons
MgO	0	0	1,35	kg	1.096	tons
NaHSO ₃	0	0	1,75	kg	1.421	tons
NaSiO ₃ (sodiums ilicate)	12,5	12,5	7,76	kg	15.614	tons
Na ₂ SO ₃	4	4	2,67	kg	5.147	tons
H ₂ SO ₄	4,5	4,5	0	kg	3.347	tons
Talc	6,25	6,25	0	kg	4.649	tons
Sæbe	3,25	3,25	0	kg	2.417	tons
Alum	0,338	0,338	0	kg	251	tons
Stivelse	0,338	0,338	0	kg	251	tons
Farve	0,3	0,3	0	kg	223	tons
Defoamers	0,125	0,125	0	kg	93	tons
Sizing agents	18,275	18,275	0	kg	13.593	tons
Vandforbrug						
Vandforbrug	10,38	10,38	27,12	m ³	29.790.219	m ³

Affald						
slam	0,00	0,00	13,74	kg	11.187,14	tons
aske	0,00	91,80	26,54	kg	60.255,87	tons
farligt affald	0,00	0,00	1,18	kg	960,35	tons
residualer fra dansk papir- masseproduktion	172,18	0,00	0,00	kg	55.565,41	tons
andet affald	0,00	0,02	7,46	kg	6.082,76	tons
Emissioner til vand						
COD	2	2	10,42	kg	9.970	tons
BOD	0,075	0,075	0,64	kg	579	tons
TSS (Total suspended so- lids)	0,15	0,15	0,74	kg	713	tons
AOX som Cl	0,5	0,5	0,07	kg	427	tons
N-total	0,055	0,055	0,15	kg	159	tons
P-total	0,0055	0,0055	0,01	kg	16	Tons
EDTA eller DTPA	1,25	1,25	1,62	kg	2.245	tons
Cd	0	0	0,10	g	84	kg
Pb	0	0	0,70	g	566	kg
Cu	0	0	0,91	g	738	kg
Cr	0	0	0,54	g	441	kg
Ni	0	0	1,00	g	814	kg
Zn	0	0	13	g	10.747	kg
Emissioner til luft (fra CHP anlæg)						
CO ₂ emission	-	7,59	363,02	kg	298.713,73	tons
SO ₂ emission	-	0,02	0,93	kg	764,25	tons
NO _x emission	-	0,01	0,27	kg	225,35	tons

Figur c Opgørelse af forhold der påvirker miljøet i forbindelse med produktion af 814.060 tons jomfrumasse (100% tørstof) og 743.782 tons returmasse (100% tørstof).

I figur d er transport af råvarer til papirmasseproduktion udspecificeret.

Transport til papir- massefabrikker	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstof- indhold	Transport i tkm	Transport- middel
Returpapir	250	864.360	92%	234.880.435	Stor lastbil
Træ og savsmuld	200	1.327.546	45%	590.020.444	Stor lastbil

Figur d Opgørelse af transport til papirmasseproduktion.

Papirproduktion

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i bilag 12b og mængderne fra massestrømmen af papir i udgangssituationen vist i figur e.

Papir	Dansk produktion (tons)	Udenlandsk produktion (tons)
Papir	403.560	1.496.833

Figur e Tal fra massestrømmen af papir i udgangssituationen, som bruges til opgørelse af miljøforholdene i forbindelse med produktion af papir. Tallene i figuren er i 92% TS. Den samlede produktion af papir er 1.900.394 tons.

I figur f er forbrug af transport, energi, råvare og transport samt genereringen af affald og udledninger fra papirproduktion af 1.900.393 tons gennemsnitspapir (93% tørstof) vist. Denne mængde svarer til 1.767.366 tons gennemsnitspapir (100% tørstof) .

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	1.900.394 tons Gennemsnitspapir	Enhed
Transport				
Stor lastbil	Se figur g		15.835.300	tkm
Energi				
olie til CHP	14,936	kg	28.384	tons
gas til CHP	41,604	m ³	79.064.498	m ³
kul til CHP	9,423	kg	17.908	tons
biobrændsel til CHP	416,985	kg	792.436	tons
elektricitet	494,09	MJ	938.967	GJ
fjernvarme, Returnasse DK	1.270	MJ	2.414.092	GJ
Råvarer				
Fillers (CaCO ₃)	52,782	kg	100.307	tons
Coating (CaCO ₃)	10,707	kg	20.347	tons
Coating (Kaolin)	10,707	kg	20.347	tons
Sizing agents	26,155	kg	49.704	tons
Farve	0,197	kg	375	tons
Alum	4,490	kg	8.533	tons
Stivelse	4,490	kg	8.533	tons
Vandforbrug				
Vandforbrug	6	m ³	11.402.380	m ³
Affald				
Slam 100% TS	18,987	kg	36.082	tons
Slagge og aske	11,78	kg	22.385	tons
Andet, 100% TS	7,518	kg	14.287	tons

Emissioner til vand					
COD	1,622	kg		3.082	tons
BOD	0,324	kg		615	tons
TSS	0,473	kg		899	tons
AOX	0,007	kg		14,2	tons
N-total	0,194	kg		369	tons
P-total	0,010	kg		19,9	tons
Emissioner til luft					
CO ₂ emission	161,140	kg		306.229	tons
SO ₂ emission	0,412	kg		783	tons
NO _x emission	0,122	kg		231	tons

Figur f Opgørelse af forhold der påvirker miljøet i forbindelse med produktion af 1.900.393 tons gennemsnitspapir (93% tørstof).

I figur g er transport papirproduktion udspecificeret.

Transport af importeret papirmasse til danske papirfabrikker	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstofindhold	Transport i tkm	Transportmiddel
Returmasse	650	6.781	50%	8.815.300	Stor lastbil
Jomfrupapir masse	650	5.400	50%	7.020.000	Stor lastbil

Figur g Opgørelse af forhold der påvirker miljøet i forbindelse med produktion af 1.900.393 tons gennemsnitspapir (93% tørstof).

Papirvareerhverv

I figur h er transport til produktion af i alt 1.411.101 tons papirvarer (93% tørstof). Denne mængde svarer til 1.312.324 tons gennemsnitspapir (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	1.411.101 tons Papirvarer	Enhed
Stor lastbil	Se figur i	tkm	773.514.409	tkm

Figur h Opgørelse over transport til papirvareerhverv.

I figur i er transport til papirvareerhverv udspecificeret.

Transport til papirvareerhverv	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstofindhold	Transport i tkm	Transportmiddel
Dansk papir til danske papirvareerhverv	200	116.007	93%	24.947.742	Stor lastbil
Udenlandsk papir til dansk papirvareerhverv	600	1.044.390	93%	673.800.000	Stor lastbil
Udenlandsk papir til udenlandsk papirvareerhverv	200	347.665	93%	74.766.667	Stor lastbil

Figur i Opgørelse over transport til papirvareerhverv.

Forbrug

I figur j er transport af i alt 1.206.128 tons papirvare (93% tørstof) til danske forbruger vist. Denne mængde svarer til 1.121.699 tons papirvarer (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	1.206.128 tons Papirvare	Enhed
Stor lastbil	Se figur k	tkm	403.151.290	tkm
Lille lastbil	Se figur k	tkm	24.122.559	tkm

Figur j Opgørelse over transport til forbrug.

I figur k er transport til forbrug udspecificeret.

Transport til forbrugerne	Afstand i km	Mængde i (100% TS) tons	Tørstof-indhold	Transport	Transportmiddel
Danske papirvarer	234	814.450	93%	204.926.129 tkm	Stor lastbil
	20	814.450	93%	17.515.054 tkm	Lille lastbil
Udenlandske papirvarer	600	307.249	93%	198.225.161 tkm	Stor lastbil
	20	307.249	93%	6.607.505 tkm	Lille lastbil

Figur k Opgørelse over transport af papirvarer til de danske forbrugere.

Renholdning

I figur l er transport af 1.385.957 tons papiraffald og afskær (92% tørstof) og 111.130 tons residualer (50% TS) til og i renholdningssystemet vist. Denne mængde svarer til 1.330.645 tons papiraffald, afskær og residualer (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	Transport	Enhed
Stor lastbil	Se figur m	tkm	173.931.657	tkm
Lille lastbil	Se figur m	tkm	51.180.489	tkm

Figur l Opgørelse over transport i renholdningsfasen.

I figur m er transport i renholdningsfasen udspecificeret.

Transport i renholdningsfasen	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstofindhold	Transport i tkm	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald					
Residualer til forbrænding	190	55.565	50%	21.114.700	Stor lastbil
Returpapir til genindvinding	30	523.060	92%	17.056.304	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald					
Returpapir til genindvinding	50	131.345	92%	7.138.315	Lille lastbil
Blandet affald					
Blandet affald fra husholdning og erhverv til forbrænding	40	620.675	92%	26.985.870	Lille lastbil
Aske og slagger fra forbrænding					
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse	0	82.930	100%	0	Stor lastbil
Returpapir til eksport					
Returpapir til eksport	400	351.479	92%	152.816.957	Stor lastbil

Figur m Opgørelse over transport af papiraffald, afskær, residualer, returpapir til eksport samt aske og slagger i renholdningssystemet.

I figur n er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	674.647 tons papiraffald (92% TS) og 111.130 tons residualer (50% TS)	Enhed
Energi				
Produktion af el	3,024	GJ	2.040.132	GJ
Produktion af varme	7,687	GJ	5.186.009	GJ
Forbrug af el	4,11	MJ	2.819	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,322	kg	253,02	tons
natural gas (vol)	3,24	m ³	2.545.917	m ³
coal ETH	0,867	kg	681,27	tons
crude oil ETH	3,52	kg	2.766	tons
wood	0,00641	kg	5,04	tons
process water	1	m ³	785.776	m ³
iron (ore)	0,000384	kg	301,74	kg
limestone	13,7	kg	10.765	tons
SO2 secondary	0,000698	kg	548,47	kg
sand	0,000167	kg	131,22	kg
rock salt	0,494	kg	388,17	tons

Affald				
Aske og slagger	74,1	kg	82.930	tons
Emissioner til luft				
dust	72,7	g	57.126	kg
benzene	0,479	g	376,39	kg
PAH's	0,000793	g	0,62	kg
CxHy aromatic	0,907	g	712,70	kg
HALON-1301	0,000825	g	0,65	kg
CxHy halogenated	0,00166	g	1,30	kg
methane	48,3	g	37.953	kg
non methane VOC	113	g	88.793	kg
CO2	21000	g	16.501.312	kg
CO	234	g	183.872	kg
ammonia	8,88	g	6.978	kg
HF	0,0283	g	22,24	kg
N2O	12,5	g	9.822	kg
HCl	44,7	g	35.124	kg
Sox (as SO2)	213	g	167.370	kg
Nox (as NO2)	721	g	566.545	kg
Pb	0,0894	g	70,25	kg
Cd	0,0061	g	4,79	kg
Mn	0,000243	g	0,19	kg
Ni	0,0081	g	6,36	kg
Hg	0,00899	g	7,06	kg
Zn	0,166	g	130,44	kg
metals	1,58	g	1.242	kg
dioxin (TEQ)	11,6	µg	9.115	mg
Emissioner til vand				
waste water	1,05E-6	m ³	0,825	m ³
BOD	0,0181	g	14,22	kg
COD	0,511	g	401,53	kg
AOX	0,000676	g	0,53	kg
suspended substances	13,8	g	10.843	kg
phenols	0,0234	g	18,39	kg
toluene	0,021	g	16,50	kg
PAH's	0,00225	g	1,77	kg
CxHy aromatic	0,152	g	119,44	kg
CxHy chloro	0,000196	g	0,15	kg
fats/oils	4,71	g	3.701	kg

DOC	0,0437	g	34,34	kg
TOC	73	g	57.361	kg
NH4+	14,2	g	11.158	kg
nitrate	8,72	g	6.851	kg
Kjeldahl-N	0,0628	g	49,35	kg
N-tot	0,364	g	286,02	kg
As	0,00227	g	1,78	kg
Cl-	3870	g	3.040.956	kg
cyanide	0,000692	g	0,54	kg
phosphate	0,104	g	81,72	kg
sulphate	157	g	123.367	kg
sulphide	0,00544	g	4,27	kg
anorg. dissolved subst.	1180	g	927.216	kg
Al	1,08	g	848,64	kg
Ba	0,518	g	407,03	kg
Pb	0,0192	g	15,09	kg
Cd	0,00117	g	0,92	kg
Cr	0,0124	g	9,74	kg
Fe	0,652	g	512,33	kg
Cu	0,0571	g	44,87	kg
Ni	0,00585	g	4,60	kg
Hg	0,00104	g	0,82	kg
Zn	0,0127	g	9,98	kg
metallic ions	1,23	g	966,51	kg

Figur n Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af papir.

Bilag 12d Scenarium 1: Øget genindvinding af papir

I dette bilag beskrives scenarium 1. Der foretages først en kortlægning af massestrømmen når genindvinding af papir og pap fra husholdninger øges fra 30% til 60% og genindvindingen fra virksomheder og institutioner øges fra 60% til 75%. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen og de beskrevne miljøforhold i bilag 12b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

Ved øget genindvinding flyttes papir og pap fra den blandede fraktion fra husholdninger og erhverv til genindvinding. De danske papirfabrikker bruger kun under halvdelen af det papir, der på nuværende tidspunkt bliver indsamlet i Danmark, resten bliver eksporteret. Den ekstra mængde udsorteret returpapir antages derfor at blive eksporteret til udenlandsk papirproduktion, idet det ikke ses som realistisk, at den danske papirproduktion bliver forøget på grund af øget returpapirindsamling. For at belyse effekterne af øget genindvinding antages det, at udenlandske papirfabrikker, der producerer til Danmark, erstatter jomfruelig papirmasse med returmasse produceret af den ekstra mængde returpapir, der bliver udsorteret i Danmark. Det vil sige, at papirproduktionen i Danmark forbliver uændret.

12d.1 Massestrøm

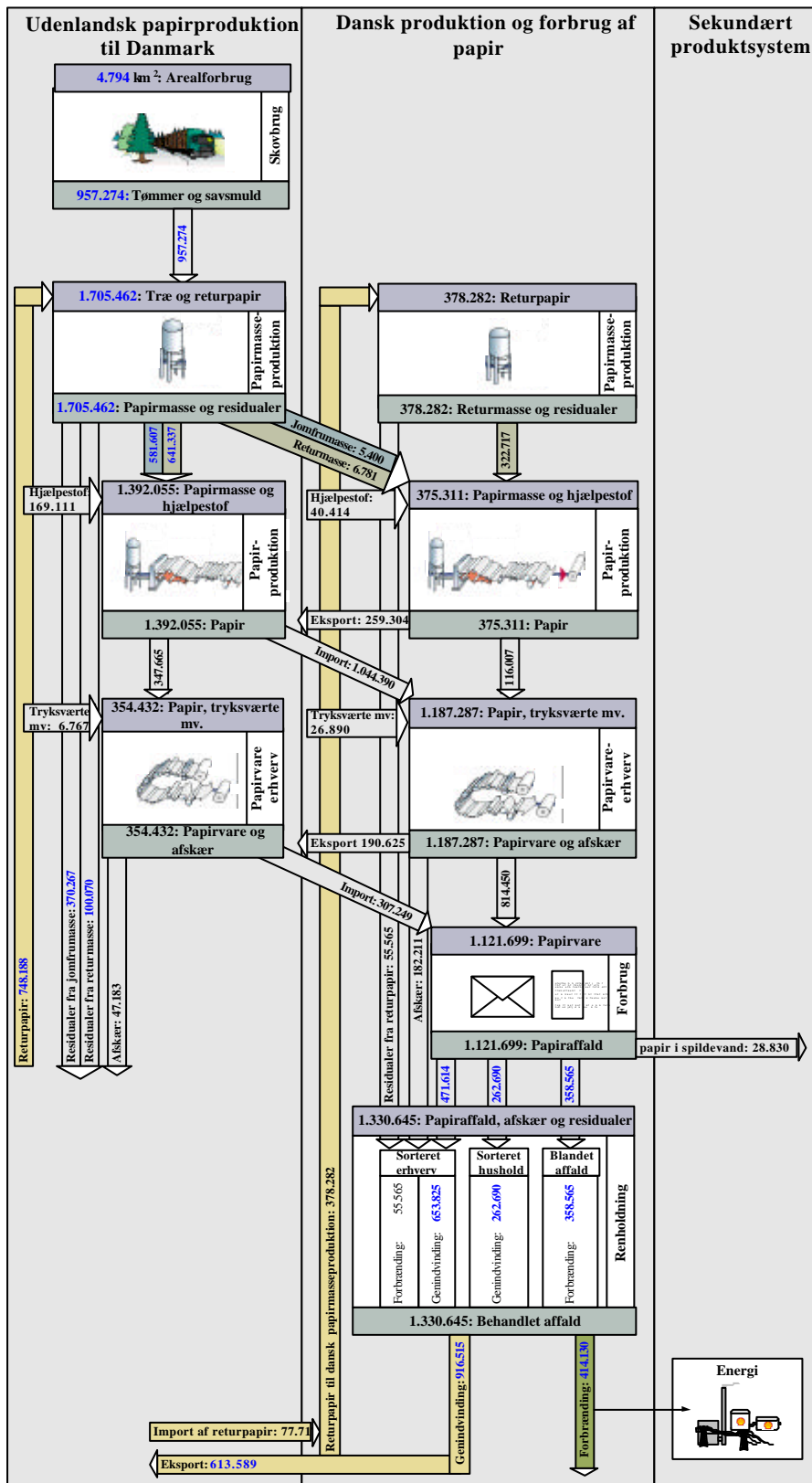
I Affald 21 er målsætningen for år 2004 at 60% af det papir og pap affald, der genereres i husholdningerne, skal genanvendes, og at 75% af det papir og pap affald, der genereres i virksomheder og offentlige og private institutioner skal genanvendes. Scenariet tager udgangspunkt i disse målsætninger. Udgangspunktet sammenlignet med scenarium 1 er vist i figur a.

Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation		Scenarium 1	
	Mængde i tons	Indsamlings-effektivitet	Mængde i tons	Indsamlings-effektivitet
Sorteret returpapir fra erhverv til genindvinding	523.060	60%	653.825	75%
Sorteret returpapir fra husholdninger til genindvinding	131.345	30%	262.690	60%
Papiraffald i blandet brændbart affald	620.675		358.565	
Total	1.275.080	51%	1.275.080	72%

Figur a Bortskaffelse af affaldspapir i udgangssituationen og i scenarium 1. De nye mængder i scenariet indebærer at den samlede genanvendelse bliver 72%, og at der flyttes 262.110 tons papiraffald fra den blandede fraktion til genindvinding.

Den øgede indsamling til genindvinding indebærer, at mængden af returpapir til returmasseproduktion i udlandet stiger med 262.110 tons fra 486.078 tons til 748.188 tons. Det medfører at returmasseproduktionen i udlandet stiger med 227.053 tons fra 414.284 tons til 641.337 tons. Dermed erstattes 227.053 tons jomfruelig papirmasse med returmasse. Dette medfører en ændring i arealforbruget til skov, som formindskes med 1.855 km² til 4.794 km², hvilket svarer til en reduktion på 28%. Ændringen i produktion af returmasse medfører desuden et fald i mængden af residualer ved papirmasseproduktionen i udlandet.

I figur b er massestrømmen af papir i scenarium 1 vist.



Figur b Massestrøm for scenarium 1 for papir, hvor genindvinding øges. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blå

12d.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 1. Miljøforholdene beregnes ud fra miljøforholdene beskrevet i bilag 12b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur b.

Skovbrug

I figur c er forbrug af råvarer og energi til dyrkning og skovning af 2.127.276 tons nåletræ (45% tørstof) vist. Denne mængde svarer til 957.274 tons nåletræ (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons Træ og savsmuld	Enhed	2.127.276 tons Træ og savsmuld	Enhed
Energiforbrug				
Diesellole til skovning	75	MJ	160	GJ
Råvareforbrug				
Pesticid	0,203	g	0,432	tons
Kvælstofgødning	88,8	g	189	tons
Kalk	592	g	1.259	tons

Figur c Energi- og råvareforbrug forbundet med dyrkning og skovning af 2.127.276 tons 45% tørstof nåletræ.

Papirmasseproduktion

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i bilag 12b og mængderne fra massestrømmen af papir i udgangssituationen vist i figur d.

Papirmasse	Dansk produktion (tons)	Udenlandsk produktion (tons)
Returmasse	322.717	648.118
Jomfruelig papirmasse	-	587.007

Figur d Tal fra massestrømmen af papir i udgangssituationen, som bruges til opgørelse af miljøforholdene i forbindelse med produktion af papirmasse. Tallene i figuren er i 100% TS. Den samlede produktion af papirmasse er 1.557.842 tons.

I figur e er forbrug af transport, energi, råvare og transport samt genereringen af affald og udledninger fra papirmasseproduktion af 970.835 tons returmasse (100% tørstof) og 587.007 gennemsnitlig jomfruelig papirmasse (100% tørstof) vist.

Forhold der påvirker miljøet	pr. tons Returmasse i Danmark	pr. tons Returmasse i udlandet	pr. tons Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse	Enhed	1.557.842 tons papirmasse	Enhed
Transport						
Stor lastbil	Se figur f	Se figur f	Se figur f		731.561.089	tkm
Energi						
olie til CHP	-	0,704	33,648	kg	20.208	tons
gas til CHP	-	1,960	93,726	m ³	56.288.339	m ³
kul til CHP	-	0,444	21,229	kg	12.749	tons

biobrændsel til CHP	-	19,647	939,384	kg	564.158	tons
elektricitet	1.200	1.107	1.213	MJ	1.816.633	GJ
fjernvarme, Returnmasse DK	222	-	-	MJ	71.643	GJ
Råvarer						
NaOH	7,5	7,5	19,91	kg	18.968	tons
O ₂	0	0	4,76	kg	2.793	tons
NaClO ₃	0	0	9,53	kg	5.595	tons
EDTA eller DTPA	1,25	1,25	1,62	kg	2.162	tons
S	0,03	0,03	2,02	kg	1.215	tons
SO ₂	0	0	4,48	kg	2.627	tons
H ₂ O ₂	7,5	7,5	12,35	kg	14.528	tons
O ₃	0	0	0,85	kg	498	tons
MgSO ₄	0	0	0,41	kg	240	tons
CaO (calciumoxid)	0	0	4,09	kg	2.398	tons
MgO	0	0	1,35	kg	790	tons
NaHSO ₃	0	0	1,75	kg	1.025	tons
NaSiO ₃ (sodiumsilicate)	12,5	12,5	7,76	kg	16.691	tons
Na ₂ SO ₃	4	4	2,67	kg	5.449	tons
H ₂ SO ₄	4,5	4,5	0	kg	4.369	tons
Talc	6,25	6,25	0	kg	6.068	tons
Sæbe	3,25	3,25	0	kg	3.155	tons
Alum	0,338	0,338	0	kg	328	tons
Stivelse	0,338	0,338	0	kg	328	tons
Farve	0,3	0,3	0	kg	291	tons
Defoamers	0,125	0,125	0	kg	121	tons
Sizing agents	18,275	18,275	0	kg	17.742	tons
Vandforbrug						
Vandforbrug	10,38	10,38	27,12	m ³	25.989.284	m ³
Affald						
slam	0,00	0,00	13,74	kg	8.067	tons
aske	0,00	91,80	26,54	kg	75.074	tons
farligt affald	0,00	0,00	1,18	kg	692	tons
residualer fra dansk papirmas- seproduktion	172,18	0,00	0,00	kg	55.565	tons
andet affald	0,00	0,02	7,46	kg	4.395	tons
Emissioner til vand						
COD	2	2	10,42	kg	8.058	tons
BOD	0,075	0,075	0,64	kg	450	tons
TSS (Total suspended solids)	0,15	0,15	0,74	kg	579	tons

AOX som Cl	0,5	0,5	0,07	kg	525	tons
N-total	0,055	0,055	0,15	kg	139	tons
P-total	0,0055	0,0055	0,01	kg	13,9	Tons
EDTA eller DTPA	1,25	1,25	1,62	kg	2.162	tons
Cd	0	0	0,10	g	60,3	kg
Pb	0	0	0,70	g	408	kg
Cu	0	0	0,91	g	532	kg
Cr	0	0	0,54	g	318	kg
Ni	0	0	1,00	g	587	kg
Zn	0	0	13	g	7.750	kg
Emissioner til luft (fra CHP anlæg)						
CO ₂ emission	-	7,59	363,02	kg	218.014	tons
SO ₂ emission	-	0,02	0,93	kg	558	tons
NO _x emission	-	0,01	0,27	kg	164	tons

Figur e Opgørelse af forhold der påvirker miljøet i forbindelse med produktion af 587.007 tons jomfrumasse (100% tørstof) og 970.835 tons returmasse (100% tørstof).

I figur f er transport af råvarer til papirmasseproduktion udspecificeret.

Transport til papirmassefabrikker	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstof-indhold	Transport i tkm	Transport-middel
Returpapir	250	1.126.470	92%	306.105.978	Stor lastbil
Træ og savsmuld	200	957.274	45%	425.455.111	Stor lastbil

Figur f Opgørelse af transport til papirmasseproduktion.

Papirproduktion, Papirvareerhverv og Forbrugsfasen

I disse enhedsprocesser ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier der er præsenteret i bilag 12c.

Renholdning

I figur g er transport af 1.385.957 tons papiraffald og afskær (92% tørstof) og 111.130 tons residualer (50% TS) til og i renholdningssystemet vist. Denne mængde svare til 1.330.645 tons papiraffald, afskær og residualer (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	1.385.957 tons papiraffald (92% TS) og 111.130 tons residualer (50% TS)	Enhed
Stor lastbil	Se figur h		287.892.526	tkm
Lille lastbil	Se figur h		51.186.793	tkm

Figur g Opgørelse over transport i renholdningsfasen.

I figur h er transport i renholdningsfasen udspecificeret.

Transport i renholdningsfasen	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstofindhold	Transport i tkm	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald					
Residualer til forbrænding	190	55.565	50%	21.114.700	Stor lastbil
Returpapir til genindvinding	30	653.825	92%	21.320.380	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald					
Returpapir til genindvinding	50	262.690	92%	14.276.630	Lille lastbil
Blandet affald					
Blandet affald fra husholdning og erhverv til forbrænding	40	358.565	92%	15.589.783	Lille lastbil
Aske og slagger fra forbrænding					
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse	0	61.819	100%	0	Stor lastbil
Returpapir til eksport					
Returpapir til eksport	400	613.589	92%	266.777.826	Stor lastbil

Figur h Opgørelse over transport af papiraffald, afskær, residualer, aske og slagger samt returpapir til eksport.

I figur i er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	389.745 tons papiraffald (92% TS) og 111.130 tons residualer (50% TS)	Enhed
Energi				
Produktion af elektricitet	3,024	GJ	1.178.588	GJ
Produktion af varme	7,687	GJ	2.995.966	GJ
Forbrug af el	4,11	MJ	2.059	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,322	kg	161,28	tons
natural gas (vol)	3,24	m ³	1.622.834	m ³
coal ETH	0,867	kg	434,26	tons
crude oil ETH	3,52	kg	1.763	tons
wood	0,00641	kg	3,21	tons
process water	1	m ³	500.875	m ³
iron (ore)	0,000384	kg	192,34	kg
limestone	13,7	kg	6.861	tons
SO2 secondary	0,000698	kg	349,61	kg
sand	0,000167	kg	83,65	kg
rock salt	0,494	kg	247,43	tons
Affald				

Aske og slagger	74,1	kg	61.819	tons
Emissioner til luft				
dust	72,7	g	36.413	kg
benzene	0,479	g	239,92	kg
PAH's	0,000793	g	0,40	kg
CxHy aromatic	0,907	g	454,29	kg
HALON-1301	0,000825	g	0,41	kg
CxHy halogenated	0,00166	g	0,83	kg
methane	48,3	g	24.192	kg
non methane VOC	113	g	56.598	kg
CO2	21000	g	10.518.365	kg
CO	234	g	117.204	kg
ammonia	8,88	g	4.447	kg
HF	0,0283	g	14,17	kg
N2O	12,5	g	6.260	kg
HCl	44,7	g	22.389	kg
Sox (as SO2)	213	g	106.686	kg
Nox (as NO2)	721	g	361.130	kg
Pb	0,0894	g	44,78	kg
Cd	0,0061	g	3,06	kg
Mn	0,000243	g	0,12	kg
Ni	0,0081	g	4,06	kg
Hg	0,00899	g	4,50	kg
Zn	0,166	g	83,15	kg
metals	1,58	g	791,38	kg
dioxin (TEQ)	11,6	µg	5.810	mg
Emissioner til vand				
waste water	1,05E-6	m ³	0,526	m ³
BOD	0,0181	g	9,07	kg
COD	0,511	g	255,95	kg
AOX	0,000676	g	0,34	kg
suspended substances	13,8	g	6.912	kg
phenols	0,0234	g	11,72	kg
toluene	0,021	g	10,52	kg
PAH's	0,00225	g	1,13	kg
CxHy aromatic	0,152	g	76,13	kg
CxHy chloro	0,000196	g	0,10	kg
fats/oils	4,71	g	2.359	kg
DOC	0,0437	g	21,89	kg

TOC	73	g	36.563	kg
NH4+	14,2	g	7.112	kg
nitrate	8,72	g	4.367	kg
Kjeldahl-N	0,0628	g	31,45	kg
N-tot	0,364	g	182,32	kg
As	0,00227	g	1,14	kg
Cl-	3870	g	1.938.384	kg
cyanide	0,000692	g	0,35	kg
phosphate	0,104	g	52,09	kg
sulphate	157	g	78.637	kg
sulphide	0,00544	g	2,72	kg
anorg. dissolved subst.	1180	g	591.032	kg
Al	1,08	g	540,94	kg
Ba	0,518	g	259,45	kg
Pb	0,0192	g	9,62	kg
Cd	0,00117	g	0,59	kg
Cr	0,0124	g	6,21	kg
Fe	0,652	g	326,57	kg
Cu	0,0571	g	28,60	kg
Ni	0,00585	g	2,93	kg
Hg	0,00104	g	0,52	kg
Zn	0,0127	g	6,36	kg
metallic ions	1,23	g	616,08	kg

Figur i Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af papir og residualer fra papirmasseproduktionen i Danmark.

Bilag 12e Scenarium 2: Øget forbrænding af papir

I dette bilag beskrives scenarium 2. Der foretages først en kortlægning af massestrømmen, når udsortering af returpapir indstilles, og alt papiraffald bliver forbrændt sammen med blandet brændbart affald. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen og de beskrevne miljøforhold i bilag 12b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

Ved øget forbrænding flyttes papir og pap fra den sorterede fraktion returpapir til den blandede fraktion af brændbart affald. Dermed mister de danske papirfabrikker deres vigtigste råstof returpapir. Det er valgt at antage at de danske papirfabrikker ikke lukkes ned, men begynder at importere papirmasse således, at de kan opretholde deres nuværende produktion. For at vurdere effekterne af dette scenarium, er det desuden også valgt, at antage at den papirmasse, som de danske papirfabrikker importerer er jomfrueligpapirmasse. Det er desuden antaget, at returmasseproduktion til de udenlandske papirfabrikker nedsættes med den mængde returpapir som Danmark ikke længere eksporterer. Argumentet bag denne antagelse er, at hvis der bliver mindre returpapir på verdensmarkedet, så må returmasseproduktionen gå ned et eller andet sted i verden, og i dette scenarium ønskes det, at klarlægge hvilke konsekvenser mindre returpapir medfører. Det vil sige, at genbrugspapirproduktionen i Danmark bliver erstattet med jomfrupapirproduktion, og de udenlandske papirmassefabrikker, modtager 351.479 tons returpapir mindre, og dermed bliver en stor del af deres returmasseproduktionen erstattet med jomfrumasseproduktion.

12e.1 Massestrøm

Det ønskes at belyse effekterne ved at forbrænde i stedet for at genindvinde papiraffald. Dette gøres ved at stoppe alt udsortering af papir og pap og lade denne fraktion indgå i fraktionen blandet brændbart affald. Udgangssituationen sammenlignet med scenarium 2 er vist i figur a.

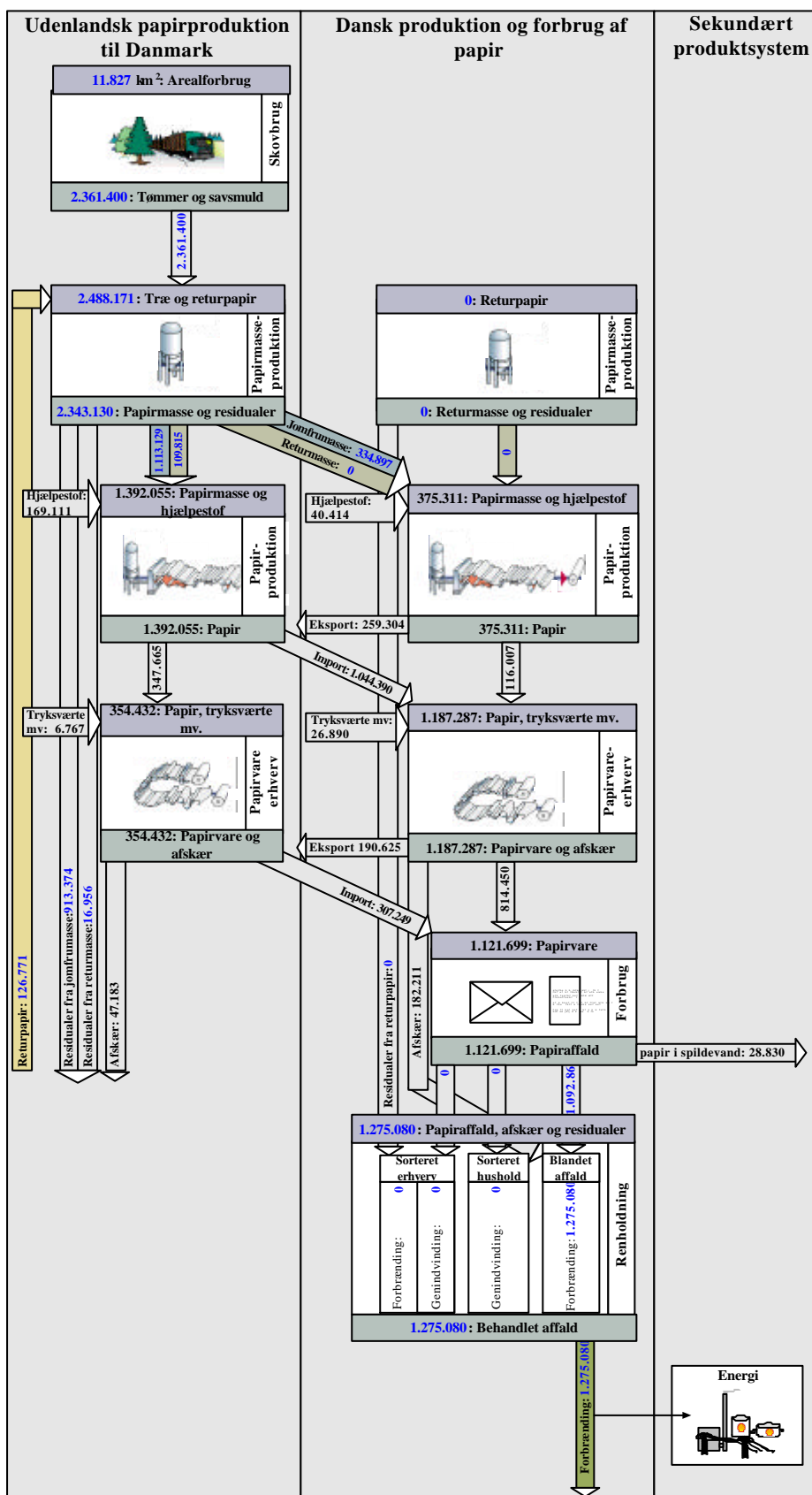
Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation		Scenarium 2	
	Mængde i tons	Andel	Mængde i tons	Andel
Sorteret returpapir fra erhverv til genindvinding	523.060	41%	0	0%
Sorteret returpapir fra husholdninger til genindvinding	131.345	10%	0	0%
Papiraffald i blandet brændbart affald	620.675	49%	1.275.080	100%
Total	1.275.080	100%	1.275.080	100%

Figur a Bortskaffelse af papiraffald i udgangssituationen og i scenarium 2. Scenariet indebærer at 654.405 tons returpapir flyttes fra genindvinding til den blandede brændbare fraktion. Tallene i figuren er i 100% tørstof.

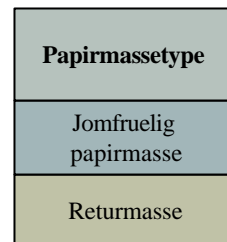
Afviklingen af returpapirindsamling i Danmark medfører at alt papiraffald bliver forbrændt. Dermed forbrændes 1.275.080 tons papiraffald, hvilket er 654.405 tons mere end i udgangspunktet. Papirfabrikkerne i Danmark bibeholder deres forbrug af papirmasse på 334.897 tons (100% TS), men nu importerer de hele mængden som jomfrumasse. De udenlandske papirmassefabrikker modtager 351.479 tons mindre returpapir,

og bruger dermed kun 126.771 tons returpapir. Således erstatter de udenlandske papirmassefabrikker 304.469 tons returmasse til udenlandske papirfabrikker med jomfrumasse, samtidig med dette skal de nu producere ekstra 334.897 tons jomfrumasse til de danske papirfabrikker. Denne øgede jomfrumasseproduktion resulterer i et større forbrug af træ, hvilket gør, at arealet til skovbrug øges med 5.178 km² fra 6.649 km² til 11.827 km², hvilket er en forøgelse på 78%. Herudover ændres mængden af residualer ved papirmasseproduktionen.

I figur b er massestrømmen af papir i scenarium 2 vist.



Figur b Massestrøm for scenarium 2 for papir, hvor forbrænding øges. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blå



12e.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 2. Miljøforholdene beregnes ud fra miljøforholdene beskrevet i bilag 12b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur b.

Skovbrug

I figur c er forbrug af råvarer og energi til dyrkning og skovning af 5.247.556 tons nåletræ (45% tørstof) vist. Denne mængde svare til 2.361.400 tons nåletræ (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons Træ og savsmuld	Enhed	5.247.556 tons Træ og savsmuld	Enhed
Energiforbrug				
Dieselolie til skovning	75	MJ	394	GJ
Råvareforbrug				
Pesticid	0,203	g	1,065	tons
Kvælstofgødning	88,8	g	466	tons
Kalk	592	g	3.107	tons

Figur c Energi- og råvareforbrug forbundet med dyrkning og skovning af 5.247.556 tons nåletræ (45% tørstof).

Papirmasseproduktion

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i bilag 12b og mængderne fra massestrømmen af papir i udgangssituationen vist i figur d.

Papirmasse	Dansk produktion (tons)	Udenlandsk produktion (tons)
Returmasse	0	109.815
Jomfruelig papirmasse	-	1.448.026

Figur d Tal fra massestrømmen af papir i udgangssituationen, som bruges til opgørelse af miljøforholdene i forbindelse med produktion af papirmasse. Tallene i figuren er i 100% TS. Den samlede produktion af papirmasse er 1.557.842 tons.

I figur e er forbrug af transport, energi, råvare og transport samt genereringen af affald og udledninger fra papirmasseproduktion af 109.815 tons returmasse (100% tørstof) og 1.448.026 tons gennemsnitlig jomfruelig papirmasse (100% tørstof) vist.

Forhold der påvirker miljøet	pr. tons Returmasse i Danmark	pr. tons Returmasse i udlandet	pr. tons Gennemsnitlig jomfruelig papirmasse	Enhed	1.557.842 tons papirmasse	Enhed
Transport						
- Stor lastbil	Se figur f	Se figur f	Se figur f		1.083.959.752	tkm
Energi						
- olie til CHP	-	0,704	33,648	kg	48.800	tons
- gas til CHP	-	1,960	93,726	m ³	135.933.052	m ³
- kul til CHP	-	0,444	21,229	kg	30.789	tons

- biobrændsel til CHP	-	19,647	939,384	kg	1.362.409	tons
- elektricitet	1.200	1.107	1.213	MJ	1.877.934	GJ
- fjernvarme, Returnasse DK	222,000	-	-	MJ	0	GJ
Råvarer						
- NaOH	7,5	7,5	19,91	kg	29.653	tons
- O ₂	0	0	4,76	kg	6.890	tons
- NaClO ₃	0	0	9,53	kg	13.802	tons
- EDTA eller DTPA	1,25	1,25	1,62	kg	2.477	tons
- S	0,03	0,03	2,02	kg	2.928	tons
- SO ₂	0	0	4,48	kg	6.480	tons
- H ₂ O ₂	7,5	7,5	12,35	kg	18.700	tons
- O ₃	0	0	0,85	kg	1.230	tons
- MgSO ₄	0	0	0,41	kg	592	tons
- CaO (calciumoxid)	0	0	4,09	kg	5.915	tons
- MgO	0	0	1,35	kg	1.950	tons
- NaHSO ₃	0	0	1,75	kg	2.528	tons
- NaSiO ₃ (sodiumsilicate)	12,5	12,5	7,76	kg	12.609	tons
- Na ₂ SO ₃	4	4	2,67	kg	4.302	tons
- H ₂ SO ₄	4,5	4,5	0	kg	494	tons
- Talc	6,25	6,25	0	kg	686	tons
- Sæbe	3,25	3,25	0	kg	357	tons
- Alum	0,338	0,338	0	kg	37,1	tons
- Stivelse	0,338	0,338	0	kg	37,1	tons
- Farve	0,3	0,3	0	kg	32,9	tons
- Defoamers	0,125	0,125	0	kg	13,7	tons
- Sizing agents	18,275	18,275	0	kg	2.007	tons
Vandforbrug						
- Vandforbrug	10,38	10,38	27,12	m ³	40.402.990	m ³
Affald						
- slam	0,00	0,00	13,74	kg	19.899	tons
- aske	0,00	91,80	26,54	kg	48.506	tons
-farligt affald	0,00	0,00	1,18	kg	1.708	tons
- residualer fra dansk papirmas- seproduktion	172,18	0,00	0,00	kg	0	tons
- andet affald	0,00	0,02	7,46	kg	10.804	tons
Emissioner til vand						
- COD	2	2	10,42	kg	15.309	tons
- BOD	0,075	0,075	0,64	kg	940	tons
- TSS (Total suspended solids)	0,15	0,15	0,74	kg	1.086	tons

- AOX som Cl	0,5	0,5	0,07	kg	153	tons
- N-total	0,055	0,055	0,15	kg	216	tons
- P-total	0,0055	0,0055	0,01	kg	21,8	tons
- EDTA eller DTPA	1,25	1,25	1,62	kg	2.477	tons
- Cd	0	0	0,10	g	149	kg
- Pb	0	0	0,70	g	1.007	kg
- Cu	0	0	0,91	g	1.313	kg
- Cr	0	0	0,54	g	784	kg
- Ni	0	0	1,00	g	1.448	kg
- Zn	0	0	13	g	19.117	kg
Emissioner til luft (fra CHP anlæg)						
- CO ₂ emission	-	7,59	363,02	kg	526.490	tons
- SO ₂ emission	-	0,02	0,93	kg	1.347	tons
- NO _x emission	-	0,01	0,27	kg	397	tons

Figur e Opgørelse af forhold der påvirker miljøet i forbindelse med produktion af 109.815 tons returmasse (100% tørstof) og 1.448.026 tons returmasse (100% tørstof).

I figur f er transport af råvarer til papirmasseproduktion udspecificeret.

Transport til papirmassefabrikker	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstof-indhold	Transport i tkm	Transportmiddel
Returpapir	250	126.771	92%	34.448.641	Stor lastbil
Træ og savsmuld	200	2.361.400	45%	1.049.511.111	Stor lastbil

Figur f Opgørelse af transport til papirmasseproduktion.

Papirproduktion, Papirvareerhverv og Forbrugsfasen

I disse enhedsprocesser ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier der er præsenteret i bilag 12c.

Renholdning

I figur g er transport af 1.385.957 tons papiraffald og afskær (92% tørstof) vist. Denne mængde svare til 1.275.080 tons papiraffald og afskær (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	1.385.956 tons papiraffald (92% TS) og 0 tons residualer	Enhed
- Stor lastbil	Se figur h		0	tkm
- Lille lastbil	Se figur h		69.297.826	tkm

Figur g Opgørelse over transport i renholdningsfasen.

I figur h er transport i renholdningsfasen udspecificeret.

Transport i renholdningsfasen	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstofindhold	Transport i tkm	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald					
Residualer til forbrænding	190	0	50%	0	Stor lastbil
Returpapir til genindvinding	30	0	92%	0	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald					
Returpapir til genindvinding	40	0	92%	0	Lille lastbil
Blandet affald					
Blandet affald fra husholdning og erhverv til forbrænding	50	1.275.080	92%	69.297.826	Lille lastbil
Aske og slagger fra forbrænding					
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse	0	102.699	100%	0	Stor lastbil
Returpapir til eksport					
Returpapir til eksport	400	0	92%	0	Stor lastbil

Figur h Opgørelse over transport af papiraffald, afskær, residualer, returpapir til eksport samt asker og slagger til og i renholdningssystemet.

I figur i er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	1.385.957 tons papiraffald (92% TS) og 0 tons residualer	Enhed
Energi				
Produktion af elektricitet	3,024	GJ	4.191.133	GJ
Produktion af varme	7,687	GJ	10.653.848	GJ
Forbrug af el	4,11	MJ	5.696	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,322	kg	446,28	tons
natural gas (vol)	3,24	m ³	4.490.499	m ³
coal ETH	0,867	kg	1.201,62	tons
crude oil ETH	3,52	kg	4.878,57	tons
wood	0,00641	kg	8,88	tons
process water	1	m ³	1.385.956,52	m ³
iron (ore)	0,000384	kg	532,21	kg
limestone	13,7	kg	18.987,60	tons
SO2 secondary	0,000698	kg	967,40	kg
sand	0,000167	kg	231,45	kg
rock salt	0,494	kg	684,66	tons

Affald			
Aske og slagger	65,5	kg	102.699 tons
Emissioner til luft			
dust	72,7	g	100.759 kg
benzene	0,479	g	664 kg
PAH's	0,000793	g	1,10 kg
CxHy aromatic	0,907	g	1.257,06 kg
HALON-1301	0,000825	g	1,14 kg
CxHy halogenated	0,00166	g	2,30 kg
methane	48,3	g	66.941 kg
non methane VOC	113	g	156.613 kg
CO2	21000	g	29.105.086 kg
CO	234	g	324.313 kg
ammonia	8,88	g	12.307 kg
HF	0,0283	g	39,22 kg
N2O	12,5	g	17.324 kg
HCl	44,7	g	61.952 kg
Sox (as SO2)	213	g	295.208 kg
Nox (as NO2)	721	g	999.274 kg
Pb	0,0894	g	124 kg
Cd	0,0061	g	8,45 kg
Mn	0,000243	g	0,34 kg
Ni	0,0081	g	11,2 kg
Hg	0,00899	g	12,5 kg
Zn	0,166	g	230,07 kg
metals	1,58	g	2.189 kg
dioxin (TEQ)	11,6	µg	16.077 mg
Emissioner til vand			
waste water	1,05E-6	m ³	1,46 m ³
BOD	0,0181	g	25,1 kg
COD	0,511	g	708 kg
AOX	0,000676	g	0,94 kg
suspended substances	13,8	g	19.126 kg
phenols	0,0234	g	32,43 kg
toluene	0,021	g	29,1 kg
PAH's	0,00225	g	3,12 kg
CxHy aromatic	0,152	g	210 kg
CxHy chloro	0,000196	g	0,27 kg
fats/oils	4,71	g	6.527 kg

DOC	0,0437	g	60,57	kg
TOC	73	g	101.174	kg
NH4+	14,2	g	19.680	kg
nitrate	8,72	g	12.085	kg
Kjeldahl-N	0,0628	g	87,04	kg
N-tot	0,364	g	504	kg
As	0,00227	g	3,15	kg
Cl-	3870	g	5.363.651	kg
cyanide	0,000692	g	0,96	kg
phosphate	0,104	g	144	kg
sulphate	157	g	217.595	kg
sulphide	0,00544	g	7,54	kg
anorg. dissolved subst.	1180	g	1.635.428	kg
Al	1,08	g	1.496	kg
Ba	0,518	g	717,93	kg
Pb	0,0192	g	26,61	kg
Cd	0,00117	g	1,62	kg
Cr	0,0124	g	17,19	kg
Fe	0,652	g	903,64	kg
Cu	0,0571	g	79,1	kg
Ni	0,00585	g	8,11	kg
Hg	0,00104	g	1,44	kg
Zn	0,0127	g	17,6	kg
metallic ions	1,23	g	1.704	kg

Figur i Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af papir.

Bilag 12f Scenarium 3: Øget deponering af papir

I dette bilag beskrives scenarium 3. Der foretages først en kortlægning af massestrømmen når papiraffald bliver deponeret i stedet for at blive forbrændt. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen og de beskrevne miljøforhold i bilag 12b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

Ved øget deponering flyttes alt papir og pap fra forbrænding til deponering. Dette gøres for at belyse forskellene mellem deponering og forbrænding. Scenariet indebærer, at hele den blandede fraktion, der normalt sendes til forbrænding, i stedet deponeres. Der sker i scenariet kun ændringer i renholdningsfasen.

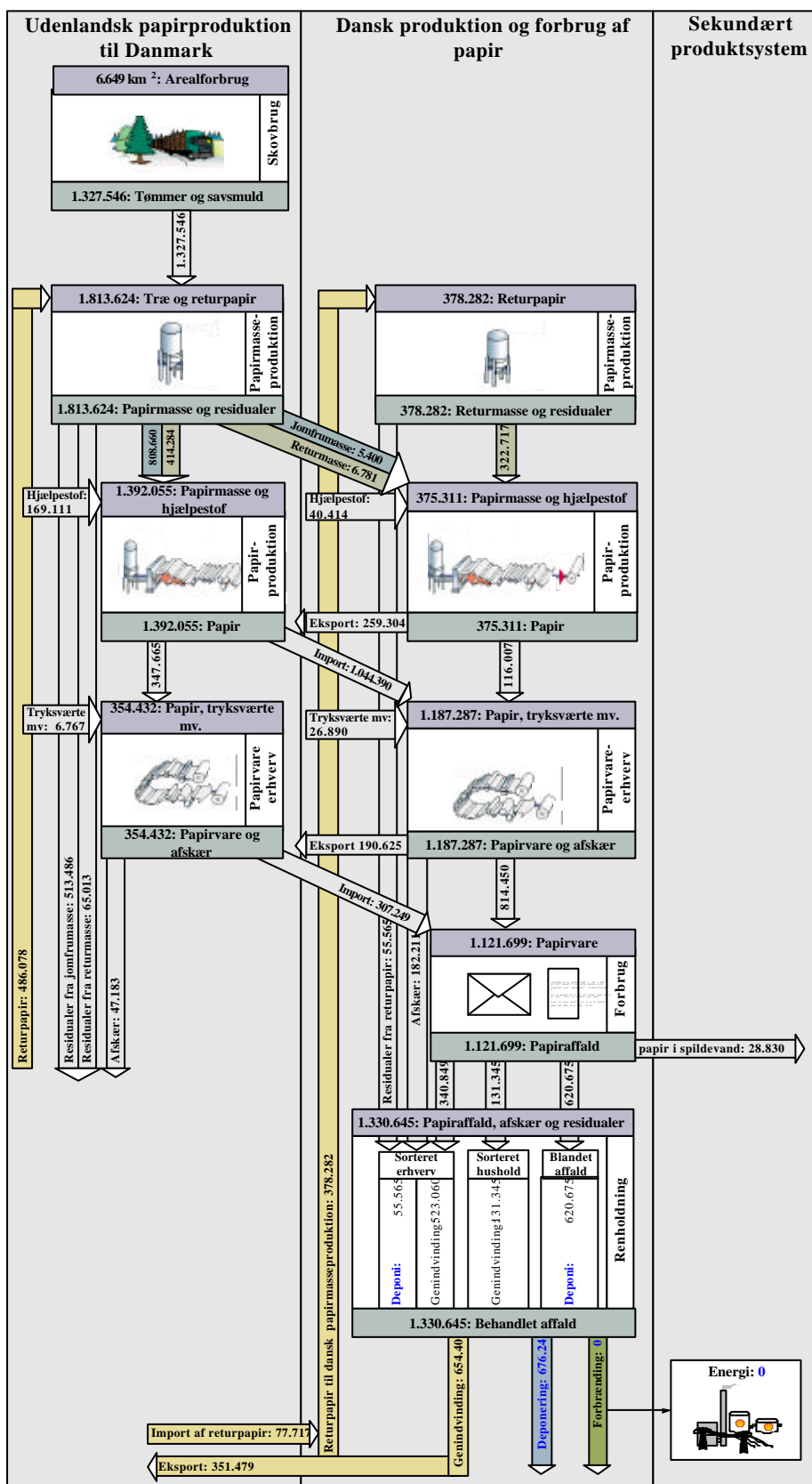
12f.1 Massestrøm

Det ønskes at belyse effekterne ved at deponere i stedet for at forbrænde papiraffald. Udgangssituationen sammenlignet med scenarium 3 er vist i figur a.

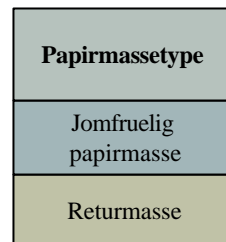
Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation (tons 100% TS)	Scenarium 3 (tons 100% TS)
Papiraffald i blandet brændbart affald til forbrænding	620.675	-
Sorterede residualer fra erhverv til forbrænding	55.565	-
Papiraffald i blandet brændbart affald til deponering	-	620.675
Sorterede residualer fra erhverv til deponering	-	55.565

Figur a Bortskaffelse af papiraffald i udgangssituationen og i scenarium 3. Scenariet indebærer at 676.240 tons papiraffald og residualer (100% tørstof) fra papirmasseproduktionen flyttes fra forbrænding til deponering.

I figur b er massestrømmen af papir i scenarium 3 vist.



Figur b Massestrøm for scenarium 3 for papir, hvor deponering øges. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blå



12f.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 3. Miljøforholdene beregnes ud fra miljøforholdene beskrevet i bilag 12b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur b.

Skovbrug, papirmasseproduktion, papirproduktion, papirvareerhverv og forbrug

I disse enhedsprocesser ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier der er præsenteret i bilag 12c.

Renholdning

I figur c er transport af 1.385.957 tons papiraffald og afskær (92% tørstof) og 111.130 tons residualer (50% TS) til og i renholdningssystemet vist. Denne mængde svare til 1.330.645 tons papiraffald, afskær og residualer (100% tørstof).

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	Transport	Enhed
- Stor lastbil	Se figur d		153.928.257	tkm
- Lille lastbil	Se figur d		44.434.022	tkm

Figur c Opgørelse over transport i renholdningsfasen.

I figur d er transport i renholdningsfasen udspecificeret.

Transport i renholdningsfasen	Afstand i km	Mængde i tons (100% TS)	Tørstofindhold	Transport i tkm	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald					
Residualer til deponering	10	55.565	50%	1.111.300	Stor lastbil
Returpapir til genindvinding	30	523.060	92%	17.056.304	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald					
Returpapir til genindvinding	50	131.345	92%	7.138.315	Lille lastbil
Blandet affald					
Blandet affald fra husholdning og erhverv til deponering	30	620.675	92%	20.239.402	Lille lastbil
Aske og slagger fra forbrænding					
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse	0	0	100%	0	Stor lastbil
Returpapir til eksport					
Returpapir til eksport	400	351.479	92%	152.816.957	Stor lastbil

Figur d Opgørelse over transport af papiraffald, afskær, residualer, returpapir til eksport samt aske og slagger til og i renholdningssystemet.

I figur e er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	674.647 tons papiraffald (92% TS) og 111.130 tons residualer (50% TS)	Enhed
Energi				
Forbrug af el	49,9	MJ	39.210	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,298	kg	234	tons
natural gas (vol)	1,23	m ³	966.505	m ³
coal ETH	0,369	kg	28995	tons
crude oil ETH	5,25	kg	4.125	tons
wood	0,0036	kg	2,83	tons
process water	0,001	m ³	786	m ³
limestone	0,0021	kg	1,65	tons
Affald				
inert rest	74,1	kg	82.930	tons
Emissioner til luft				
dust	34	g	26.716	kg
benzene	0,0845	g	66,4	kg
PAH's	0,000474	g	0,37	kg
CxHy aromatic	0,145	g	113,94	kg
HALON-1301	0,00125	g	0,98	kg
CxHy halogenated	4,43E-5	g	0,03	kg
methane	28,8	g	22.630	kg
non methane VOC	103	g	80.935	kg
CO2	19600	g	15.401.224	kg
CO	82,6	g	64.905	kg
ammonia	19,1	g	15.008	kg
HF	0,0248	g	19,5	kg
N2O	1,21	g	951	kg
HCl	62,7	g	49.268	kg
Sox (as SO2)	1080	g	848.638	kg
Nox (as NO2)	260	g	204.301	kg
Pb	0,00253	g	1,99	kg
Cd	0,0039	g	3,06	kg
Mn	0,000121	g	0,10	kg
Ni	0,00959	g	7,54	kg

Hg	0,0197	g	15,5	kg
Zn	0,182	g	143	kg
metals	0,146	g	115	kg
dioxin (TEQ)	2,57E-7	µg	0,20	µg
Emissioner til vand				
BOD	0,0228	g	17,9	kg
COD	0,738	g	580	kg
AOX	0,00099	g	0,78	kg
suspended substances	16,3	g	12.808	kg
phenols	0,0348	g	27,35	kg
toluene	0,0313	g	24,59	kg
PAH's	0,00342	g	2,69	kg
CxHy aromatic	0,225	g	177	kg
CxHy chloro	0,000245	g	0,19	kg
fats/oils	7,02	g	5.516	kg
DOC	0,0143	g	11,2	kg
TOC	2260	g	1.775.855	kg
NH4+	1450	g	1.139.376	kg
nitrate	4690	g	3.685.292	kg
Kjeldahl-N	0,0931	g	73,2	kg
N-tot	0,539	g	424	kg
As	0,00142	g	1,12	kg
Cl-	4400	g	3.457.417	kg
cyanide	0,00101	g	0,79	kg
phosphate	13,4	g	10.529	kg
sulphate	2890	g	2.270.894	kg
sulphide	0,00796	g	6,25	kg
anorg. dissolved subst.	153	g	120.223	kg
Al	0,639	g	502	kg
Ba	0,705	g	554	kg
Pb	0,124	g	97,4	kg
Cd	0,203	g	160	kg
Cr	0,00834	g	6,55	kg
Fe	0,7	g	550	kg
Cu	5,88	g	4.620	kg
Ni	0,00376	g	2,95	kg
Hg	0,0116	g	9,12	kg
Zn	1,24	g	974	kg
metallic ions	1,68	g	1.320	kg

Emissioner til jord			
Pb	0,369	g	290 kg
Cd	0,0885	g	69,5 kg
carbon	1540	g	1.210.096 kg
P-tot	3,99	g	3.135 kg
Hg	0,0111	g	8,72 kg
N-tot	117	g	91.935 kg
Zn	4,32E-5	g	0,03 kg

Figur e Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering af papir.

Bilag 12g Kildehenvisninger

I dette bilag findes en detaljeret kildeangivelse for samtlige data brugt i opgørelsen af miljøforholdene ved produktion af papirmasse og masse.

Kilder til opgørelse af produktion af papirmasse

Forhold der påvirker miljøet	Kilde – returmasse	Kilde – kemisk		Kilde – halvkemisk	Kilde – mekanisk
		Sulfatpulp (89%)	Sulfitpulp (11%)		
Råvarer					
- NaOH		[BAT, 2000, s. 51]	[BAT, 2000, s. 136]	[BAT, 2000, s.182]	
- O ₂		[BAT, 2000, s. 51]	[BAT, 2000, s. 136]		
- NaClO ₃		[BAT, 2000, s. 51]			
- EDTA eller DTPA	[BAT, 2000, s. 241]	[BAT, 2000, s. 51]	[BAT, 2000, s. 136]	[BAT, 2000, s.182]	[BAT, 2000, s. 241]
- S		[BAT, 2000, s. 51]	[BAT, 2000, s. 136]		
- SO ₂		[BAT, 2000, s. 51]	[BAT, 2000, s. 136]	[BAT, 2000, s.182]	
- H ₂ O ₂	[BAT, 2000, s. 241]	[BAT, 2000, s. 51]	[BAT, 2000, s. 136]	[BAT, 2000, s.182]	[BAT, 2000, s. 241]
- O ₃		[BAT, 2000, s. 51]	[BAT, 2000, s. 136]		
- MgSO ₄		[BAT, 2000, s. 51]			
- CaO (calciumoxid)		[BAT, 2000, s. 51]			
- MgO			[BAT, 2000, s. 136]		
- NaHSO ₃					
- NaSiO ₃ (sodiumsilicate)				[BAT, 2000, s.182]	
- Na ₂ SO ₃				[BAT, 2000, s.182]	
- H ₂ SO ₄	[BAT, 2000, s. 241]				[BAT, 2000, s. 241]
- Talc	[BAT, 2000, s. 241]				[BAT, 2000, s. 241]
- Sæbe	[BAT, 2000, s. 241]				[BAT, 2000, s. 241]
- Alum	[BAT, 2000, s. 241]				[BAT, 2000, s. 241]
- Stivelse	[BAT, 2000, s. 232]				[BAT, 2000, s. 232]
- Farve	[BAT, 2000, s. 232]				[BAT, 2000, s. 232]
- Defoamers	[BAT, 2000, s. 232]				[BAT, 2000, s. 232]
- Sizing agents	[BAT, 2000, s. 232]				[BAT, 2000, s. 232]
Vandforbrug					
- Vandforbrug	[BAT, 2000, s. 239]	[BAT, 2000, s. iii]	[BAT, 2000, s. 132]	[BAT, 2000, s. 176]	[BAT, 2000, s. 239]

Affald					
- slam	[BAT, 2000, s. 234]	[BAT, 2000, s. 49]	[BAT, 2000, s. 139]	[BAT, 2000, s.175]	[BAT, 2000, s.174]
- aske og slagger	[BAT, 2000, s. 234]	se CHP anlæg	se CHP anlæg	se CHP anlæg	se CHP anlæg
- farligt affald	[BAT, 2000, s. 234]	[BAT, 2000, s. 49]	Antaget til samme værdi som sulfatpulp	[BAT, 2000, s.175]	[BAT, 2000, s.174]
- residualer fra dansk papirmasseproduktion	Massestrømsanalyse i bilag 12.a				
- andet	[BAT, 2000, s. 232 og 234]	[BAT, 2000, s. 49]	Antaget til samme værdi som sulfatpulp	[BAT, 2000, s.175]	[BAT, 2000, s.174]
Emissioner til vand					
- COD	[BAT, 2000, s. x]	[BAT, 2000, s. iii]	[BAT, 2000, s. vi]	[BAT, 2000, s. viii]	[BAT, 2000, s. viii]
- BOD	[BAT, 2000, s. x]	[BAT, 2000, s. iii]	[BAT, 2000, s. vi]	[BAT, 2000, s. viii]	[BAT, 2000, s. viii]
- TSS (Total suspended solids)	[BAT, 2000, s. x]	[BAT, 2000, s. iii]	[BAT, 2000, s. vi]	[BAT, 2000, s. viii]	[BAT, 2000, s. viii]
- AOX som Cl	[BAT, 2000, s. x]	[BAT, 2000, s. iii]	[BAT, 2000, s. vi]	[BAT, 2000, s. viii]	[BAT, 2000, s. viii]
- N-total	[BAT, 2000, s. x]	[BAT, 2000, s. iii]	[BAT, 2000, s. vi]	[BAT, 2000, s. viii]	[BAT, 2000, s. viii]
- P-total	[BAT, 2000, s. x]	[BAT, 2000, s. iii]	[BAT, 2000, s. vi]	[BAT, 2000, s. viii]	[BAT, 2000, s. viii]
- Cd		[BAT, 2000, s. 38]	[BAT, 2000, s. 136]		
- Pb		[BAT, 2000, s. 38]	[BAT, 2000, s. 136]		
- Cu		[BAT, 2000, s. 38]	[BAT, 2000, s. 136]		
- Cr		[BAT, 2000, s. 38]	[BAT, 2000, s. 136]		
- Ni		[BAT, 2000, s. 38]	[BAT, 2000, s. 136]		

Figur a Kildehenvisninger til data brugt i opgørelsen af forhold der påvirker miljøet ved produktion af papirmasse.

Kilder til opgørelse af papirproduktion

Forhold der påvirker miljøet	Avispapir	Bestrøget papir	Ubestrøget træfrit	Bølgepap	Æskekarton
Energi					
- Varme	(1)	[BAT, 2000, s. 411]	[BAT, 2000, s. 411]	[SCA, 2000; BAT, 2000, s. 341]	(2)
- Elektricitet	[BAT, 2000, s. 341]	[BAT, 2000, s. 411]	[BAT, 2000, s. 411]	[BAT, 2000, s. 341]	[BAT, 2000, s. 341]
Råvarer					
- Fillers (CaCO ₃)	[BAT, 2000, s. 330]	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 330]	(2)
- Coating (CaCO ₃)	[BAT, 2000, s. 330]	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 330]	(2)
- Coating (Kaolin)	[BAT, 2000, s. 330]	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 330]	(2)
- Sizing agents	Sættes til det samme som bølgepap.	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 328]	[SCA, 2000]	(2)
- Farve	[BAT, 2000, s. 330]	[BAT, 2000, s. 330]	[BAT, 2000, s. 330]	[SCA, 2000]	(2)
- Alum	Sættes til det samme som Bølgepap.	Sættes til det samme som Bølgepap.	Sættes til det samme som Bølgepap.	[SCA, 2000; Holm et al., 2002, bilag 10.d]	Sættes til det samme som Bølgepap.
- Stivelse	Sættes til det samme som Bølgepap.	Sættes til det samme som Bølgepap.	Sættes til det samme som Bølgepap.	[SCA, 2000; Holm et al., 2002, bilag 10.d]	Sættes til det samme som Bølgepap.
Vandforbrug					
Vandforbrug	Sættes til det samme som bestrøget papir og bølgepap.	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 328]	Sættes til det samme som bestrøget papir og bølgepap.	Sættes til det samme som bestrøget papir og bølgepap.
Affald					
- Slam 100% TS	(3)	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 328]	(4)	(2)
- Slagge og aske	se CHP anlæg	se CHP anlæg	se CHP anlæg	se CHP anlæg	se CHP anlæg
- Andet, 100% TS	(3)	[BAT, 2000, s. 328]	[BAT, 2000, s. 328]	[SCA, 2000]	(2)
Emissioner til vand					
COD	(3)	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. 378]	(2)
BOD	(3)	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. 378]	(2)
TSS	(3)	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. 378]	(2)
AOX	(3)	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. xii]	(4)	(2)
N-total	(3)	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. xii]	(4)	(2)
P-total	(3)	[BAT, 2000, s. xii]	[BAT, 2000, s. xii]	(4)	(2)

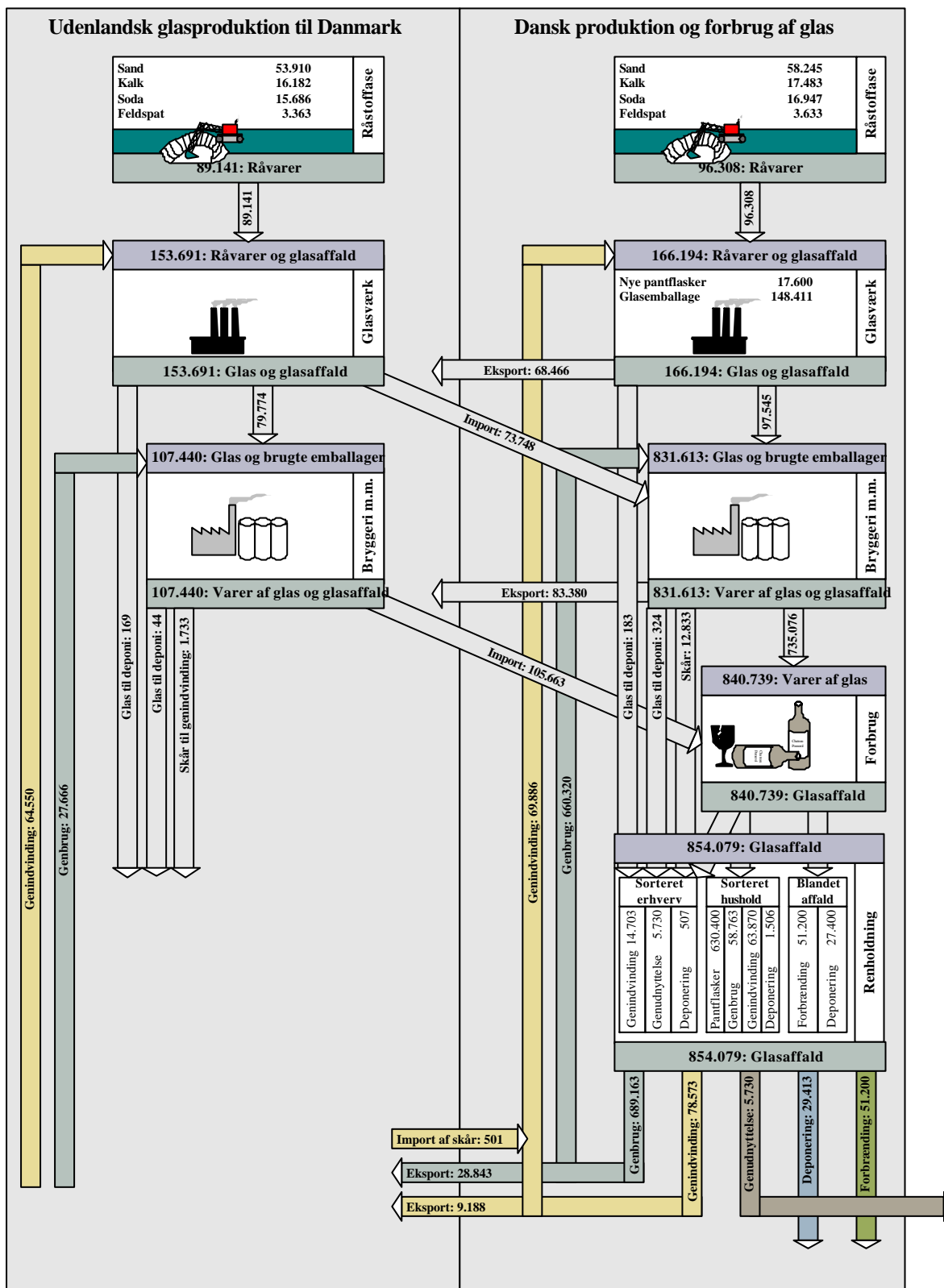
Figur b Kildehenvisninger til samtlige data brugt i opgørelsen af forhold der påvirker miljøet ved produktion af papir. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Denne værdi er beregnet på baggrund af elforbruget i [BAT, 2000, s. 341] og udfra de gennemsnitlige forholdstal mellem el og varme i bestrøget, ubestrøget og bølgepap.
2. Æskekarton sættes til et gennemsnit af bestrøget og bølgepap.
3. Avispapir sættes til et gennemsnit af ubestrøget og bølgepap.
4. Da COD, BOD og TSS for bølgepap er gennemsnitlig to gange større end værdierne for bestrøget og ubestrøget træfrit, så antages det, at slam, AOX, N- og P-total også er det.

Bilag 13a Massestrømsanalyse af glas

I dette bilag beskrives alle input og output i enhedsprocesserne i massestrømsanalysen af glas i eller til Danmark, som fremgår af figur 13.b i kapitel 13. Desuden beskrives beregninger og antagelser, der ligger til grund for massestrømsanalysen af imprægneret træ fra produktion til bortskaffelse. Det bør indledningsvis bemærkes, at langt størstedelen af massestrømmen af glas består af emballageglas, som fyldes på bryggerier, eller anvendes som emballage i andre virksomheder. Derfor benævnes påfyldnings-/forarbejdningsfasen i det følgende under ét som bryggerier m.m., selvom dette også er omfattet af vinduesfabrikker og andre virksomheder. Det vil sige, at der i fasen *bryggeri m.m.* både påfyldes emballageglas og forarbejdes planglas til vinduer. Da Holmegaard er det eneste glasværk i Danmark, benævnes glasværk i Danmark for Holmegaard. Der gøres endvidere opmærksom på, at enhedsprocesserne beskrives *nedefra* i produktsystemet og op. Det vil sige, at renholdningsfasen er det første der beskrives. Grunden til at beskrivelsen foretages i denne rækkefølge er, at der i massestrømsanalysen er taget udgangspunkt i disse tal således, at alle øvrige input og output er afhængige heraf.

I figur a er sammenfatningen af massestrømsanalysen af glas relateret til Danmarks glasaffald vist.



Figur a Massestrømmen af glas i og til Danmark.

13a.1 Renholdningsfasen

I renholdningsfasen indsamles glasaffald fra kilder, og distribueres videre til genanvendelse, forbrænding og deponering.

Output

Outputtet af glasaffald fra renholdningsfasen udgøres af i alt 854.079 tons glas til genanvendelse, forbrænding og deponering. Heraf sendes 689.163 tons til genbrug, 78.573 tons til genindvinding, 5.730 tons til genudnyttelse, 29.413 tons til deponering og 51.200 tons til forbrænding med fraktionen blandet affald.

Genbrug: De 689.163 tons flasker til genbrug fordeler sig på 630.400 tons pantflasker og 58.763 tons andre flasker til genbrug. Mængden af pantflasker der årligt forbruges i Danmark omfatter 100.000 tons sodavandsflasker og 540.000 tons ølflasker [Kaysen, 2001, s. 43]. 98,5% af disse flasker indsamles og genbruges igen [Pommer et al., 1995a, s. 67, 113]. Herved fås de 630.400 tons pantflasker til genbrug. De 58.763 tons flasker til genbrug fordeler sig på 29.920 tons til dansk genbrug, og 28.043 tons eksporteres til genbrug [Kaysen, 2001, s. 8].

Genindvinding: De 78.573 tons skår til genindvinding omfatter 63.870 tons skår fra sorteret husholdningsaffald, 12.833 tons bryggeriskår og 1.870 tons skår af planglas fra erhverv [Kaysen, 2001, s. 34]. Heraf eksporteres 9.188 tons som genindvindes i udlandet. De 1.870 tons planglas fordeler sig på 350 tons som eksporteres og 1.520 tons som genindvindes på Holmegaard [Kaysen, 2001, s. 33; Miljøstyrelsen, 1997a, s. 33].

Genudnyttelse: Den samlede mængde glas til genudnyttelse er 5.730 tons planglas. Glas genudnyttes som råstof til produktion af glasuld [Miljøstyrelsen, 1997a, s. 13]. De 5.730 tons er udregnet på baggrund af den samlede mængde planglas til genanvendelse på 7.600 tons fratrukket de 1.870 tons der går til genindvinding [Kaysen, 2001, s. 33; Miljøstyrelsen, 1997a, s. 33].

Deponering: Der deponeres i alt 29.413 tons kasseret glasaffald, som fordeler sig på 507 tons fra indsamlet erhvervsaffald fra bryggerier og glasværk, 1.506 tons i renholdningssystemet fra kommunale aktiviteter og flaskehandlere og 27.400 tons deponeret planglas. [Kaysen, 2001, s. 37]. De 27.400 tons planglas er bestemt ud fra at den samlede mængde glasaffald fra planglas er 35.000 tons, hvoraf 7.600 tons genanvendes [Miljøstyrelsen, 1997a, s. 33]. Mængden af planglas, der ikke bliver genanvendt, bliver deponeret [Miljøstyrelsen, 1997a, s. 33].

Forbrænding: Den samlede mængde glas til forbrænding på 51.200 tons udgøres af følgende glasfraktioner i den blandede fraktion: 41.600 tons emballageglas og 9.600 tons mistede pantflasker. De 41.600 emballageglas er estimeret i [Kaysen, 2001, s. 39]. De 9.600 tons mistede pantflasker er beregnet ud fra en spildprocent på 1,5% af de i alt 640.000 tons pantflasker. Spildprocenten, som gælder for sodavands- og ølflasker, er fra [Pommer et al., 1995a, s. 67, 113].

Input

Inputtet til renholdningsfasen er bestemt ud fra det samlede output fra denne fase på 854.079 tons, som tidligere beskrevet. Inputtet omfatter 20.940 tons sorteret erhvervsaffald, 78.600 tons blandet affald og 754.539 tons sorteret husholdningsaffald.

Sorteret erhvervsaffald: Det sorterede erhvervsaffald består af 12.833 tons skår til genindvinding fra bryggerierne, 183 tons kasserede skår til deponering fra glasværk, 324 tons kasserede skår til deponering fra bryggerierne samt 7.600 tons planglas fra entreprenører og glarmestre [Kaysen, 2001, s. 33, 37; Miljøstyrelsen, 1997a, s. 33]. Det skal bemærkes at tallet for indsamling af planglas er fra 1996.

Blandet affald: Der er i alt 78.600 tons blandet glasaffald, som fordeler sig på 27.400 tons ikke-sorteret planglas fra forskellige erhverv, 41.600 tons emballageglas og 9.600 tons mistede pantflasker.

De 41.600 tons emballageglas er estimeret i [Kaysen, 2001, s. 39]. De 27.400 tons planglas er bestemt ud fra, at den samlede mængde glasaffald fra planglas er 35.000 tons, hvoraf 7.600 tons genanvendes [Miljøstyrelsen, 1997a, s. 33]. De 9.600 tons mistede pantflasker er beregnet ud fra en spildprocent på 1,5% af de i alt 640.000 tons pantflasker. Spildprocenten, som gælder for sodavands- og ølflasker, er fra [Pommer et al., 1995a, s. 67, 113].

De 27.400 tons ikke-sorteret planglas fra forskellige erhverv forudsættes at høre ind under fraktionen diverse ikke brændbart. Dette begrundes med, at planglas, som deponeres, antages at blive deponeret sammen andet byggeaffald, som ikke sendes til forbrænding. De resterende 51.200 tons antages at forekomme i fraktionen blandet brændbart fra husholdninger. Dette skyldes at emballageglas, der ikke sendes til genanvendelse, stort set udelukkende vil gå tabt i husholdningslignende affald, som sendes til forbrænding.

Sorteret husholdningsaffald: Den samlede mængde sorterede husholdningsaffald er 754.539 tons, og består af 630.400 tons pantflasker, 58.763 tons andre genbrugsflasker og 65.376 tons indsamlede skår, hvoraf 1.506 tons kasseres og deponeres i renholdningssystemet.

Mængden af flasker, som sendes til genbrug, er beskrevet under outputs fra renholdningsfasen ovenfor. De 65.376 tons indsamlede skår er bestemt ud fra, at den samlede mængde skår og flasker til genindvinding, som er beskrevet ovenfor under outputs. Den samlede mængde skår til genindvinding er 78.573 tons, hvoraf 14.703 tons skår kommer fra sorteret erhverv. De 65.376 tons fordeler sig med 63.870 tons til genindvinding og 1.506 tons, som kasseres i forbindelse med flaskehandlere og kommunale aktiviteter, som deponeres [Kaysen, 2001, s. 37].

13a.2 Forbrugsfasen

I forbrugsfasen sker der ingenting med massestrømmen af glasvarer fra dansk og udenlandsk bryggeri m.m. bortset fra, at affaldet fordeles mellem sorteret husholdningsaffald og blandet affald.

Output

Outputtet på 840.739 tons er bestemt som summen af det sorterede erhvervs- og husholdningsaffald og det blandede affald i renholdningsfasen.

Input

Det samlede input til forbrugsfasen på 840.739 tons fordeler sig på en import af 105.663 tons fyldte emballager og 735.076 tons glasvarer og emballage fra danske bryggerier m.m.

De 735.076 tons fra danske bryggerier m.m. er bestemt ud fra en massebalance, hvor det samlede output fra forbrugsfasen på 840.739 tons, sammenholdes med importen på 105.663 tons [Jakobsen, 2001, s. 31]. Det antages, at alt importeret planglas sker til danske vinduesfabrikker, som herefter leverer færdige vinduer til det danske forbrug. Det vil sige, at der ikke importeres eller eksporteres forarbejdet planglas.

13a.3 Bryggeri m.m.

I denne fase modtages det producerede glas fra glasværkerne. Det færdige glas benyttes på bryggerier, i fødevarerindustrien, på vinduesfabrikker eller lignende. Der forekommer både import af tomme emballager og eksport af fyldte emballager.

Output - Danmark

Det samlede output på 831.613 tons består af 324 tons kasserede skår til deponering, 12.833 tons skår til genindvinding, 640.000 tons pantflasker, 35.000 tons planglas, 60.076 tons anden emballageglas til dansk forbrug og 83.380 tons eksporteret fyldt emballage. Således omsættes i alt I dansk bryggeri m.m. omsættes i alt 783.456 tons glasemballage og 35.000 planglas.

De 324 tons kasserede skår er frasorterede skår fra ødelagte genbrugsflasker [Kaysen, 2001, s. 37]. De 12.833 tons skår til genindvinding er opgjort i [Kaysen, 2001, s. 33], og fordeler sig på 8.000 tons fra knuste pantflasker og 4.833 fra øvrige knuste flasker til genbrug. Denne fordeling er udregnet, idet 1,25% af de indsamlede pantflasker går i stykker i genbrugsfasen. De 1,25% er regnet som et vægtet gennemsnit af spildprocenten for ølflasker som udgør 540.000 tons og sodavandsflasker som udgør 100.000 tons af de 640.000 tons pantflasker [Pommer et al., 1995a, s. 67, 113]. De 35.000 tons planglas svarer til det danske forbrug af planglas [Miljøstyrelsen, 1997a, s. 33]. Det skal bemærkes, at dette tal er fra 1996, hvor de øvrige tal er fra 1999. Eksporten på 83.380 er fra [Jakobsen, 2001, s. 29]. De 60.076 tons anden emballage til dansk forbrug er bestemt ud fra en massebalance, hvor det samlede input til forbrugsfasen fra danske bryggerier m.m. på 735.076 tons, som er beskrevet i afsnit 13a.2, fratrækkes de 640.000 tons pantflasker og 35.000 planglas.

Output – Udland

Outputtet fra udenlandsk bryggeri m.m. omfatter 44 tons kasserede skår til deponering, 1.733 tons skår til genindvinding og en eksport til Danmark på 105.663 tons.

Eksporten er beskrevet i afsnit 13a.2. Det forudsættes, at der i udlandet er den samme spildprocent som ved dansk bryggeri m.m.. I dansk bryggeri m.m. omsættes der 783.456 tons glasemballage. Spildet på danske bryggerier m.m. omfatter 324 tons kasserede skår til deponi 12.833 tons skår til genindvinding. Dette giver spildprocenter på 0,0413% kasserede skår til deponering og 1,64% skår til genindvinding i forhold til den mængde glasemballage, der produceres. Herved kan det ud fra eksporten på 105.663 tons og ovenstående spildprocenter beregnes, at der på udenlandske bryggerier m.m. kasseres 44 tons skår til deponering, og at der sendes 1.733 tons skår til genindvinding.

Input - Danmark

De samlede inputs til bryggeri m.m. i Danmark udgøres af 660.320 tons flasker til genbrug, en import på 73.748 tons og 97.545 tons glasemballager fra det danske glasværk.

Flasker til genbrug: Flasker til genbrug omfatter 630.400 tons pantflasker, som beskrevet i afsnit 13a.1, og 29.920 tons andre genbrugsflasker [Kaysen, 2001, s. 32].

Import: Da forbruget af planglas i Danmark er 35.000 tons, og det ikke produceres herhjemme, er importen af planglas 35.000 tons [Miljøstyrelsen, 1997a, s. 33]. Den resterende import af glas på 38.748 tons er fastsat ud fra en opgørelse over den samlede import af emballageglas på 144.411 tons i [Kaysen, 2001, s. 42] og en opgørelse over import af fyldte emballager på 105.653 tons i [Jakobsen, 2001, s. 29].

Glas fra det danske glasværk: Dette er fastsat ved en massebalance for enhedsprocessen, hvor det samlede output på 831.613 tons, som er beskrevet ovenfor i afsnittet om output fra danske bryggerier m.m., er sammenholdt med de inputtet af flasker til genbrug og import. Dette giver et input på 97.545 tons til bryggeri m.m. fra dansk produktion.

Input - Udland

I udlandet er det samlede input til bryggeri m.m. 107.440 tons, hvilket fordeler sig på 79.774 tons fra udenlandske glasværker og 27.666 tons genbrugte flasker. Det samlede input er bestemt ud fra det samlede output på 105.663 tons, der eksporteres til Danmark, 44 tons spild af glas til deponering 1.733 tons glas til genindvinding.

Genbrugsprocenten for glas importeret til Danmark har ikke været mulig at finde. Derfor regnes dette som forholdet mellem eksporterede flasker til genbrug fra Danmark og forbruget af vin- og spiritusflasker i Danmark. Mængden af eksporterede flasker til genbrug var 28.843 tons i 1999, og forbruget af vin- og spiritusflasker var 115.620 tons [Kaysen, 2001, s. 8]. Dette giver en genbrugsprocent af udenlandsk glas til Danmark på 25%. Herved bliver inputtet af genbrugsflasker 25% af 105.663 tons, hvilket udgør 27.666 tons. Inputtet af ny emballageglas til udenlandsk bryggeri m.m. kan så beregnes som produktionen på 105.663 tons fratrukket genbrugsflasker på 27.666 tons. Når der korrigeres for spild giver dette et input af ny emballageglas på 79.774 tons.

13a.4 Glasværk

Produktionsfasen omfatter smeltning og formgivning af råvarer. Det færdige glas afsættes herefter til bryggerier, fødevarerindustri, vinduesfabrikker eller lignende. Der forekommer eksport af tomme emballager.

Output – Danmark

Det samlede output på 166.194 tons består af 183 tons kasserede skår til deponering, 68.466 tons eksporteret tom emballage og 97.545 tons emballageglas til dansk bryggeri m.m.

Kasserede skår til deponering: De er 183 tons kasserede skår, som sendes til deponering [Kaysen, 2001, s. 37].

Eksport: Eksporten af glas på 68.466 tons er fastsat ud fra en opgørelse over den samlede eksport af emballageglas på 151.846 tons i [Kaysen, 2001, s. 42] og en opgørelse over eksport af fyldte emballager på 83.380 tons i [Jakobsen, 2001, s. 29]. Eksporten af glas fra Holmegaard regnes som differencen mellem den samlede eksport og eksporten af fyldte emballager.

Glas til bryggeri m.m.: De 97.545 tons fordeler sig på 17.600 tons nye pantflasker og 79.945 tons anden emballageglas.

De 17.600 tons nye pantflasker er fastsat idet, der årligt produceres, hvad der svarer til 2,75% af den samlede omsætning af pantflasker på 640.000 tons. Forudsætningen om at der produceres 2,75% nye pantflasker er baseret på tal fra 1995, hvor der produceres 2,7% nye ølflasker og 3,0% nye sodavandsflasker [Pommer et al., 1995a, s. 67, 113]. De 2,75% er fremkommet ved beregning af et vægtet gennemsnit af et forbrug på 540.000 tons ølflasker og 100.000 tons sodavandsflasker i 1999. Denne måde at beregne produktionen af nye pantflasker indebærer, at der ses bort fra den reelle produktion, som i 1999 var 25.600 tons [Kaysen, 2001, s. 42]. Årsagen til at der ses bort fra dette er, at der hvert år akkumuleres eller forsvinder en mængde flasker i samfundet. Herved kan de reelle tal for 1999 være udtryk for et udsving over tid, mens værdien på de 2,75% vurderes at være mere repræsentativ som et gennemsnit over længere tid. De resterende 79.945 tons anden emballageglas er bestemt ud fra, at inputtet på 97.545 tons til bryggeri m.m. fra det danske glasværk er kendt, hvilket er beskrevet i afsnit 13a.3. De 79.945 tons er beregnet som differencen mellem det samlede input på 97.545 tons og produktionen af pantflasker på 17.600 tons.

Output – Udland

Outputtet fra udenlandske glasværker på 153.691 tons omfatter 169 tons kasserede skår til deponering, 73.748 tons eksporteret til Danmark og 79.774 tons glasemballage afsat til udenlandske bryggerier m.m.

Glasemballage afsat til udenlandske bryggerier m.m. og eksport til Danmark er beskrevet i afsnit 13.3 under input til danske og udenlandske bryggerier m.m. Det forudsættes, at der i udlandet kasseres den samme andel af de indsamlede skår til genindvinding som på det danske glasværk. Andelen af skår til genindvinding af

råvareinputtet til udenlandsk glasproduktion fastsættes ud fra gennemsnittet for produktion af emballageglas i Europa, som er 42% [BAT, 2001, s. 76]. Da genindvindingsprocenten hermed er det samme for udenlandsk produktion som for dansk produktion, kan spildprocenten af skår i udlandet beregnes som forholdet mellem den danske mængde af kasserede skår og den samlede danske produktion. På det danske glasværk produceres der 166.011 tons glasemballage, mens der er et spild i form af kasserede skår til deponering på 183 tons. Dette giver en spildprocent på 0,11% kasserede skår til deponering i forhold til den mængde glasemballage, der produceres. Herved kan det ud fra den udenlandske produktion på 73.748 tons + 79.774 tons = 153.522 tons beregnes, at der kasseres 169 tons skår til deponering.

Input - Danmark

Det samlede input til dansk glasproduktion på 166.194 tons er fordelt på 69.886 tons skår til genindvinding og 96.308 tons råvarer. Skår til genindvinding er beskrevet i afsnit 13a.1. De 96.308 tons råvarer er bestemt ud fra en massebalance for enhedsprocessen, hvor det samlede output på 166.194 tons og inputtet i form af skår til genindvinding på 69.886 tons er kendt.

Input - Udland

I udlandet er det samlede input til glasværkerne på 153.691 tons fordelt på 89.141 tons nye råvarer og 64.550 tons skår til genindvinding. Andelen til genindvinding er bestemt ud fra at genindvindingsprocenten, ifølge ovenstående afsnit, er 42%. 42% af inputtet på 153.691 tons giver 64.550 tons skår fra genindvinding. De resterende 89.141 tons udgøres af nye råvarer.

13a.5 Råvarefasen

Råvarefasen omfatter udvinding af de væsentligste råvarer, der indgår til glasproduktion. Det drejer sig om sand, kalk, soda og feldspat.

Output

Når råvareforbruget af ovenstående materialer skal bestemmes, tages der udgangspunkt i det samlede råvareforbrug til henholdsvis dansk og udenlandsk produktion, som er beskrevet under input i afsnit 13a.4.

Når forbruget af sand, kalk, soda og feldspat til glasværkernes produktion skal bestemmes, tages der udgangspunkt i råvareforbruget til grønne ølflasker og sodavandsflasker, hvilket vurderes at være repræsentativt for al glas, der produceres til dansk forbrug. Det aktuelle råvareforbrug beregnes som gennemsnittet af forbruget til de to typer flasker. I figur b nedenfor er fordelingen af jomfruelige råvarer til produktion af flaskerne vist. Desuden er det aktuelle råvareforbrug til dansk og udenlandsk produktion vist.

Materiale	Andel	Råvarer, udland	Råvarer, Danmark
Sand	60,5%	53.910	58.245
Kalk	18,2%	16.182	17.483
Soda	17,6%	15.686	16.947
Feldspat	3,8%	3.363	3.633
Total	100%	89.141	96.308

Figur b Råvareforbrug til dansk og udenlandsk produktion af glas i tons. De forskellige materialers andel af det samlede råvareinput er beskrevet i afsnit 13b.4 i bilag 13b.

Bilag 13b Forhold der påvirker miljøet ved glas

I dette bilag beskrives de forhold, der påvirker miljøet for alle enhedsprocesser for produktsystemet for massestrømmen glas i og til Danmark. Beskrivelsen af miljøforholdene deles i hver enhedsproces op mellem de forskellige behandlingsmåder, der ønskes belyst i forhold til affaldshierarkiet. Alle miljøforhold i dette bilag er præsenteret som nøgletal pr. tons glas. De absolutte værdier bestemmes først i bilag 13c til 13g, hvor udgangssituationen og de fire scenarier kortlægges.

13b.1 Renholdning

Forhold påvirker miljøet i renholdningsfasen er transport til indsamling samt påvirkninger som følge af affaldsbehandlingsformer.

I renholdningsfasen indsamles glasaffaldet via hente- eller bringesystemer, hvorefter det distribueres til genanvendelse eller bortskaffelse. Der er grundlæggende ti forskellige renholdningssystemer for glas. Dette drejer sig om:

Sorteret erhvervsaffald:

5. Indsamling af bryggeriskår og planglas til genindvinding
6. Indsamling af planglas til genudnyttelse
7. Erhvervsaffald som sendes til deponering

Sorteret husholdningsaffald:

4. Indsamling af pantflasker til genbrug
5. Indsamling af andre returflasker til genbrug
6. Indsamling af flasker og skår til genindvinding
7. Indsamlet glas, som kasseres og sendes til deponering

Blandet affald:

8. Blandet byggeaffald fra erhverv, som sendes til deponering
9. Blandet affald fra husholdningerne, som sendes til forbrænding
10. Slagger og aske fra forbrændingsanlæg til deponi

I renholdningssystemet er transport et af de forhold, der påvirker miljøet. Derfor opgøres omfanget af transport for de fem renholdningssystemer i det følgende. Der opgøres kun transport til og ikke fra renholdningssystemet. Hermed menes, at transport af indsamlede skår og flasker fra returflaskehandlere til glasværk og bryggeri m.m. ikke medregnes. Denne transport tilskrives derimod henholdsvis glasværk og bryggeri m.m.. Transporten opgøres i kilometer og transportformen angives for de givne strækninger. I figur a er transporten i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Fra	Til	Afstand	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Genindvinding ⁽¹⁾	Erhverv	Flaskehandler	30 km	Lille lastbil
Genudnyttelse ⁽²⁾	Erhverv	Flaskehandler	30 km	Lille lastbil
Deponering ⁽³⁾	Erhverv	Deponi	10 km	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Pantflasker ⁽⁴⁾	Forretning	Flaskehandler	20 km	Lille lastbil
Andre returflasker ⁽⁵⁾	Forbruger	Flaskehandler	50 km	Lille lastbil
Genindvinding ⁽⁶⁾	Forbruger	Flaskehandler	50 km	Lille lastbil
Deponering ⁽⁷⁾	Forbruger	Flaskehandler	50 km	Lille lastbil
	Flaskehandler	Deponi	10 km	Lille lastbil
Blandet affald				
Blandet erhverv til deponering ⁽⁸⁾	Erhverv	Deponi	10 km	Lille lastbil
Blandet husholdningsaffald til forbrænding ⁽⁹⁾	Forbruger	Forbrænding	40 km	Lille lastbil
Slagger og aske ⁽¹⁰⁾	Forbrænding	Deponi	0 km	Lille Lastbil

Figur a Transport i renholdningssystemet. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Skår til genindvinding fra erhverv antages at skulle transporteres 30 km.
2. Glas til genudnyttelse antages at skulle transporteres ligesom skår til genindvinding fra erhverv.
3. Afstanden fra erhverv til deponi antages at være 20 km. Men da der i de data, der anvendes for deponeringsanlæg, er indregnet en transport på 10 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet 10 km.
4. Transport af pantflasker fra forretning til flaskehandler er vurderet ud fra [Pommer et al., 1995a, s. 32].
5. Transport af andre returflasker er vurderet ud fra en antagelse om, at der går 20 km til indsamling af flasker hos forbrugere og fra kuber, og herefter 30 km til en flaskehandler.
6. Flasker og skår til genindvinding transporteres fra forbruger via flaskehandler til Holmegaard. Transporten er i alt 120 km [Pommer et al., 1995a, s. 32]. Heraf er det valgt at tilskrive 50 km transport fra forbruger til flaskehandler. De resterende 70 km tilskrives transport i glasproduktionsfasen beskrevet i afsnit 13b.4.
7. Skår til deponering fra det sorterede husholdningsaffald er oprindeligt indsamlet med henblik på genindvinding, men er blevet kasseret hos flaskehandlerne og andre kommunale aktiviteter. Det antages at skårene transporteres fra forbruger til flaskehandler inden de kasseres. Denne transport antages at være tilsvarende transport af skår til genindvinding fra husholdninger. Herefter transporteres de kasserede skår til deponi, hvilket vurderes at være 20 km. Men da der i dataene for deponeringsanlæg er indregnet en transport på 10 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet 10 km.

8. Transport af blandet erhvervsaffald til deponering er vurderet til 20 km. Men da der i dataene for deponeringsanlæg er indregnet en transport på 10 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet 10 km.
9. Afstanden fra forbruger til forbrænding vurderes at være 50 km, hvor de 20 km går til indsamling, og de resterende 30 km er til transport til forbrændingsanlægget. Da der i dataene for forbrændingsanlæg er indregnet en transport på 10 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet 40 km.
10. Transport af slagge og aske fra forbrændingsanlæg til deponi er vurderet til 40 km som et gennemsnit af opgørelser i kilderne: [Pommer et al., 1995a, s. 32; Nejrup og Wesnæs, 2000, s. 55]. Men da der i dataene for forbrændingsanlægget er indregnet 40 km transport af slagge og aske mellem forbrændingsanlæg og deponering, bliver den resterende transport 0 km.

Forbrænding

De bedste data for affaldsforbrændingsanlæg, der har været tilgængelige, er for et schweizisk forbrændingsanlæg. Dataene er fra BUWAL250 databasen, som er en database med detaljerede oplysninger til brug i livscyklusvurderinger. De forhold som forbrændingsanlægget påvirker miljøet med stammer fra forbrænding af glas, drift af støttebrændere og røgrensningsanlæg med syre og alkalisk behandling samt katalytisk fjernelse af kvælstofoxider. Dataene indeholder miljøpåvirkninger for 10 km affaldsindsamling, forbrænding, behandling af aske, slagge og affald fra røgrensningen, samt miljøpåvirkninger fra deponi af disse restprodukter, herunder rensning af perkolat i 40 år for uorganisk materialer og 75 år for slagge. Elforbruget til drift af forbrændingsanlægget og den efterfølgende deponering af slagge og aske, omfatter brug af 172 MJ schweizisk produceret el pr. tons glasaffald, der deponeres. Da schweizisk el produceres anderledes end dansk el, er det valgt at erstatte data for el i databasen med data for danske elværker.

Der er et væsentligt forhold der ikke er medtaget i dataene fra BUWAL250. Det drejer sig om den fysiske mængde af aske og slagge, som fylder på lossepladserne. Ved forbrænding af glas er der ingen produktion af elektricitet og varme. Oplysningerne fra BUWAL250 er derfor suppleret med en mængde aske og slagge, der er beskrevet i det følgende.

Mængden af glas i det affald der bliver brændt har indflydelse på brændværdien af den blandede affaldsfraktion. Det vurderes dog, at dette ikke har betydning for de forhold der påvirker miljøet for forbrænding. Baggrunden for denne vurdering er beskrevet i det følgende. I 1999 blev der forbrændt 2.791.000 tons affald [Miljøstyrelsen, 2000, s. 12]. Massestrømsanalysen af glas i bilag 13a viser, at 51.200 tons glasaffald blev sendt til forbrænding. Det betyder at glasaffald udgjorde 1,8% af det blandede affald. Hvis mængden af glas i det blandede affald øges med 63.870 tons, som beskrevet i scenarium 3 i bilag 13f, så kommer glas til at udgøre 4,0% af det blandede affald. Denne forøgelse af ikke brændbart materiale i affaldet vil medføre at blandet affalds nuværende brændværdi på 12 GJ/tons falder til: $12 \text{ GJ} - ((4,0\% - 1,8\%) \cdot 12 \text{ GJ}) = 11,7 \text{ GJ/tons}$. Det vurderes reduktion i brændværdien for det blandede affald er beskeden, og at det ikke vil have indflydelse på forbrændingen.

Aske og slagger: Da glas ikke kan brænde antages det, at 1 tons indfyret glas resulterer i 1 tons aske og slagger.

I figur b fremgår dataene fra BUWAL suppleret med dansk elektricitet og aske og slagger.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed
Energi		
Forbrug af el	172	MJ
Råvarer		
Lignite ETH	0,916	kg
natural gas (vol)	2,56	m ³
coal ETH	1,19	kg
crude oil ETH	12,4	kg
wood	0,0116	kg
process water	1	m ³
Affald		
Aske og slagger	1	tons
Emissioner til luft		
dust	20,8	g
benzene	0,611	g
PAH's	0,000874	g
CxHy aromatic	1,24	g
HALON-1301	0,00297	g
CxHy halogenated	0,00167	g
methane	79,3	g
non methane VOC	218	g
CO ₂	45900	g
CO	293	g
ammonia	6,83	g
HF	0,0801	g
N ₂ O	0,811	g
HCl	0,748	g
Sox (as SO ₂)	80,8	g
Nox (as NO ₂)	795	g
Pb	0,00269	g
Cd	0,000463	g
Mn	0,000391	g
Ni	0,0235	g
Hg	0,000361	g

Zn	0,326	g
metals	0,475	g
dioxin (TEQ)	11,6	µg
Emissioner til vand		
BOD	0,0491	g
COD	1,58	g
AOX	0,00212	g
suspended substances	38,8	g
phenols	0,0814	g
toluene	0,074	g
PAH's	0,00811	g
CxHy aromatic	0,533	g
CxHy chloro	0,000574	g
fats/oils	16,6	g
DOC	0,0287	g
TOC	7,43	g
NH ₄ ⁺	1,27	g
nitrate	0,412	g
Kjeldahl-N	0,2	g
N-tot	1,16	g
As	0,00439	g
Cl-	531	g
cyanide	0,00217	g
phosphate	0,12	g
sulphate	653	g
sulphide	0,0171	g
anorg. dissolved subst.	480	g
Al	2,08	g
Ba	1,71	g
Pb	0,0205	g
Cd	0,000759	g
Cr	0,0249	g
Fe	2,21	g
Cu	0,011	g
Ni	0,0115	g
Hg	1,41E-5	g
Zn	0,0252	g
metallic ions	4,04	g

Figur b Forhold der påvirker miljøet ved forbrænding af 1 tons glas.

Deponi

De bedste data for deponeringsanlæg, der har været tilgængelige, er som for forbrændingsanlæg data fra BUWAL250 databasen. De forhold som deponeringsanlægget påvirker miljøet med stammer fra deponering af glasaffald, 10 km affaldsindsamling, omsætning af affaldet, perkolatrensning, dispergering af slam, forbrænding af slam samt energiproduktion fra biogas i en periode på 150 år. Elforbruget til drift af deponeringsanlægget, omfatter brug af schweizisk el, hvor der bruges 3,22 MJ pr. tons glas, der deponeres. Dette korrigeres tilsvarende forbrændingsanlæg, så der i stedet bruges dansk el.

BUWAL250 tager ikke højde for det forhold, at den fysiske mængde af glas aldrig forgår og dermed optager areal til evig tid. Derfor tilføjes denne inerte rest til de data som BUWAL250 opgiver. Den inerte rest udgør 1 tons pr. deponeret tons glas.

I figur c er dataene fra BUWAL suppleret med dansk elektricitet og den inerte rest vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed
Energi		
Forbrug af el	3,22	MJ
Råvarer		
Lignite ETH	0,0564	kg
natural gas (vol)	0,213	m ³
coal ETH	0,0504	kg
crude oil ETH	4,17	kg
wood	0,000494	kg
Affald		
inerte rest	1	tons
Emissioner til luft		
dust	11,6	g
benzene	0,05	g
PAH's	0,000108	g
CxHy aromatic	0,0841	g
HALON-1301	0,000995	g
CxHy halogenated	0,000000304	g
methane	16,9	g
non methane VOC	88,4	g
CO2	13500	g
CO	72,4	g
ammonia	0,000589	g
HF	0,00404	g
N2O	0,378	g

HCl	0,0383	g
Sox (as SO ₂)	20,9	g
Nox (as NO ₂)	195	g
Pb	0,000991	g
Cd	0,000191	g
Mn	0,0000168	g
Ni	0,00667	g
Hg	0,000017	g
Zn	0,162	g
metals	0,048	g
Emissioner til vand		
BOD	0,0187	g
COD	0,609	g
AOX	0,000814	g
suspended substances	11,9	g
phenols	0,0276	g
toluene	0,0247	g
PAH's	0,00272	g
C _x H _y aromatic	0,177	g
C _x H _y chloro	0,000183	g
fats/oils	5,54	g
DOC	0,000156	g
TOC	1,92	g
NH ₄ ⁺	0,456	g
nitrate	0,137	g
Kjeldahl-N	0,0771	g
N-tot	0,445	g
As	0,000329	g
Cl-	111	g
cyanide	0,000818	g
phosphate	0,00705	g
sulphate	4,66	g
sulphide	0,00653	g
anorg. dissolved subst.	80,6	g
Al	0,0851	g
Ba	0,529	g
Pb	0,000849	g
Cd	0,000233	g
Cr	0,00258	g

Fe	0,146	g
Cu	0,000782	g
Ni	0,000995	g
Hg	0,0000021	g
Zn	0,00272	g
metallic ions	1,28	g

Figur c Forhold der påvirker miljøet ved deponering af 1 tons glasaffald.

13b.2 Forbrug

I forbrugsfasen forekommer der ingen forhold, der påvirker miljøet udover transport af glas.

Transport

Transporten mellem forretning og forbruger medtages ikke. Dette begrundes med, at der ofte køres med andre formål end at bringe de pågældende glasvarer fra forretning til forbruger. I figur d er transporten i renholdningsfasen vist.

Transport til forbrugsfasen	Fra	Til	Afstand	Transportmiddel
Udenlandske glasvarer	Import ⁽¹⁾	Mellemd Depot	1.500 km	Stor lastbil
	Mellemd Depot	Forretning	20 km	Lille lastbil
Danske glasvarer	Bryggeri m.m. ⁽²⁾	Mellemd Depot	92 km	Stor lastbil
	Mellemd Depot	Forretning	20 km	Lille lastbil

Figur d Transport fra bryggeri m.m. til forbruger. Transportafstandene er vurderet ud fra [Pommer et al., 1995a, s. 32]. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Når der er tale om import til mellemd Depot er transporten vurderet til 1.500 km.
2. Afstanden fra dansk bryggeri m.m. til mellemd Depot er vurderet ud fra [Pommer et al., 1995a].

Det bør bemærkes, at transportafstandene i figur d alle er baseret på transportopgørelser for øl- og sodavandsflasker i [Pommer et al., 1995a]. Da øl- og sodavandsflasker udgør langt størstedelen af mængden af glas, der forbruges i Danmark, vurderes transportafstandene, trods at der forekommer transport af vin- og spiritusflasker samt planglas, stadig at være repræsentative.

13b.3 Bryggeri m.m.

Bryggeri m.m. omfatter påfyldning af emballager. I denne fase vurderes der at være to forhold, der påvirker miljøet. Det drejer sig dels om transport af glas fra glasværkerne og samt transport af genbrugsflasker fra indsamlingsstationerne, og dels miljøforhold forbundet med vaskeprocessen af flasker.

De beskrevne miljøforhold i dette afsnit er på en form så de absolutte værdier kan bestemmes, når fordelingen af output fra bryggeri m.m. er kendt. Outputtet omfatter genbrugsflasker, engangsemballage og planglas. Fordeling mellem disse bestemmes ud fra inputtet af nyt glas, genbrugsflasker og planglas, som er beskrevet i bilag 13a. Fordelingen er vist i figur e.

De beskrevne miljøforhold i dette afsnit er på en form så de absolutte værdier kan bestemmes, når bryggeriernes m.m. output fordelt på genbrugsflasker, engangsemballage og planglas er kendt. Denne fordeling bestemmes ud fra inputtet af nyt glas, genbrugsflasker og planglas som er beskrevet i bilag 13a. Fordelingen er vist i figur e.

Glastype	Danmark	Udland
Genbrugsflasker	78,2%	25,8%
Engangsemballage	17,5%	74,2%
Planglas	4,3%	0,0%
Total	100,0%	100,0%

Figur e Fordeling af genbrugsflasker, engangsemballage og planglas fra henholdsvis danske og udenlandske bryggerier m.m. Fordelingen er bestemt ud fra inputtet af glas til genbrug, nyt glas og planglas beskrevet i bilag 13a.

Råvarer, energi og emissioner i vaskeproces

I bryggeri m.m. bruges der både nye flasker og genbrugsflasker. Inden pantflaskerne påfyldes, vaskes alle både nye og genbrugte flasker i samme system [Pommer et al., 1995, s. 20]. Det antages, at det samme gør sig gældende for andre typer genbrugsflasker. Anden glasemballage, det vil sige engangsemballage, vaskes ikke i samme grad, som genbrugsflasker, men gennemgår kun en pasteurisering. Af den grund skelnes der i kortlægningen af miljøforholdene mellem genbrugsflasker og engangsflasker. Miljøforholdene for genbrugsflasker er beregnet som et vægtet gennemsnit af forholdene for pant øl- og sodavandsflasker, hvor der regnes med 540.000 tons ølflasker og 100.000 tons sodavandsflasker som beskrevet i massestrømsanalysen i bilag 13a. For engangsflasker er fordelingen mellem forskellige glastyper ikke kendt. Derfor regnes dette som et gennemsnit af vaskeprocessen for engangs øl- og sodavandsflasker, selvom dette reelt også omfatter andre typer emballage end til øl og vand. I figur f nedenfor er miljøforholdene ved vaske- og tapningsprocessen vist.

	Pr. tons genbrugsflasker	Pr. tons Engangsemballage
Råvareforbrug		
NaOH (Lud)	1,74 kg	0 kg
H ₂ SO ₄ (Svovlsyre)	0,36 kg	0 kg
Pasteurisering (Hypochlorit)	0,061 kg	0,045 kg
Båndsmøremiddel (sæbe)	0,55 kg	0,25 kg
Vand	2,99 m ³	0,364 m ³
Energiforbrug		
Fuelolie (skylning)	458 MJ	0 MJ
Transportbånd (el)	179 MJ	87 MJ
Emissioner til vand		
Slamtørstof	478 g	0 g
COD	4.186 g	0 g
Natiumioner (Na ⁺)	90 g	0 g
Sulfat (SO ₄ ²⁺)	140 g	0 g

Figur f Miljøforhold i forbindelse med vaskeprocessen af emballageglas. Data for pantflasker er fra [Pommer et al., 1995a, s. 38, 47, 56]. Data for anden emballage antages at være repræsenteret af engangsflasker af glas, og er fra [Pommer et al. 1995b, s. 25, 30, 34].

Transport

Transporten til bryggeri m.m. omfatter transport af nyt glas fra Holmegaard og importeret glas fra udenlandske glasværker samt transport af genbrugsflasker fra indsamlingsstationer. Der haves ingen data for transport mellem glasværker og bryggerier m.m. i udlandet, derfor antages dette at være det samme som i Danmark. Når der er tale om import til Danmark lægges 250 km til afstanden, da emballageglas i Europa generelt sælges indenfor en radius på 500 km fra hvor det er produceret [BAT, 2001, s. 9]. Transportafstandene er angivet i figur g.

Transport til bryggeri m.m.	Fra	Til	Afstand	Transportmiddel
Pantflasker	Flaskehandler	Carlsberg	92 km	Lille lastbil
Andre returflasker ⁽¹⁾	Flaskehandler	Carlsberg	92 km	Lille lastbil
Glas fra DK ⁽²⁾	Holmegaard	Bryggeri m.m.	200 km	Stor lastbil
Importeret emballageglas ^(2 og 3)	Udland	Bryggeri m.m.	450 km	Stor lastbil

Figur g Transport til bryggeri m.m. Data for pantflasker er fra [Pommer et al., 1995a, s. 32]. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Transport af andre returflasker er vurderet til det samme som pantflasker.
2. Det antages at afstanden mellem Holmegaard og bryggeri m.m. for nyt glas er 200 km.
3. Når der er tale om importerede varer, regnes der udover den samme transportafstand, som når der leveres fra Holmegaard til bryggeri m.m., med ekstra 250 km.

13b.4 Glasværk

På glasværket produceres glas af sand, kalk, soda og genindvundne skår. De væsentlige miljømæssige forhold omkring glasproduktion er: Energi, råvareforbrug, emissioner og transport.

De beskrevne miljøforhold i dette afsnit er på en form så de absolutte værdier kan bestemmes, når glasværkernes produktion og andelen af skår i råvareinputtet er kendt. Glasværkernes produktion fremgår af massestrømsanalysen i bilag 13a. Andelen af skår i råvareinputtet bestemmes ud fra inputtet af nye råvarer og inputtet af glas til genindvinding. Dette fremgår ligeledes af massestrømsanalysen.

Energi

Glasproduktion er en energiintensiv proces, hvor energien primært bruges til at opretholde en temperatur på op til 1.600°C i ovnen. Der bruges desuden energi til forvarmning af råvarerne og formgivning af glasset. De tre mest brugte energikilder er fuelolie, naturgas og elektricitet. Der er stor forskel på energiforbruget til glasproduktion i Danmark og i udlandet, hvilket fremgår af figur h. Årsagen hertil kan være at Danmark er længere fremme med renere teknologi.

Energiform	Forbrug pr. tons glas på Holmegaard	Forbrug pr. tons glas i udland
Fuelolie	-	3,9 GJ/tons
Naturgas	4,24 GJ/tons	3,3 GJ/tons
El	0,23 GJ/tons	0,9 GJ/tons
Total	4,47 GJ/tons	7,91 GJ/tons

Figur h Energiforbrug relateret til produktion af 1 tons færdig emballageglas. Energiforbruget på Holmegaard er fra [Pommer et al. 1995a, s. 46]. Energiforbruget på udenlandske glasværker repræsenterer gennemsnittet for Europa og er beregnet på baggrund af [BAT, 2001, s. 76].

Energiforbruget på Holmegaard er udregnet som gennemsnittet af energiforbrug til grønt og hvidt glas. For hver glastype er det samlede energiforbrug 4,47 GJ/tons. Forskellen består i, at der kun bruges varme ved produktion af grønt glas, mens der til hvidt glas bruges 0,47 GJ el og 4,00 GJ varme pr. tons. Energiforbruget i udlandet er beregnet på baggrund af oplysninger i [BAT, 2001, s. 76]. I kilden er energiforbruget kun oplyst fordelt mellem fuel/gas og el. Forholdet mellem fuelolie og naturgas er beregnet ud fra, at energiforbruget er 7,91 GJ/ kg, emissionen af kuldioxid er 473 kg/tons glas samt at emissionen af kuldioxid pr. GJ er 74 kg for fuelolie og 57 kg for naturgas [BAT, 2001, s. 76; Meyer et al., 1994, s. 409]. Fordelingen kan ud fra ovenstående oplysninger udregnes til 54% fuelolie og 46% naturgas.

Andelen af skår i inputtet af råvarer har betydning for energiforbruget, idet der kræves mindre energi til smeltning af skår end nye råvarer. Energiforbruget i figur h er for produktion af glas i Danmark og udlandet, hvor 42% af råvarerne til produktionen udgøres af skår til genindvinding. Generelt spares der gennemsnitlig 0,275% energi, når andelen af skår øges med 1% [BAT, 2001, s. 215].

I de scenarier, hvor andelen af skår i det samlede input af råvarer ændres, beregnes den procentvise ændring i energiforbruget i forhold til udgangssituationen derfor med følgende formel:

$$\text{Procentvis ændring i energiforbrug} = (\text{skår}\%_{\text{udgangssituation}} - \text{skår}\%_{\text{scenarium}}) \cdot 0,275$$

Råvarer

Råvareforbruget til produktion af glas varierer fra glasværk til glasværk. Da der ikke er fundet oplysninger for et repræsentativt gennemsnit af råvareforbruget på forskellige glasværker, benyttes data for gennemsnittet af øl- og sodavandsflasker produceret på Holmegaard. Dette kan imidlertid give en væsentlig afvigelse i forhold til planglas, som kun delvis produceres af samme råvarer som emballageglas. Dog udgør produktionen af planglas kun 35.000 tons, hvorfor forbruget af råvarer vurderes at være ubetydeligt i forhold til den samlede udenlandske og dansk produktion på ca. 320.000 tons.

Der haves oplysninger for fire forskellige slags glas produceret på Holmegaard. Det drejer sig om genbrugs og engangs øl- og sodavandsflasker. Råvareforbruget regnes som gennemsnittet af råvareforbrug til disse. Den gennemsnitlige andel af skår i råvareinputtet til de fire typer flasker er 55% [Pommer et al., 1995a, s. 37; Pommer et al., 1995b, s. 24]. Det fremgår imidlertid af massestrømsanalysen i bilag 13a, at dette reelt er 42%. Forskellen kan skyldes, at der produceres meget gennemsigtigt glas, som bruger en lavere andel af

genindvundet glas end ølflasker. Derfor regnes der med 42% skår, og den resterende mængde råvarer fordeles herefter ud på de øvrige råvarer med samme indbyrdes forhold, som før skårandelen blev ændret.

Råvareforbruget opdeles i tre typer: Nye råvarer, skår til genindvinding og hjælpestoffer. Nye råvarer består af sand, kalk, soda og feldspat. Hjælpestoffer udgøres af natriumsulfat, anthasitkul, zinkselenit, koboltoxid og sulfosæbe. Mængden af de forskellige nye råvarer regnes som andele af den samlede mængde nye råvarer. I figur i er fordelingen af nye råvarer beregnet på baggrund af materialeforbruget til produktion af et tons af de fire forskellige slags glas.

Materiale	Engangsflasker		Pantflasker		Gennemsnit	
	Ølflasker (kg/tons glas)	Læskedrik (kg/tons glas)	Ølflasker (kg/tons glas)	Læskedrik (kg/tons glas)	SUM	Andel
Sand	115	318	237	526	1196	60,5%
Kalk	31	117	62	149	359	18,2%
Soda	31	112	62	143	348	17,6%
Feldspat		32,6		42	74,6	3,8%
Total	177	580	361	860	1978	100%

Figur i Fordelingen af forskellige råvarer på det samlede råvareforbrug. Materialeforbrug til genbrugs og engangs øl- og sodavandsflasker. [Pommer et al., 1995a, s. 37; Pommer et al., 1995b, s. 24]

Mængden af hjælpestoffer regnes som kg hjælpestoffer pr. tons produceret færdig glas. I figur j er mængden af hjælpestoffer beregnet på baggrund af forbruget af hjælpestoffer til produktion af et tons af de fire forskellige slags glas.

Materiale	Engangsflasker		Pantflasker		Gennemsnit (kg/tons glas)
	Ølflasker (kg/tons glas)	Læskedrik (kg/tons glas)	Ølflasker (kg/tons glas)	Læskedrik (kg/tons glas)	
Natriumsulfat	1,1	4,8	2,1	6,1	3,53
Anthasitkul	0,43	0,1	0,86	0,13	0,38
Zinkselenit		0,007		0,009	0,0040
Coboltoxid	0,08		0,08		0,040
Sulfosæbe	0,08	0,08	0,08	0,08	0,080

Figur j Forbrug af hjælpestoffer til produktion af et tons glas. Dette er beregnet som gennemsnittet af forbruget af hjælpestoffer til genbrugs og engangs øl- og sodavandsflasker. [Pommer et al., 1995a, s. 37; Pommer et al., 1995b, s. 24]

Emissioner

Produktion af glas er som tidligere nævnt en energiintensiv proces. Dermed forekommer der emissioner primært til luften af diverse stoffer i røggassen fra forbrænding af fossile brændsler. Da emissioner i røggassen er afhængig af energiforbruget, vælges det at skelne mellem emissioner fra udenlandske og danske glasværker som i afsnittet om energi. Udover emissioner til luft forekommer der en mindre mængde olierester og

suspenderet stof med spildevandet, som har været brugt til køling. Da dette kun udgør en minimal mængde ses der bort fra disse emissioner. Emissioner til luft er vist i figur k.

Emission til luft	Emission pr. tons glas på Holmegaard	Emission pr. tons glas i udland
CO ₂	341 kg/tons	473 kg/tons
NO _x	1,1 kg/tons	2,6 kg/tons
SO _x	1,4 kg/tons	2,7 kg/tons
HCl	-	0,038 kg/tons
HF	0,009 kg/tons	0,006 kg/tons
Støv/partikler ⁽¹⁾	0,238 kg/tons	0,233 kg/tons
Bly (Pb) ⁽²⁾	0,006 kg/tons	0,002 kg/tons
Zink (Zn) ⁽²⁾	0,004 kg/tons	0,0013 kg/tons
Selen (Se) ⁽²⁾	0,002 kg/tons	0,00067 kg/tons
Kobolt (Co) ⁽²⁾	0,00002 kg/tons	0,00001 kg/tons

Figur k Emissioner fra produktion af henholdsvis et tons glas i Danmark og udlandet. Emissioner på Holmegaard er fra [Pommer et al., 1995a, s. 53-54], og er beregnet som gennemsnittet af grønt og hvidt glas. Emissioner fra udenlandsk produktion repræsenterer gennemsnittet i Europa og er fra [BAT, 2001, s. 76]. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Mængden af støv/partikler er beregnet som den samlede mængde partikler på 0,25 kg/tons fratrukket metallerne bly, zink, selen og kobolt [Pommer et al., 1995a, s. 54].
2. Bly, zink, selen og kobolt i udenlandsk produktion er beregnet idet, der i alt er 0,004 kg/tons metaller [BAT, 2001, s. 76]. De 0,004 kg/tons er så fordelt på de fire tungmetaller efter samme fordeling som ved emissionerne på Holmegaard.

En del af emissionerne vist i figur k er afhængige af energiforbruget. Det drejer sig om kuldioxid, kvælstofoxider, svovldioxid og partikler [BAT, 2001, s. 70]. Der er imidlertid stor forskel på, hvor stor en andel af disse emissioner, der er relateret til afbrænding af fossile brændsler, idet alle fire emissioner også stammer fra selve smelteprocessen.

Da der ikke har været præcise data tilgængelige antages kuldioxid og kvælstofoxider at være 100% afhængig af energiforbruget. Sammenhængen mellem kvælstofoxider og energiforbrug begrundes ud fra, at emissionen af kvælstofoxider kan elimineres, hvis der benyttes el til opvarmning af ovnene [BAT, 2001, s. 69]. Omfanget af emission af kuldioxid fra kemiske reaktioner i smeltebadet antages at være negligerbar. Da mængden af støv og partikler primært stammer fra råmaterialerne antages andelen af partikler fra afbrænding af fossile brændsler at være nul [BAT, 2001, s. 69]. Det vurderes at mængden af svovldioxid stammer ligeligt fra afbrænding af fossile brændsler og fra kemiske reaktioner i smeltebadet. Det vil sige når energiforbruget ændres med 1%, så ændres emissionen af svovldioxid med 0,5%.

Ændringerne i emissioner beregnes i forhold til den samlede ændring i energiforbrug, det vil sige summen af fuelolie, naturgas og el. Ændringen i energiforbruget beregnes efter formlen vist under afsnittet om energiforbrug.

Affald

Affald fra glasproduktionen består af produktionsaffald, kasserede skår og andet affald. Produktionsaffald omfatter klumper af soda og rester af smeltet glasmasse og genbruges internt som nye råvarer på glasværkerne, og regnes derfor ikke som affald. Kasserede skår er frasorterede ubrugelige skår fra glas til genindvinding. Denne affaldsmængde omfatter ifølge massestrømsanalysen i bilag 13a 183 tons, hvilket svarer til 0,262% af inputtet af glas til genindvinding. Andet affald består af olierester, tønder, emballageaffald (papir og plastik), batterier med mere. Mængden af andet affald er 5,5 kg/tons produceret glas [BAT, 2001, s. 81]. Både kasserede skår og andet affald antages at blive deponeret.

Transport

Transport til glasværk omfatter transport af skår til genindvinding og nye råvarer. Der haves ingen data for transport i udlandet. Derfor antages dette at være det samme som i Danmark. Transportafstandene er angivet i figur 1.

Transport til glasværker	Fra	Til	Afstand	Transportmiddel
Skår til genindvinding ⁽¹⁾	Flaskehandler	Holmegaard	70 km	Lastbil
Sand	Amager	Holmegaard	70 km	Lastbil
Kalk	Udgravning	Anlæg i Fakse	3 km	Lastbil
	Anlæg i Fakse	Holmegaard	20 km	Lastbil
Feldspat ⁽²⁾	Udvinding	Holmegaard	23 km	Lastbil
Soda	Udvinding	Holmegaard	200 km	Jernbane
			800 km	Skib
			10 km	Lastbil

Figur 1 Transport til glasværker. Transportafstande er vurderet ud fra [Pommer et al., 1995a]. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Skår til genindvinding er tidligere beskrevet i afsnit 13b.1.
2. Transport af feldspat er antaget at være det samme som af kalk.

13b.5 Råvarer

I råvarefasen omfatter forhold der påvirker miljøet energiforbrug samt påvirkning af landskab og havbund. Da energiforbruget til råvarefremstilling sjældent tages i betragtning i input-output vurderinger og strategiske miljøvurderinger, behandles dette emne først under livscyklusvurderingen. Ligeledes behandles påvirkning af landskab og havbund sjældent i livscyklusvurderinger og input-output vurderinger, hvorfor dette først behandles i de miljøvurderinger, hvor det er relevant.

Bilag 13c Udgangssituation

I dette bilag beskrives udgangssituationen, som alle scenarierne skal vurderes op imod. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen for udgangssituationen vist i figur 13.c i kapitel 13 og de beskrevne miljøforhold i bilag 13b, kortlægges miljøforholdene for udgangssituationen.

13c.1 Massestrøm

Massestrømmen af glas i Danmark i 1999 er præsenteret i bilag 13a.

13c.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for udgangssituationen.

Glasværk

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i afsnit 13b.4 i bilag 13b og mængderne fra massestrømmen af glas i scenariet vist i figur a.

	Dansk produktion (tons)	Udenlandsk produktion (tons)
Andel skår i udgangssituation	42%	42%
Produceret glas til hjemmemarked	97.545	79.774
Produceret glas til eksport	68.466	73.748
Input af nye råvarer	96.308	89.141
Input af skår	69.886	64.550

Figur a Tal fra massestrømmen af glas i udgangssituationen, som bruges til opgørelse af miljøforholdene i glasværksfasen. Den samlede produktion af glas er 319.533 tons.

Den totale produktion af glas i Danmark og udlandet er ifølge figur a 319.533 tons. I figur b er opgørelsen af forhold der påvirker miljøet i glasværksfasen vist.

Forhold der påvirker miljøet	Produktion i Danmark	Produktion i Udland	Enhed	166.011 tons glas i DK og 153.522 tons glas i udland	Enhed
Transport					
Stor lastbil	Se figur c	Se figur c		8.786.053	tkm
Lille lastbil	Se figur c	Se figur c		9.736.850	tkm
Jernbane	Se figur c	Se figur c		6.526.600	tkm
Skib	Se figur c	Se figur c		26.106.400	tkm
Materialeforbrug					
Sand	60,5%	60,5%	% af nye råstoffer	112.155	tons
Kalk	18,2%	18,2%	% af nye råstoffer	33.665	tons
Soda	17,6%	17,6%	% af nye råstoffer	32.634	tons
Feldspat	3,8%	3,8%	% af nye råstoffer	6.996	tons
Natriumsulfat	3,53	3,53	kg/tons glas	1.127.951	kg
Anthasitkul	0,38	0,38	kg/tons glas	121.423	kg
Zinkselenit	0,004	0,004	kg/tons glas	1.278	kg
Koboltoxid	0,04	0,04	kg/tons glas	12.781	kg
Sulfosæbe	0,08	0,08	kg/tons glas	25.563	kg
Energiforbrug					
Fuelolie	0,00	3,90	GJ/tons glas	598.736	GJ
Naturgas	4,24	3,30	GJ/tons glas	1.210.509	GJ
El – DK	0,23		GJ/tons glas	38.183	GJ
El – udland		0,90	GJ/tons glas	138.170	GJ
Emissioner til luft					
CO ₂	341	473	kg/tons glas	129.225.657	kg
NO _x	1,1	2,6	kg/tons glas	581.769	kg
SO _x	1,4	2,7	kg/tons glas	646.925	kg
HCl	0	0,038	kg/tons glas	5.834	kg
HF	0,009	0,006	kg/tons glas	2.415	kg
Støv/partikler	0,238	0,233	kg/tons glas	75.281	kg
Bly (Pb)	0,006	0,002	kg/tons glas	1.303	kg
Zink (Zn)	0,004	0,0013	kg/tons glas	864	kg
Selen (Se)	0,002	0,00067	kg/tons glas	435	kg
Kobolt (Co)	0,00002	0,00001	kg/tons glas	5	kg
Affald					
Kasserede skår	0,262%	0,262%	% af input af skår	352	tons
Andet affald	5,5	5,5	kg/tons glas	1.757	tons

Figur b Opgørelse af forhold der påvirker miljøet for glasværksfasen.

I figur c er transport af råvarer til glasværk udspecificeret.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport (tkm)	Transportmid- del
Skår til genindvinding	70	134.436	9.410.520	Lille lastbil
Sand	70	112.155	7.850.850	Stor lastbil
Kalk	23	33.665	774.295	Stor lastbil
Feldspat	23	6.996	160.908	Stor lastbil
Soda	10	32.633	326.330	Lille lastbil
	200	32.633	6.526.600	Jernbane
	800	32.633	26.106.400	Skib

Figur c Opgørelse af transport til glasværker.

Bryggeri m.m.

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i afsnit 13b.3 i bilag 13b og mængderne fra massestrømmen af glas i udgangssituationen vist i bilag 13a.

	Genbrugsflasker (tons)	Engangsemballage (tons)
Mængde - DK	649.873	134.137
Mængde udland	27.261	78.402
Total mængde	677.134	212.539

Figur d Tal fra massestrømmen af glas i udgangssituationen, som bruges til opgørelse af miljøforholdene ved bryggeri m.m.

I figur e er opgørelsen af forhold der påvirker miljøet i bryggeri m.m. vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons genbrugsflasker	Pr. tons engangsemballager	Enhed	677.134 tons genbrugsflasker og 212.539 tons engangsemballage	Enhed
Transport					
Lille lastbil	Se figur f	Se figur f		62.296.336	tkm
Stor lastbil	Se figur f	Se figur f		68.650.400	tkm
Materialeforbrug					
NaOH (Lud)	1,74	0	kg	1.178.213	kg
H ₂ SO ₄ (Svovlsyre)	0,36	0	kg	243.768	kg
Pasteurisering (Hypochlorit)	0,061	0,045	kg	50.869	kg
Båndsmøremiddel (sæbe)	0,55	0,25	kg	425.558	kg
Vand	2,99	0,364	m ³	2.101.995	m ³
Energiforbrug					
Fuelolie (skylning)	458	0	MJ	310.340	GJ
El (Transportbånd) i DK	179	87	MJ	127.997	GJ
El (Transportbånd) i udland	179	87	MJ	11.701	GJ
Emissioner til vand					
Slamtørstof	478	0	g	323.670	kg
COD	4.186	0	g	2.834.483	kg
Natiumioner (Na ⁺)	90	0	g	60.942	kg
Sulfat (SO ₄ ²⁺)	140	0	g	94.799	kg

Figur e Opgørelse af forhold der påvirker miljøet for bryggeri m.m.

I figur f er transport af glas og flasker til genbrug til bryggeri m.m. udspecificeret.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport (tkm)	Transportmid- del
Genbrugsflasker	92	677.134	62.296.336	Lille lastbil
Nyt glas fra DK	200	97.545	19.509.000	Stor lastbil
Nyt glas i udland	200	79.774	15.954.800	Stor lastbil
Importeret glas	450	73.748	33.186.600	Stor lastbil

Figur f Opgørelse af transport til bryggeri m.m.

Forbrug

I figur g er transport af glasvarer til forbrugsfasen vist.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport	Transportmiddel
Udenlandske glasvarer	1.500	105.663	158.494.500 tkm	Stor lastbil
	20	105.663	2.113.260 tkm	Lille lastbil
Danske glasvarer	92	735.076	67.626.992 tkm	Stor lastbil
	20	735.076	14.701.520 tkm	Lille lastbil

Figur g Opgørelse af transport af glasvarer til forbrugsfasen.

I figur h er transport af glasvarer opgjort samlet for hvert transportmiddel.

Transport	Mængde	Enhed
Stor lastbil	226.121.492	tkm
Lille lastbil	16.814.780	tkm

Figur h Transport af glasvarer til forbrugsfasen opgjort samlet for hvert transportmiddel.

Renholdning

I figur i er transport af glasaffald i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Genindvinding	30	14.703	441.090 tkm	Lille lastbil
Genudnyttelse	30	5.730	171.900 tkm	Lille lastbil
Deponering	10	507	5.070 tkm	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Pantflasker	20	630.400	12.608.000 tkm	Lille lastbil
Andre returflasker	50	58.763	2.938.150 tkm	Lille lastbil
Genindvinding	50	63.870	3.193.500 tkm	Lille lastbil
Deponi	60	1.506	90.360 tkm	Lille lastbil
Blandet affald				
Blandet erhverv til deponering	10	27.400	274.000 tkm	Lille lastbil
Blandet husholdning til forbrænding	40	51.200	2.048.000 tkm	Lille lastbil
Slagger og aske	0	51.200	0 tkm	Lille lastbil

Figur i Opgørelse af transport i renholdningsfasen.

I figur j er transport af glasaffald opgjort samlet for hvert transportmiddel.

Transport	Mængde	Enhed
Lille lastbil	21.770.070	tkm

Figur j Transport af glasaffald i renholdningsfasen opgjort samlet for hvert transportmiddel.

I figur k er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	51.200 tons til forbrænding	Enhed
Energi				
Forbrug af el	172	MJ	8.806	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,916	kg	46,90	tons
natural gas (vol)	2,56	m ³	131.072	m ³
coal ETH	1,19	kg	60,93	tons
crude oil ETH	12,4	kg	634,88	tons
wood	0,0116	kg	0,59	tons
process water	1	m ³	51.200	m ³
Affald				
Aske og slagger	1	tons	51.200	tons
Emissioner til luft				
dust	20,8	g	1.064	kg
benzene	0,611	g	31,28	kg
PAH's	0,000874	g	0,04	kg
CxHy aromatic	1,24	g	63,49	kg
HALON-1301	0,00297	g	0,15	kg
CxHy halogenated	0,00167	g	0,09	kg
methane	79,3	g	4.060	kg
non methane VOC	218	g	11.161	kg
CO ₂	45900	g	2.350.080	kg
CO	293	g	15.001	kg
ammonia	6,83	g	349,70	kg
HF	0,0801	g	4,10	kg
N ₂ O	0,811	g	41,52	kg
HCl	0,748	g	38,30	kg
Sox (as SO ₂)	80,8	g	4.136	kg
Nox (as NO ₂)	795	g	40.704	kg
Pb	0,00269	g	0,14	kg

Cd	0,000463	g	0,02	kg
Mn	0,000391	g	0,02	kg
Ni	0,0235	g	1,20	kg
Hg	0,000361	g	0,02	kg
Zn	0,326	g	16,69	kg
metals	0,475	g	24,32	kg
dioxin (TEQ)	11,6	µg	593,92	mg
Emissioner til vand				
BOD	0,0491	g	2,51	kg
COD	1,58	g	80,90	kg
AOX	0,00212	g	0,11	kg
suspended substances	38,8	g	1.986	kg
phenols	0,0814	g	4,17	kg
toluene	0,074	g	3,79	kg
PAH's	0,00811	g	0,42	kg
CxHy aromatic	0,533	g	27,29	kg
CxHy chloro	0,000574	g	0,03	kg
fats/oils	16,6	g	849,92	kg
DOC	0,0287	g	1,47	kg
TOC	7,43	g	380,42	kg
NH4+	1,27	g	65,02	kg
nitrate	0,412	g	21,09	kg
Kjeldahl-N	0,2	g	10,24	kg
N-tot	1,16	g	59,39	kg
As	0,00439	g	0,22	kg
Cl-	531	g	27.187	kg
cyanide	0,00217	g	0,11	kg
phosphate	0,12	g	6,14	kg
sulphate	653	g	33.433	kg
sulphide	0,0171	g	0,88	kg
anorg. dissolved subst.	480	g	24.576	kg
Al	2,08	g	106,50	kg
Ba	1,71	g	87,55	kg
Pb	0,0205	g	1,05	kg
Cd	0,000759	g	0,04	kg
Cr	0,0249	g	1,27	kg
Fe	2,21	g	113,15	kg
Cu	0,011	g	0,56	kg
Ni	0,0115	g	0,59	kg

Hg	1,41E-5	g	0,00	kg
Zn	0,0252	g	1,29	kg
metallic ions	4,04	g	206,85	kg

Figur k Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af glas.

I figur l er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	29.413 tons til deponi	Enhed
Energi				
Forbrug af el	3,22	MJ	94,7	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,0564	kg	1,66	tons
natural gas (vol)	0,213	m ³	6.264	m ³
coal ETH	0,0504	kg	1,48	tons
crude oil ETH	4,17	kg	122,65	tons
wood	0,000494	kg	14,53	kg
Affald				
inerte rest	1	tons	29.413	tons
Emissioner til luft				
dust	11,6	g	341,19	kg
benzene	0,05	g	1,47	kg
PAH's	0,000108	g	3,18	g
CxHy aromatic	0,0841	g	2,47	kg
HALON-1301	0,000995	g	29,27	g
CxHy halogenated	0,000000304	g	0,01	g
methane	16,9	g	497,08	kg
non methane VOC	88,4	g	2.600	kg
CO2	13500	g	397.075	kg
CO	72,4	g	2.129	kg
ammonia	0,000589	g	17,32	g
HF	0,00404	g	118,83	g
N2O	0,378	g	11,12	kg
HCl	0,0383	g	1,13	kg
Sox (as SO2)	20,9	g	614,73	kg
Nox (as NO2)	195	g	5.735	kg
Pb	0,000991	g	29,15	g
Cd	0,000191	g	5,62	g
Mn	0,0000168	g	0,49	g
Ni	0,00667	g	196,18	g

Hg	0,000017	g	0,50	g
Zn	0,162	g	4,76	kg
metals	0,048	g	1,41	kg
Emissioner til vand				
BOD	0,0187	g	0,55	kg
COD	0,609	g	17,91	kg
AOX	0,000814	g	23,94	g
suspended substances	11,9	g	350,01	kg
phenols	0,0276	g	0,81	kg
toluene	0,0247	g	0,73	kg
PAH's	0,00272	g	80,00	g
CxHy aromatic	0,177	g	5,21	kg
CxHy chloro	0,000183	g	5,38	g
fats/oils	5,54	g	162,95	kg
DOC	0,000156	g	4,59	g
TOC	1,92	g	56,47	kg
NH4+	0,456	g	13,41	kg
nitrate	0,137	g	4,03	kg
Kjeldahl-N	0,0771	g	2,27	kg
N-tot	0,445	g	13,09	kg
As	0,000329	g	9,68	g
Cl-	111	g	3.264	kg
cyanide	0,000818	g	24,06	g
phosphate	0,00705	g	207,36	g
sulphate	4,66	g	137,06	kg
sulphide	0,00653	g	192,07	g
anorg. dissolved subst.	80,6	g	2.370	kg
Al	0,0851	g	2,50	kg
Ba	0,529	g	15,56	kg
Pb	0,000849	g	24,97	g
Cd	0,000233	g	6,85	g
Cr	0,00258	g	75,89	g
Fe	0,146	g	4,29	kg
Cu	0,000782	g	23,00	g
Ni	0,000995	g	29,27	g
Hg	0,0000021	g	0,06	g
Zn	0,00272	g	80,00	g
metallic ions	1,28	g	37,65	kg

Figur 1 Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponi af glas.

Bilag 13d Scenarium 1: Øget genbrug af glas

I dette bilag beskrives scenarium 1. Der foretages først en kortlægning af massestrømmen af glas i og til Danmark, når genbrug øges. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen i bilag 13a og de beskrevne miljøforhold i bilag 13b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

Ved øget genbrug flyttes mest muligt af det sorterede glasaffald fra husholdningerne til genbrug fra genindvinding. Der ses kun på sorteret husholdningsaffald, idet sorteret erhvervsaffald primært udgøres af bryggeriskår, som udelukkende består af beskadigede flasker, som ikke kan genbruges. Det resterende sorterede erhvervsaffald udgøres af planglas, som heller ikke kan genbruges.

13d.1 Massestrøm

I figur a er det vist hvorledes massestrømmen af glas ændres i scenariet.

Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation	Scenarium 1
Andre flasker til genbrug	58.763 tons	91.975 tons
Glas til genindvinding	63.870 tons	30.658 tons
Total	122.633 tons	122.633 tons

Figur a Bortskaffelse af sorteret husholdningsaffald i udgangssituationen og i scenarium 1. Tallene for udgangssituationen er fra figur 13.b i kapitel 13. De nye mængder i scenariet indebærer at der flyttes 33.212 tons fra genindvinding til genbrug. Dette er nærmere forklaret i det følgende.

Det forventes, at forholdet mellem *andre flasker til genbrug* og *glas til genindvinding* kan ændres ved at forbedre indsamlingssystemet. På nuværende tidspunkt genbruges 48% af glasset, der bortskaffes, som *andre flasker til genbrug* og *glas til genindvinding*. Denne mængde forventes at kunne forøges til 75%. Dette vil imidlertid indebære en række tiltag således, at færre vinflasker går i stykker i indsamlingssystemet samt, at der genanvendes andre glasvarer end kun vinflasker. Det vurderes ikke at være muligt at kunne øge genbrugsandelen til mere end 75%, fordi der findes et stort antal forskellige glasemballager, som hver især kun repræsenterer en meget lille mængde. Det vil med andre ord være for omkostningsfuldt, at skulle udsortere mange forskellige og meget små glasvarer, som herefter skal sendes til genbrug i mange forskellige lande.

Det forudsættes, at den øgede indsamling af glas, som genbruges, vil blive genbrugt i Danmark. Det vil sige, når der indsamles flere vinflasker, så vil eksporten af tomme flasker som fyldes i udlandet ikke ændre sig. I praksis vil dette indebære, at der skal importeres mere vin, som fragtes til Danmark i store tanke og herefter fyldes på flasker.

Når inputtet af genbrugsglas øges til de danske bryggerier m.m. forudsættes samme spildprocent af kasserede skår til deponering som det nuværende, det vil sige 0,049% af mængden af glas til genbrug. Da mængden af glas til genbrug forøges med 33.212 tons giver dette en forøgelse i mængden af kasserede skår til deponering

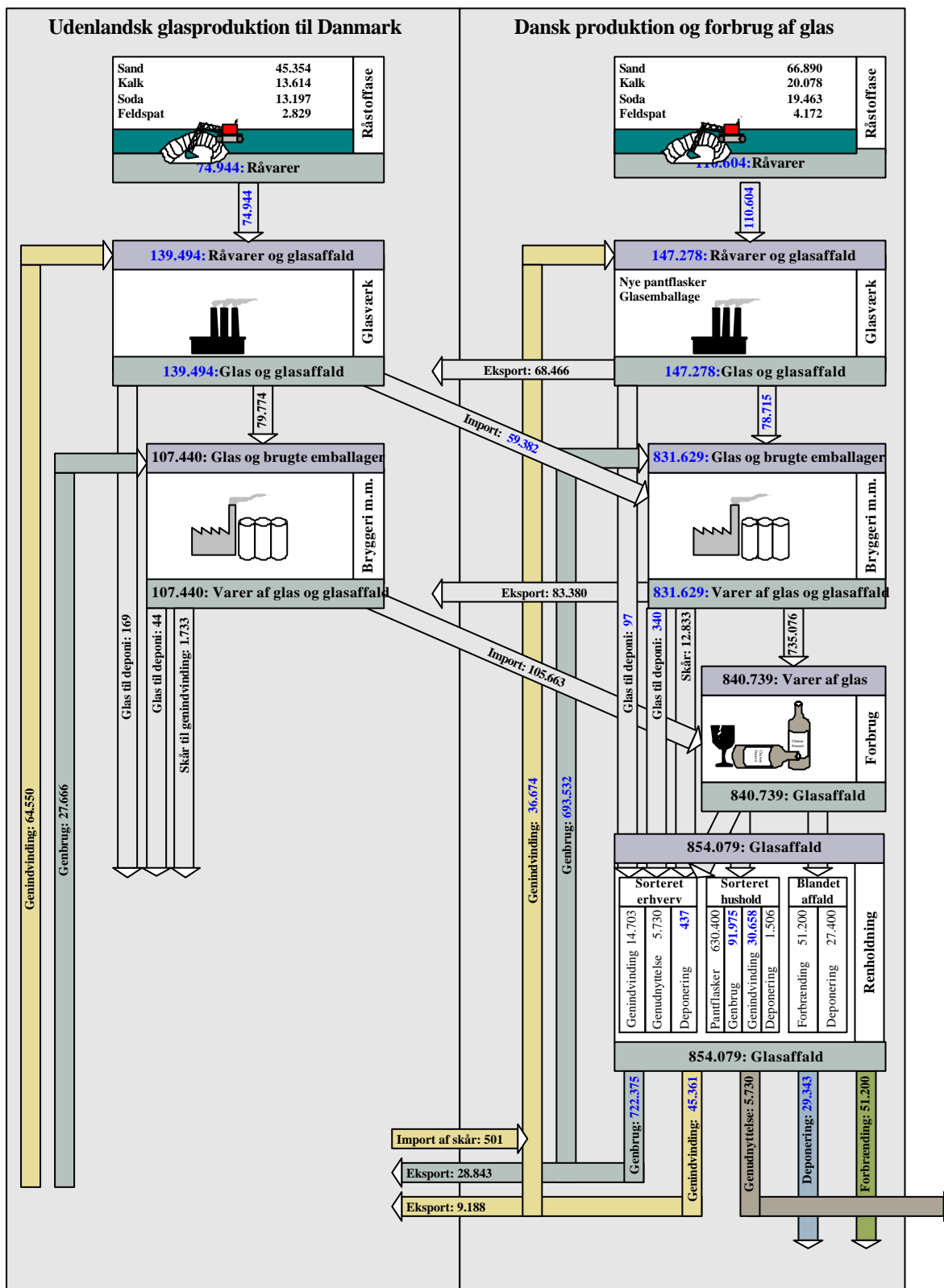
på 16 tons fra de nuværende 324 tons til 340 tons. Mængden af bryggeriskår til genindvinding er afhængig af den samlede produktion, og ændrer sig af den grund ikke.

Inputtet af nyt glas til de danske bryggerier m.m. fordeler sig på nuværende tidspunkt med 57% fra Holmegaard og 43% fra udenlandske glasværker. Inputtet af nyt glas til de danske bryggerier m.m. ændrer sig med de 33.212 tons korrigeret for de ekstra 16 tons til deponering på bryggerierne fra 171.293 tons til 138.097 tons. Det reducerede input af nyt glas forudsættes at fordele sig efter ovenstående indbyrdes forhold mellem nyt glas fra Holmegaard og udenlandske glasværker. Herved bliver inputtet fra Holmegaard 78.715 tons og importen fra udenlandske glasværker 59.382 tons.

De øvrige inputs og outputs på glasværkerne og i råvarefasen beregnes ud fra ovenstående reducerede produktion til de danske bryggerier m.m. Dog holdes eksporten fra Holmegaard konstant og mængden af kasserede skår til deponering udregnes særskilt, idet andelen af skår i råvarerne til glasproduktionen ændres. Da mængden af glas til genindvinding på Holmegaard reduceres, ændres mængden af kasseret glas til deponi også her. I scenariet regnes med den nuværende spildprocent på 0,26% af glas til genindvinding. Da mængden af glas til genindvinding reduceres med 33.212 tons giver dette en reduktion i mængden af glas til deponering på 86 tons fra de nuværende 183 tons til 97 tons.

Ændringerne i kasserede skår på henholdsvis en reduktion på 86 tons fra Holmegaard og en forøgelse på 16 tons på de danske bryggerier m.m. betyder, at den samlede mængde glasaffald til deponering reduceres med 70 tons fra 29.413 tons til 29.343 tons.

I figur b er massestrømmen af glas i scenarium 1 vist.



Figur b Massestrøm for scenarium 1 for glas, hvor genbrug øges. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blåt.

Det bemærkes i figur b, at mængden af nye råvarer til Holmegaard er forøget fra 96.308 tons til 110.604 tons i forhold til udgangssituationen, som er beskrevet i kapitel 13. Dette virker ikke umiddelbart logisk idet mængden af råvarer burde falde når der genbruges mere glas. Forklaringen på dette er, at der går en mindre mængde skår til genindvinding på Holmegaard samtidig med, at en stor del af de sparede nye råvarer opnås i udlandet. Betragtes mængden af forbrugte nye råvarer både i udlandet og i Danmark ses, at der er en samlet reduktion på 70 tons, hvilket svarer til den reducerede mængde kasserede skår på 86 tons på Holmegaard fratrukket den ekstra mængde skår på 16 tons der kasseres og deponeres på bryggerierne.

13d.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 1. Miljøforholdene beregnes ud fra de specifikke data beskrevet i bilag 13b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur b.

Glasværk

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i afsnit 13b.4 i bilag 13b og mængderne fra massestrømmen af glas i scenariet vist i figur c.

	Dansk produktion (tons)	Udenlandsk produktion (tons)
Andel skår i udgangssituation	0,42	0,42
Produceret glas til hjemmemarked	78.715	79.774
Produceret glas til eksport	68.466	59.382
Input af nye råvarer	110.604	74.944
Input af skår	36.674	64.550

Figur c Tal fra massestrømmen af glas i scenarium 1, som bruges til opgørelse af miljøforholdene i glasværksfasen. Den samlede produktion af glas er 286.337 tons.

I figur d er opgørelsen af forhold der påvirker miljøet i glasværksfasen vist.

Forhold der påvirker miljøet	Produktion i Danmark	Produktion i Udland	Enhed	147.181 tons glas i DK og 139.156 tons glas i udland	Enhed
Transport					
Stor lastbil	se figur e	se figur e		8.793.019	tkm
Lille lastbil	se figur e	se figur e		7.412.280	tkm
Jernbane	se figur e	se figur e		6.532.000	tkm
Skib	se figur e	se figur e		26.128.000	tkm
Materialeforbrug					
Sand	60,5%	60,5%	% af nye råstoffer	112.215	kg
Kalk	18,2%	18,2%	% af nye råstoffer	33.683	kg
Soda	17,6%	17,6%	% af nye råstoffer	32.651	kg
Feldspat	3,8%	3,8%	% af nye råstoffer	6.999	kg
Natriumsulfat	3,53	3,53	kg/tons glas	1.010.770	kg
Anthasitkul	0,38	0,38	kg/tons glas	108.808	kg
Zinkselanit	0,004	0,004	kg/tons glas	1.145	kg
Koboltoxid	0,04	0,04	kg/tons glas	11.453	kg
Sulfosæbe	0,08	0,08	kg/tons glas	22.907	kg
Energiforbrug					
Fuelolie	0,00	3,85	GJ/tons glas	536.329	GJ
Naturgas	4,44	3,26	GJ/tons glas	1.107.295	GJ
El - DK	0,24		GJ/tons glas	35.448	GJ
El - udland		0,90	GJ/tons glas	125.240	GJ
Emissioner til luft					
CO ₂	357	467	kg/tons	117.602.765	kg
NO _x	1,2	2,6	kg/tons	527.087	kg
SO _x	1,4	2,7	kg/tons	584.425	kg
HCl	0	0,038	kg/tons	5.288	kg
HF	0,009	0,006	kg/tons	2.160	kg
Støv/partikler	0,238	0,233	kg/tons	67.452	kg
Bly (Pb)	0,006	0,002	kg/tons	1.161	kg
Zink (Zn)	0,004	0,0013	kg/tons	770	kg
Selen (Se)	0,002	0,00067	kg/tons	388	kg
Kobolt (Co)	0,00002	0,00001	kg/tons	4	kg
Affald					
Kasserede skår	0,262%	0,262%	% af input af skår	265	tons
Andet affald	5,5	5,5	kg/tons glas	1.575	tons

Figur d Opgørelse af forhold der påvirker miljøet for glasværksfasen.

I figur e er transport af råvarer til glasværk udspecificeret.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport (tkm)	Transportmid- del
Skår til genindvinding	70	101.224	7.085.680	Lille lastbil
Sand	70	112.244	7.857.080	Stor lastbil
Kalk	23	33.692	774.916	Stor lastbil
Feldspat	23	7.001	161.023	Stor lastbil
Soda	10	32.660	326.600	Lille lastbil
	200	32.660	6.532.000	Jernbane
	800	32.660	26.128.000	Skib

Figur e Opgørelse af transport til glasværker.

Bryggeri m.m.

Bryggerifasen adskiller sig for dette scenarium fra udgangssituationen og de andre scenarier ved, at der er ét forhold der ændres i forhold til udgangssituationen, som ikke fremgår af massestrømsanalysen. Det drejer sig om, at den andel der består af genbrugsflasker af den samlede produktion fra bryggerier m.m. ændrer sig. Den nye fordeling beregnes på baggrund af inputtet af nye råvarer og genbrugsflasker til bryggeri m.m. vist i figur b, samt at 35.000 tons produktionen på de danske bryggerier m.m. består af planglas. Fordelingen er vist i figur f.

Glastype	Danmark	Udland
Genbrugsflasker	83,4%	25,8%
Engangsemballage	12,4%	74,2%
Planglas	4,2%	0,0%
Total	100,0%	100,0%

Figur f Fordeling af genbrugsflasker, engangsemballage og planglas fra henholdsvis danske og udenlandske bryggerier m.m. Fordelingen for udland er uændret i forhold til udgangssituationen.

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i afsnit 13b.3 i bilag 13b og mængderne fra massestrømmen af glas i scenariet vist i figur g.

Mængde glas	Genbrugsflasker (tons)	Engangsemballage (tons)
Danmark	682.546	101.464
Udland	27.261	78.402
Total	709.808	179.866

Figur g Tal fra massestrømmen af glas i scenarium 1, som bruges til opgørelse af miljøforholdene ved bryggeri m.m.

I figur h er opgørelsen af forhold der påvirker miljøet i bryggeri m.m. vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons genbrugsflasker	Pr. tons engangsemballage	Enhed	709.808 tons genbrugsflasker og 179.866 tons engangsemballage	Enhed
Transport					
Lille lastbil	Se figur i	Se figur i		65.302.291	tkm
Stor lastbil	Se figur i	Se figur i		58.419.700	tkm
Materialeforbrug					
NaOH (Lud)	1,74	0	kg	1.235.065	kg
H ₂ SO ₄ (Svovlsyre)	0,36	0	kg	255.531	kg
Pasteurisering (Hypochlorit)	0,061	0,045	kg	51.392	kg
Båndsmøremiddel (sæbe)	0,55	0,25	kg	435.361	kg
Vand	2,99	0,364	m ³	2.187.796	m ³
Energiforbrug					
Fuelolie (skylning)	458	0	MJ	325.272	GJ
El (Transportbånd) i DK	179	87	MJ	131.003	GJ
El (Transportbånd) i udland	179	87	MJ	11.701	GJ
Emissioner til vand					
Slamtørstof	478	0	g	339.288	kg
COD	4.186	0	g	2.971.254	kg
Natiumioner (Na ⁺)	90	0	g	63.883	kg
Sulfat (SO ₄ ²⁺)	140	0	g	99.373	kg

Figur h Opgørelse af forhold der påvirker miljøet for bryggeri m.m.

I figur i er transport af glas og flasker til genbrug til bryggeri m.m. udspecificeret.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport (tkm)	Transportmid- del
Genbrugsflasker	92	709.808	65.302.291	Lille lastbil
Nyt glas fra DK	200	78.715	15.743.000	Stor lastbil
Nyt glas i udland	200	79.774	15.954.800	Stor lastbil
Importeret glas	450	59.382	26.721.900	Stor lastbil

Figur i Opgørelse af transport til bryggeri m.m.

Forbrug

I denne enhedsproces ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier, der er præsenteret i bilag 13c.

Renholdning

I figur j er transport af glasaffald i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport	Transportmid- del
Sorteret erhvervsaffald				
Genindvinding	30	14.703	441.090 tkm	Lille lastbil
Genudnyttelse	30	5.730	171.900 tkm	Lille lastbil
Deponering	10	437	4.370 tkm	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Pantflasker	20	630.400	12.608.000 tkm	Lille lastbil
Andre returflasker	50	91.975	4.598.750 tkm	Lille lastbil
Genindvinding	50	30.658	1.532.900 tkm	Lille lastbil
Deponi	60	1.506	90.360 tkm	Lille lastbil
Blandet affald				
Blandet erhverv til deponering	10	27.400	274.000 tkm	Lille lastbil
Blandet hushold til forbrænding	40	51.200	2.048.000 tkm	Lille lastbil
Slagger og aske	0	51.200	0 tkm	Lille lastbil

Figur j Opgørelse af transport i renholdningsfasen.

I figur k er transport af glasaffald opgjort samlet for hvert transportmiddel.

Transport	Mængde	Enhed
Lille lastbil	21.769.370	tkm

Figur k Transport af glasaffald i renholdningsfasen opgjort samlet for hvert transportmiddel.

Ved forbrænding er der ingen ændringer i forhold til udgangssituationen, da der forbrændes 51.200 tons både i dette scenarium og i udgangssituationen.

I figur l er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	29.343 tons til deponi	Enhed
Energi				
Forbrug af el	3,22	MJ	94,5	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,0564	kg	1,65	tons
natural gas (vol)	0,213	m ³	6.250	m ³
coal ETH	0,0504	kg	1,48	tons
crude oil ETH	4,17	kg	122,36	tons
wood	0,000494	kg	14,50	kg
Affald				
inerte rest	1	tons	29.343	tons
Emissioner til luft				
dust	11,6	g	340,38	kg

benzene	0,05	g	1,47	kg
PAH's	0,000108	g	3,17	g
CxHy aromatic	0,0841	g	2,47	kg
HALON-1301	0,000995	g	29,20	g
CxHy halogenated	0,000000304	g	0,01	g
methane	16,9	g	495,90	kg
non methane VOC	88,4	g	2.593	kg
CO2	13500	g	396.130	kg
CO	72,4	g	2.124	kg
ammonia	0,000589	g	17,28	g
HF	0,00404	g	118,55	g
N2O	0,378	g	11,09	kg
HCl	0,0383	g	1,12	kg
Sox (as SO2)	20,9	g	613,27	kg
Nox (as NO2)	195	g	5.721	kg
Pb	0,000991	g	29,08	g
Cd	0,000191	g	5,60	g
Mn	0,0000168	g	0,49	g
Ni	0,00667	g	195,72	g
Hg	0,000017	g	0,50	g
Zn	0,162	g	4,75	kg
metals	0,048	g	1,41	kg
Emissioner til vand				
BOD	0,0187	g	0,55	kg
COD	0,609	g	17,87	kg
AOX	0,000814	g	23,89	g
suspended substances	11,9	g	349,18	kg
phenols	0,0276	g	0,81	kg
toluene	0,0247	g	0,72	kg
PAH's	0,00272	g	79,81	g
CxHy aromatic	0,177	g	5,19	kg
CxHy chloro	0,000183	g	5,37	g
fats/oils	5,54	g	162,56	kg
DOC	0,000156	g	4,58	g
TOC	1,92	g	56,34	kg
NH4+	0,456	g	13,38	kg
nitrate	0,137	g	4,02	kg
Kjeldahl-N	0,0771	g	2,26	kg
N-tot	0,445	g	13,06	kg

As	0,000329	g	9,65	g
Cl-	111	g	3.257	kg
cyanide	0,000818	g	24,00	g
phosphate	0,00705	g	206,87	g
sulphate	4,66	g	136,74	kg
sulphide	0,00653	g	191,61	g
anorg. dissolved subst.	80,6	g	2.365	kg
Al	0,0851	g	2,50	kg
Ba	0,529	g	15,52	kg
Pb	0,000849	g	24,91	g
Cd	0,000233	g	6,84	g
Cr	0,00258	g	75,70	g
Fe	0,146	g	4,28	kg
Cu	0,000782	g	22,95	g
Ni	0,000995	g	29,20	g
Hg	0,0000021	g	0,06	g
Zn	0,00272	g	79,81	g
metallic ions	1,28	g	37,56	kg

Figur 1 Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponi af glas.

Bilag 13e Scenarium 2: Øget genindvinding af glas

I dette bilag beskrives scenarium 2. Der foretages først en kortlægning af massestrømmen når genindvinding af glas øges. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen og de beskrevne miljøforhold i bilag 13b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

Ved øget genindvinding flyttes glas fra den blandede fraktion fra husholdningerne til genindvinding. Den ekstra mængde sorterede husholdningsaffald til genindvinding antages at erstatte nye råvarer i Danmark. Det vil sige eksporten af skår holdes konstant.

13.1 Massestrøm

I Affald 21 er målsætningen for år 2004 at 75% af alt emballageglas skal genanvendes. I figur a er fordelingen mellem forskellige bortskaffelsesmetoder for emballageglas i 1999 vist.

Bortskaffelsesmetode	Mængde	Andel
Sorteret husholdningsaffald til genbrug	58.763	34%
Sorteret husholdningsaffald til genindvinding	63.870	37%
Glas i blandet affald til forbrænding	51.200	29%
Total	173.833	100%

Figur a Bortskaffelse af emballageglas i 1999. Tallene er fra figur 13.b i kapitel 13.

Det fremgår af figur a, at der i 1999 blev genanvendt 71% af alt emballageglas. I 1997 var dette ifølge Affald 21 61%. Det skal dog bemærkes, at der er brugt en anden metode til opgørelse af genanvendelsesprocenten i Affald 21, hvorfor forbedringen på 10% fra 61% til 71% skal ses som en omtrentlig værdi. Da det på 2 år fra 1997 til 1999 har været muligt at nå en forbedring på omtrent 10% vurderes det at være realistisk at kunne nå en genanvendelsesprocent på 85%. Dette forudsættes i scenariet udelukkende nået i form af øget genindvinding. I figur b er det vist, hvorledes bortskaffelsen husholdningsaffald ændres i scenariet.

Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation		Scenarium 2	
	Mængde	Andel	Mængde	Andel
Sorteret husholdningsaffald til genbrug	58.763	34%	58.763	34%
Sorteret husholdningsaffald til genindvinding	63.870	37%	88.995	51%
Glas i blandet affald til forbrænding	51.200	29%	26.075	15%
Total	173.833	100%	173.833	100%

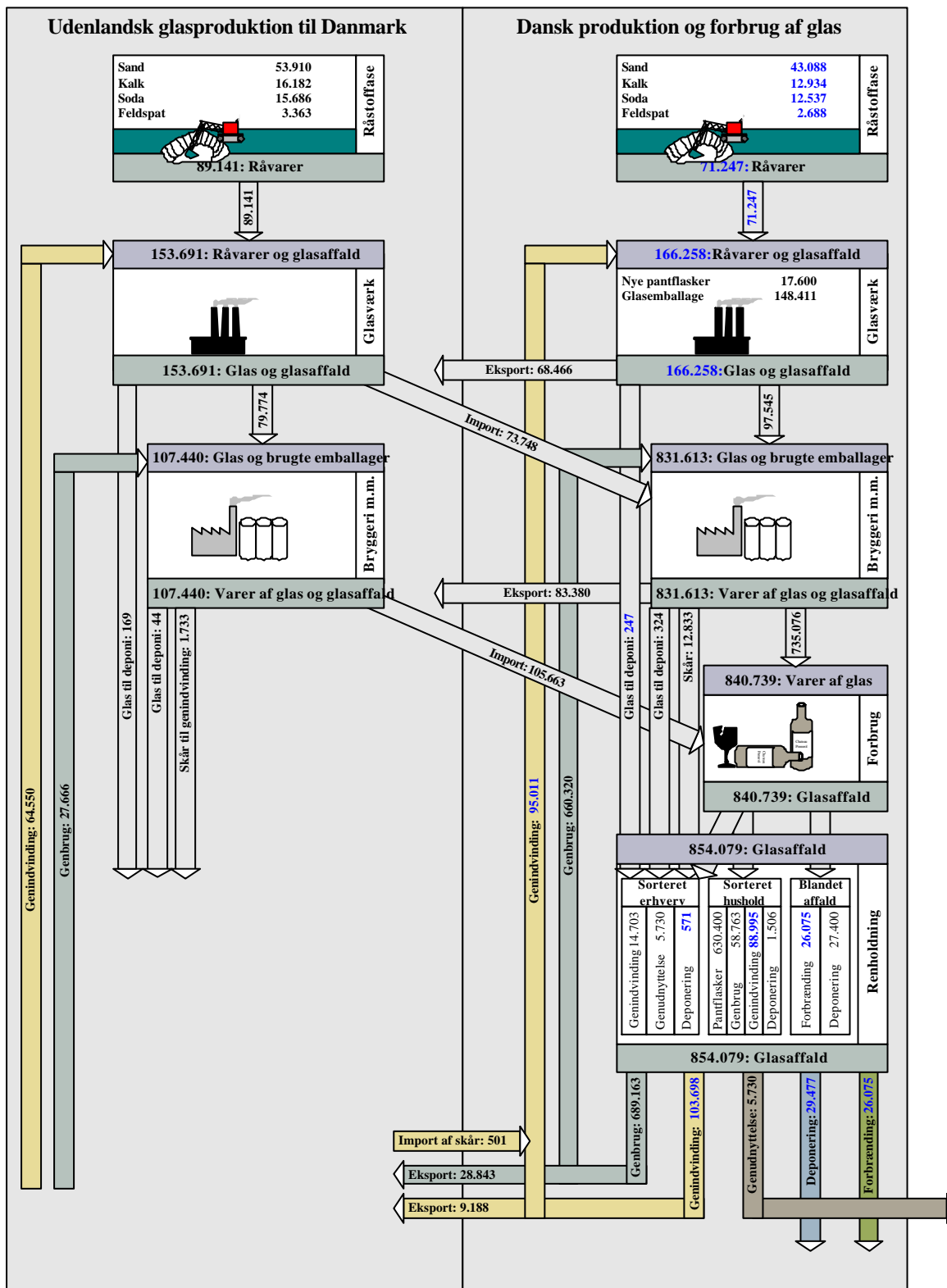
Figur b Bortskaffelse af husholdningsaffald i udgangssituationen og i scenarium 2. De nye mængder i scenariet indebærer at den samlede genanvendelse er 85%, og at der flyttes 25.125 tons fra den blandede fraktion til genindvinding.

Den øgede indsamling til genindvinding indebærer at mængden af glas til genindvinding til Holmegaard stiger med 25.125 tons fra 69.886 tons til 95.011 tons. Spildprocenten i form af kasserede skår til deponering af den samlede mængde glas til genindvinding er på 0,26%. Herved ændres mængden af skår til deponering

med 64 tons fra 183 tons til 247 tons. Dette indebærer desuden at den samlede mængde glasaffald til deponering også forøges med 64 tons.

Den øgede mængde glas til genindvinding på 25.125 tons korrigeret for en forøgelse af kasserede skår til deponering medfører, at forbruget af nye råvarer reduceres med 25.061 tons fra 96.308 tons til 71.247 tons.

I figur c er massestrømmen af glas i scenarium 2 vist.



Figur c Massestrøm for scenarium 2 for glas, hvor genindvinding øges. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blå.

13.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 2. Miljøforholdene beregnes ud fra de specifikke data beskrevet i bilag 13b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur c.

Glasværk

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i afsnit 13b.4 i bilag 13b og mængderne fra massestrømmen af glas i scenariet vist i figur d.

	Dansk produktion (tons)	Udenlandsk produktion (tons)
Andel skår i udgangssituation	0,42	0,42
Produceret glas til hjemmemarked	97.545	79.774
Produceret glas til eksport	68.466	73.748
Input af nye råvarer	71.247	89.141
Input af skår	95.011	64.550

Figur d Tal fra massestrømmen af glas i scenarium 2, som bruges til opgørelse af miljøforholdene i glasværksfasen. Den samlede produktion af glas er 319.533 tons.

I figur e er opgørelsen af forhold der påvirker miljøet i glasværksfasen vist.

Forhold der påvirker miljøet	Produktion i Danmark	Produktion i Udland	Enhed	166.011 tons glas fra DK og 153.522 tons glas fra udland	Enhed
Transport					
Stor lastbil	Se figur f	Se figur f		7.598.701	tkm
Lille lastbil	Se figur f	Se figur f		11.451.500	tkm
Jernbane	Se figur f	Se figur f		5.644.600	tkm
Skib	Se figur f	Se figur f		22.578.400	tkm
Materialeforbrug					
Sand	60,5%	60,5%	% af nye råstoffer	96.998	kg
Kalk	18,2%	18,2%	% af nye råstoffer	29.116	kg
Soda	17,6%	17,6%	% af nye råstoffer	28.224	kg
Feldspat	3,8%	3,8%	% af nye råstoffer	6.050	kg
Natriumsulfat	3,53	3,53	kg/tons glas	1.127.951	kg
Anthasitkul	0,38	0,38	kg/tons glas	121.423	kg
Zinkselenit	0,004	0,004	kg/tons glas	1.278	kg
Koboltoxid	0,04	0,04	kg/tons glas	12.781	kg
Sulfosæbe	0,08	0,08	kg/tons glas	25.563	kg
Energiforbrug					
Fuelolie	0,00	3,90	GJ/tons glas	598.736	GJ
Naturgas	4,06	3,30	GJ/tons glas	1.181.288	GJ
El - DK	0,22		GJ/tons glas	36.597	GJ
El - udland		0,90	GJ/tons glas	138.170	GJ
Emissioner til luft					
CO ₂	327	473	kg/tons	126.875.580	kg
NO _x	1,1	2,6	kg/tons	574.188	kg
SO _x	1,4	2,7	kg/tons	642.101	kg
HCl	0	0,038	kg/tons	5.834	kg
HF	0,009	0,006	kg/tons	2.415	kg
Støv/partikler	0,238	0,233	kg/tons	75.281	kg
Bly (Pb)	0,006	0,002	kg/tons	1.303	kg
Zink (Zn)	0,004	0,0013	kg/tons	864	kg
Selen (Se)	0,002	0,00067	kg/tons	435	kg
Kobolt (Co)	0,00002	0,00001	kg/tons	5	kg
Affald					
Kasserede skår	0,262%	0,262%	% af input af skår	418	tons
Andet affald	5,5	5,5	kg/tons glas	1.757	tons

Figur e Opgørelse af forhold der påvirker miljøet for glasværksfasen.

I figur f er transport af råvarer til glasværk udspecificeret.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport (tkm)	Transportmiddel
Skår til genindvinding	70	159.561	11.169.270	Lille lastbil
Sand	70	96.998	6.789.860	Stor lastbil
Kalk	23	29.116	669.668	Stor lastbil
Feldspat	23	6.051	139.173	Stor lastbil
Soda	10	28.223	282.230	Lille lastbil
	200	28.223	5.644.600	Jernbane
	800	28.223	22.578.400	Skib

Figur f Opgørelse af transport til glasværker.

Bryggeri m.m. og forbrug

I disse enhedsprocesser ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier, der er præsenteret i bilag 13c.

Renholdning

I figur g er transport af glasaffald i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport (tkm)	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Genindvinding	30	14.703	441.090 tkm	Lille lastbil
Genudnyttelse	30	5.730	171.900 tkm	Lille lastbil
Deponering	10	571	5.710 tkm	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Pantflasker	20	630.400	12.608.000 tkm	Lille lastbil
Andre returflasker	50	58.763	2.938.150 tkm	Lille lastbil
Genindvinding	50	88.995	4.449.750 tkm	Lille lastbil
Deponi	60	1.506	90.360 tkm	Lille lastbil
Blandet affald				
Blandet erhverv til deponering	10	27.400	274.000 tkm	Lille lastbil
Blandet husholdning til forbrænding	40	26.075	1.043.000 tkm	Lille lastbil
Slagger og aske	0	26.075	0 tkm	Lille lastbil

Figur g Opgørelse af transport i renholdningsfasen.

I figur h er transport af glasaffald opgjort samlet for hvert transportmiddel.

Transport	Mængde	Enhed
Lille lastbil	22.021.960	tkm

Figur h Transport af glasaffald i renholdningsfasen opgjort samlet for hvert transportmiddel.

I figur i er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	26.075 tons til forbrænding	Enhed
Energi				
Forbrug af el	172	MJ	4.485	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,916	kg	23,88	tons
natural gas (vol)	2,56	m ³	66.752	m ³
coal ETH	1,19	kg	31,03	tons
crude oil ETH	12,4	kg	323,33	tons
wood	0,0116	kg	0,30	tons
process water	1	m ³	26.075	m ³
Affald				
Aske og slagger	1	tons	26.075	tons
Emissioner til luft				
dust	20,8	g	542,36	kg
benzene	0,611	g	15,93	kg
PAH's	0,000874	g	0,02	kg
CxHy aromatic	1,24	g	32,33	kg
HALON-1301	0,00297	g	0,08	kg
CxHy halogenated	0,00167	g	0,04	kg
methane	79,3	g	2.067	kg
non methane VOC	218	g	5.684	kg
CO ₂	45900	g	1.196.842	kg
CO	293	g	7.639	kg
ammonia	6,83	g	178,09	kg
HF	0,0801	g	2,09	kg
N ₂ O	0,811	g	21,15	kg
HCl	0,748	g	19,50	kg
Sox (as SO ₂)	80,8	g	2.107	kg
Nox (as NO ₂)	795	g	20.729	kg
Pb	0,00269	g	0,07	kg
Cd	0,000463	g	0,01	kg
Mn	0,000391	g	0,01	kg
Ni	0,0235	g	0,61	kg
Hg	0,000361	g	0,01	kg
Zn	0,326	g	8,50	kg
metals	0,475	g	12,39	kg
dioxin (TEQ)	11,6	µg	302,47	mg

Emissioner til vand				
BOD	0,0491	g	1,28	kg
COD	1,58	g	41,20	kg
AOX	0,00212	g	0,06	kg
suspended substances	38,8	g	1.012	kg
phenols	0,0814	g	2,12	kg
toluene	0,074	g	1,93	kg
PAH's	0,00811	g	0,21	kg
CxHy aromatic	0,533	g	13,90	kg
CxHy chloro	0,000574	g	0,01	kg
fats/oils	16,6	g	432,85	kg
DOC	0,0287	g	0,75	kg
TOC	7,43	g	193,74	kg
NH4+	1,27	g	33,12	kg
nitrate	0,412	g	10,74	kg
Kjeldahl-N	0,2	g	5,22	kg
N-tot	1,16	g	30,25	kg
As	0,00439	g	0,11	kg
Cl-	531	g	13.845	kg
cyanide	0,00217	g	0,06	kg
phosphate	0,12	g	3,13	kg
sulphate	653	g	17.027	kg
sulphide	0,0171	g	0,45	kg
anorg. dissolved subst.	480	g	12.516	kg
Al	2,08	g	54,24	kg
Ba	1,71	g	44,59	kg
Pb	0,0205	g	0,53	kg
Cd	0,000759	g	0,02	kg
Cr	0,0249	g	0,65	kg
Fe	2,21	g	57,63	kg
Cu	0,011	g	0,29	kg
Ni	0,0115	g	0,30	kg
Hg	1,41E-5	g	0,00	kg
Zn	0,0252	g	0,66	kg
metallic ions	4,04	g	105,34	kg

Figur i Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af glas.

I figur j er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	29.477 tons til deponi	Enhed
Energi				
Forbrug af el	3,22	MJ	94,9	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,0564	kg	1,66	tons
natural gas (vol)	0,213	m ³	6.279	m ³
coal ETH	0,0504	kg	1,49	tons
crude oil ETH	4,17	kg	122,92	tons
wood	0,000494	kg	14,56	kg
Affald				
inerte rest	1	tons	29.477	tons
Emissioner til luft				
dust	11,6	g	341,93	kg
benzene	0,05	g	1,47	kg
PAH's	0,000108	g	3,18	g
CxHy aromatic	0,0841	g	2,48	kg
HALON-1301	0,000995	g	29,33	g
CxHy halogenated	0,000000304	g	0,01	g
methane	16,9	g	498,16	kg
non methane VOC	88,4	g	2.606	kg
CO ₂	13500	g	397.940	kg
CO	72,4	g	2.134	kg
ammonia	0,000589	g	17,36	g
HF	0,00404	g	119,09	g
N ₂ O	0,378	g	11,14	kg
HCl	0,0383	g	1,13	kg
Sox (as SO ₂)	20,9	g	616,07	kg
Nox (as NO ₂)	195	g	5.748	kg
Pb	0,000991	g	29,21	g
Cd	0,000191	g	5,63	g
Mn	0,0000168	g	0,50	g
Ni	0,00667	g	196,61	g
Hg	0,000017	g	0,50	g
Zn	0,162	g	4,78	kg
metals	0,048	g	1,41	kg
Emissioner til vand				
BOD	0,0187	g	0,55	kg

COD	0,609	g	17,95	kg
AOX	0,000814	g	23,99	g
suspended substances	11,9	g	350,78	kg
phenols	0,0276	g	0,81	kg
toluene	0,0247	g	0,73	kg
PAH's	0,00272	g	80,18	g
CxHy aromatic	0,177	g	5,22	kg
CxHy chloro	0,000183	g	5,39	g
fats/oils	5,54	g	163,30	kg
DOC	0,000156	g	4,60	g
TOC	1,92	g	56,60	kg
NH4+	0,456	g	13,44	kg
nitrate	0,137	g	4,04	kg
Kjeldahl-N	0,0771	g	2,27	kg
N-tot	0,445	g	13,12	kg
As	0,000329	g	9,70	g
Cl-	111	g	3.272	kg
cyanide	0,000818	g	24,11	g
phosphate	0,00705	g	207,81	g
sulphate	4,66	g	137,36	kg
sulphide	0,00653	g	192,48	g
anorg. dissolved subst.	80,6	g	2.376	kg
Al	0,0851	g	2,51	kg
Ba	0,529	g	15,59	kg
Pb	0,000849	g	25,03	g
Cd	0,000233	g	6,87	g
Cr	0,00258	g	76,05	g
Fe	0,146	g	4,30	kg
Cu	0,000782	g	23,05	g
Ni	0,000995	g	29,33	g
Hg	0,0000021	g	0,06	g
Zn	0,00272	g	80,18	g
metallic ions	1,28	g	37,73	kg

Figur j Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponi af glas.

Bilag 13f Scenarium 3: Øget forbrænding af glas

I dette bilag beskrives scenarium 3. Der foretages først en kortlægning af massestrømmen når forbrænding af glas øges. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen og de beskrevne miljøforhold i bilag 13b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

Ved øget forbrænding flyttes glas fra fraktionen udsorteret glas til genindvinding til den blandede affaldsfraktion, som sendes til forbrænding. Dette scenarium indebærer, at indsamlingsordningen af glas til genindvinding opgives, og at der i stedet satses på et simplere affaldssystem. Dog bibeholdes pantflaskesystemet. Scenariet vil således medføre, at der er ingen transport af glas til genindvinding, en lille stigning i transport af den blandede fraktion samt en øget transport af nye råvarer til glasværkerne.

I praksis vil det, at indsamlingsordningen af glas opgives, indebære, at både genbrug af hele flasker og genindvinding af skår nedsættes. Dette skyldes, at den indsamlede mængde glas sorteres således, at skår sendes til genindvinding og hele flasker, som primært omfatter vinflasker, sendes til genbrug. Det forudsættes imidlertid i dette scenarium, at det nuværende genbrug af vinflasker på 58.763 tons bibeholdes. Dette antages at foregå ved at udvide pantordningen således, at også vinflasker indsamles ad denne vej. I scenariet flyttes således alt kommunalt indsamlet glas med henblik på genindvinding til forbrænding, det vil sige 63.870 tons.

Da det forudsættes, at det kun er den kommunale indsamlingsordning, der opgives, vil sorteret erhvervsaffald i form af bryggeriskår og planglas, som afsættes til Holmegaard, stadig forekomme i scenariet.

13f.1 Massestrøm

I figur a er ændringen af bortskaffelsen af glas i scenariet vist.

Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation	Scenarium 3
Glas til genindvinding	63.870 tons	0 tons
Blandet affald til forbrænding	51.200 tons	115.070 tons
Total	115.070 tons	115.070 tons

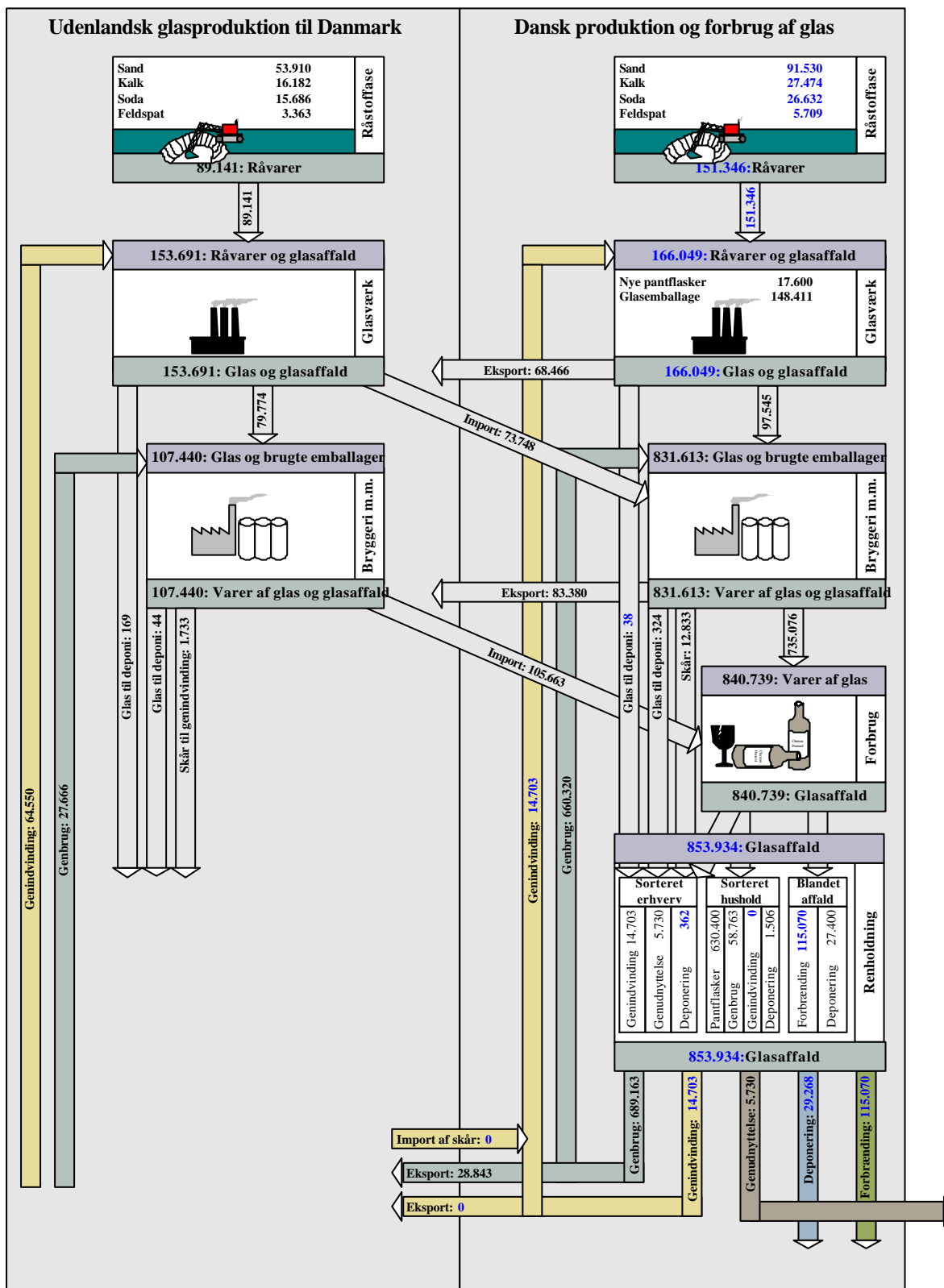
Figur a Bortskaffelse af sorteret husholdningsaffald i udgangssituationen og i scenarium 3. Tallene for udgangssituationen er fra figur 13.b i kapitel 13. De nye mængder i scenariet indebærer at der flyttes 63.870 tons fra genindvinding til forbrænding.

Når stort set hele genindvindingssystemet opgives, antages det, at eksporten og importen af glas til genindvinding ligeledes er nul. Det eneste glas til genindvinding, der forekommer, er 14.703 tons, der indsamles som sorteret erhvervsaffald. Mængden af glas til genindvinding på Holmegaard ændres således med 55.183 tons fra 69.886 tons til 14.703 tons. Grunden til at ændringen ikke er på de 63.870 tons som flyttes fra genindvinding til forbrænding er, at en import af glas til genindvinding på 501 tons og en eksport på 9.188 tons sættes til nul.

Spildprocenten i form af kasserede skår til deponering af den samlede mængde glas til genindvinding er på 0,26%. Herved reduceres mængden af skår til deponering med 145 tons fra 183 tons til 38 tons. Dette indebærer desuden at den samlede mængde glasaffald til deponering også reduceres med 145 tons.

Den reducerede mængde glas til genindvinding på medfører, at forbruget af nye råvarer forøges med 55.038 tons fra 96.308 tons til 151.346 tons.

I figur b er massestrømmen af glas i scenarium 3 vist.



Figur b Massestrøm for scenarium 3 for glas, hvor forbrænding øges. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blåt.

13f.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 3. Miljøforholdene beregnes ud fra de specifikke data beskrevet i bilag 13b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur b.

Glasværk

Miljøforholdene er beregnet ud fra tallene i afsnit 13b.4 i bilag 13b og mængderne fra massestrømmen af glas i scenariet vist i figur c.

	Dansk produktion (tons)	Udenlandsk produktion (tons)
Andel skår i udgangssituation	0,42	0,42
Produceret glas til hjemmemarked	97.545	79.774
Produceret glas til eksport	68.466	73.748
Input af nye råvarer	151.346	89.141
Input af skår	14.703	64.550

Figur c Tal fra massestrømmen af glas i scenarium 3, som bruges til opgørelse af miljøforholdene i glasværksfasen. Den samlede produktion af glas er 319.533 tons.

I figur d er opgørelsen af forhold der påvirker miljøet i glasværksfasen vist.

Forhold der påvirker miljøet	Produktion i Danmark	Produktion i Udland	Enhed	166.011 tons i DK og 153.522 tons i udland	Enhed
Transport					
Stor lastbil	Se figur e	Se figur e		11.393.544	tkm
Lille lastbil	Se figur e	Se figur e		5.970.890	tkm
Jernbane	Se figur e	Se figur e		8.463.600	tkm
Skib	Se figur e	Se figur e		33.854.400	tkm
Materialeforbrug					
Sand	60,5%	60,5%	% af nye råstoffer	145.440	kg
Kalk	18,2%	18,2%	% af nye råstoffer	43.656	kg
Soda	17,6%	17,6%	% af nye råstoffer	42.319	kg
Feldspat	3,8%	3,8%	% af nye råstoffer	9.072	kg
Natriumsulfat	3,53	3,53	kg/tons glas	1.127.951	kg
Anthasitkul	0,38	0,38	kg/tons glas	121.423	kg
Zinkselenit	0,004	0,004	kg/tons glas	1.278	kg
Koboltoxid	0,04	0,04	kg/tons glas	12.781	kg
Sulfosæbe	0,08	0,08	kg/tons glas	25.563	kg
Energiforbrug					
Fuelolie	0,00	3,90	GJ/tons glas	598.736	GJ
Naturgas	4,63	3,30	GJ/tons glas	1.274.767	GJ
El - DK	0,25		GJ/tons glas	41.668	GJ
El - udland		0,90	GJ/tons glas	138.170	GJ
Emissioner til luft					
CO ₂	372	473	kg/tons	134.393.542	kg
NO _x	1,2	2,6	kg/tons	598.440	kg
SO _x	1,5	2,7	kg/tons	657.533	kg
HCl	0	0,038	kg/tons	5.834	kg
HF	0,009	0,006	kg/tons	2.415	kg
Støv/partikler	0,238	0,233	kg/tons	75.281	kg
Bly (Pb)	0,006	0,002	kg/tons	1.303	kg
Zink (Zn)	0,004	0,0013	kg/tons	864	kg
Selen (Se)	0,002	0,00067	kg/tons	435	kg
Kobolt (Co)	0,00002	0,00001	kg/tons	5	kg
Affald					
Kasserede skår	0,262%	0,262%	% af input af skår	208	tons
Andet affald	5,5	5,5	kg/tons glas	1.757	tons

Figur d Opgørelse af forhold der påvirker miljøet for glasværksfasen.

I figur e er transport af råvarer til glasværk udspecificeret.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport (tkm)	Transportmiddel
Skår til genindvinding	70	79.253	5.547.710	Lille lastbil
Sand	70	145.440	10.180.800	Stor lastbil
Kalk	23	43.656	1.004.088	Stor lastbil
Feldspat	23	9.072	208.656	Stor lastbil
Soda	10	42.318	423.180	Lille lastbil
	200	42.318	8.463.600	Jernbane
	800	42.318	33.854.400	Skib

Figur e Opgørelse af transport til glasværker.

Bryggeri m.m. og forbrug

I disse enhedsprocesser ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier, der er præsenteret i bilag 13c.

Renholdning

I figur f er transport af glasaffald i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Genindvinding	30	14.703	441.090 tkm	Lille lastbil
Genudnyttelse	30	5.730	171.900 tkm	Lille lastbil
Deponering	10	362	3.620 tkm	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Pantflasker	20	630.400	12.608.000 tkm	Lille lastbil
Andre returflasker	50	58.763	2.938.150 tkm	Lille lastbil
Genindvinding	50	0	0 tkm	Lille lastbil
Deponi	60	1.506	90.360 tkm	Lille lastbil
Blandet affald				
Blandet erhverv til deponering	10	27.400	274.000 tkm	Lille lastbil
Blandet husholdning til forbrænding	40	115.070	4.602.800 tkm	Lille lastbil
Slagger og aske	0	115.070	0 tkm	Lille lastbil

Figur f Opgørelse af transport i renholdningsfasen.

I figur g er transport af glasaffald opgjort samlet for hvert transportmiddel.

Transport	Mængde	Enhed
Lille lastbil	21.129.920	tkm

Figur g Transport af glasaffald i renholdningsfasen opgjort samlet for hvert transportmiddel.

I figur h er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	115.070 tons til forbrænding	Enhed
Energi				
Forbrug af el	172	MJ	19.792	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,916	kg	105,40	tons
natural gas (vol)	2,56	m ³	294.579	m ³
coal ETH	1,19	kg	136,93	tons
crude oil ETH	12,4	kg	1.427	tons
wood	0,0116	kg	1,33	tons
process water	1	m ³	115.070	m ³
Affald				
Aske og slagger	1	tons	115.070	tons
Emissioner til luft				
dust	20,8	g	2.393	kg
benzene	0,611	g	70,31	kg
PAH's	0,000874	g	0,10	kg
CxHy aromatic	1,24	g	142,69	kg
HALON-1301	0,00297	g	0,34	kg
CxHy halogenated	0,00167	g	0,19	kg
methane	79,3	g	9.125	kg
non methane VOC	218	g	25.085	kg
CO2	45900	g	5.281.713	kg
CO	293	g	33.716	kg
ammonia	6,83	g	785,93	kg
HF	0,0801	g	9,22	kg
N2O	0,811	g	93,32	kg
HCl	0,748	g	86,07	kg
Sox (as SO2)	80,8	g	9.298	kg
Nox (as NO2)	795	g	91.481	kg
Pb	0,00269	g	0,31	kg
Cd	0,000463	g	0,05	kg
Mn	0,000391	g	0,04	kg
Ni	0,0235	g	2,70	kg
Hg	0,000361	g	0,04	kg
Zn	0,326	g	37,51	kg
metals	0,475	g	54,66	kg

dioxin (TEQ)	11,6	µg	1.335	mg
Emissioner til vand				
BOD	0,0491	g	5,65	kg
COD	1,58	g	181,81	kg
AOX	0,00212	g	0,24	kg
suspended substances	38,8	g	4.465	kg
phenols	0,0814	g	9,37	kg
toluene	0,074	g	8,52	kg
PAH's	0,00811	g	0,93	kg
CxHy aromatic	0,533	g	61,33	kg
CxHy chloro	0,000574	g	0,07	kg
fats/oils	16,6	g	1.910	kg
DOC	0,0287	g	3,30	kg
TOC	7,43	g	854,97	kg
NH4+	1,27	g	146,14	kg
nitrate	0,412	g	47,41	kg
Kjeldahl-N	0,2	g	23,01	kg
N-tot	1,16	g	133,48	kg
As	0,00439	g	0,51	kg
Cl-	531	g	61.102	kg
cyanide	0,00217	g	0,25	kg
phosphate	0,12	g	13,81	kg
sulphate	653	g	75.141	kg
sulphide	0,0171	g	1,97	kg
anorg. dissolved subst.	480	g	55.234	kg
Al	2,08	g	239,35	kg
Ba	1,71	g	196,77	kg
Pb	0,0205	g	2,36	kg
Cd	0,000759	g	0,09	kg
Cr	0,0249	g	2,87	kg
Fe	2,21	g	254,30	kg
Cu	0,011	g	1,27	kg
Ni	0,0115	g	1,32	kg
Hg	1,41E-5	g	0,00	kg
Zn	0,0252	g	2,90	kg
metallic ions	4,04	g	464,88	kg

Figur h Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af glas.

I figur i er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	29.268 tons til deponi	Enhed
Energi				
Forbrug af el	3,22	MJ	94,2	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,0564	kg	1,65	tons
natural gas (vol)	0,213	m ³	6.234	m ³
coal ETH	0,0504	kg	1,48	tons
crude oil ETH	4,17	kg	122,05	tons
wood	0,000494	kg	14,46	kg
Affald				
inerte rest	1	tons	29.268	tons
Emissioner til luft				
dust	11,6	g	339,51	kg
benzene	0,05	g	1,46	kg
PAH's	0,000108	g	3,16	g
CxHy aromatic	0,0841	g	2,46	kg
HALON-1301	0,000995	g	29,12	g
CxHy halogenated	0,000000304	g	0,01	g
methane	16,9	g	494,63	kg
non methane VOC	88,4	g	2.587	kg
CO ₂	13500	g	395.118	kg
CO	72,4	g	2.119	kg
ammonia	0,000589	g	17,24	g
HF	0,00404	g	118,24	g
N ₂ O	0,378	g	11,06	kg
HCl	0,0383	g	1,12	kg
Sox (as SO ₂)	20,9	g	611,70	kg
Nox (as NO ₂)	195	g	5.707	kg
Pb	0,000991	g	29,00	g
Cd	0,000191	g	5,59	g
Mn	0,0000168	g	0,49	g
Ni	0,00667	g	195,22	g
Hg	0,000017	g	0,50	g
Zn	0,162	g	4,74	kg
metals	0,048	g	1,40	kg

Emissioner til vand				
BOD	0,0187	g	0,55	kg
COD	0,609	g	17,82	kg
AOX	0,000814	g	23,82	g
suspended substances	11,9	g	348,29	kg
phenols	0,0276	g	0,81	kg
toluene	0,0247	g	0,72	kg
PAH's	0,00272	g	79,61	g
CxHy aromatic	0,177	g	5,18	kg
CxHy chloro	0,000183	g	5,36	g
fats/oils	5,54	g	162,14	kg
DOC	0,000156	g	4,57	g
TOC	1,92	g	56,19	kg
NH4+	0,456	g	13,35	kg
nitrate	0,137	g	4,01	kg
Kjeldahl-N	0,0771	g	2,26	kg
N-tot	0,445	g	13,02	kg
As	0,000329	g	9,63	g
Cl-	111	g	3.249	kg
cyanide	0,000818	g	23,94	g
phosphate	0,00705	g	206,34	g
sulphate	4,66	g	136,39	kg
sulphide	0,00653	g	191,12	g
anorg. dissolved subst.	80,6	g	2.359	kg
Al	0,0851	g	2,49	kg
Ba	0,529	g	15,48	kg
Pb	0,000849	g	24,85	g
Cd	0,000233	g	6,82	g
Cr	0,00258	g	75,51	g
Fe	0,146	g	4,27	kg
Cu	0,000782	g	22,89	g
Ni	0,000995	g	29,12	g
Hg	0,0000021	g	0,06	g
Zn	0,00272	g	79,61	g
metallic ions	1,28	g	37,46	kg

Figur i Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponi af glas.

Bilag 13g Scenarium 4: Øget deponering

I dette bilag beskrives scenarium 4. Der foretages først en kortlægning af massestrømmen når deponering af glas øges. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen og de beskrevne miljøforhold i bilag 13b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

Det vurderes ikke at være realistisk at deponere hele den blandede fraktion, som på nuværende tidspunkt sendes til forbrænding. Derfor tænkes der ved øget deponering gennemført en øget sortering i husholdningerne, hvor hver husholdning skal sortere sit blandede affald i en brændbar og en ikke-brændbar fraktion. Den ikke-brændbare fraktion deponeres. Det vil sige, at der i scenariet flyttes mest mulig glas fra den brændbare fraktion til en ikke-brændbar fraktion. Den nye ikke-brændbare fraktion vil eksempelvis bestå af folie, kapsler, metallåg, keramikaffald og beskidte syltetøjsglas. Gevinsten med denne ekstra sortering i husholdningerne ville være, at brændværdien for den brændbare fraktion kunne forøges, og at mængden af slagger fra affaldsforbrændingsanlæg ville reduceres.

13g.1 Massestrøm

I figur a er det vist hvorledes massestrømmen af glas ændres i scenariet.

Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation	Scenarium 4
Blandet affald til forbrænding	51.200 tons	10.240 tons
Blandet affald til deponering	27.400 tons	68.360 tons
Total	78.600 tons	78.600 tons

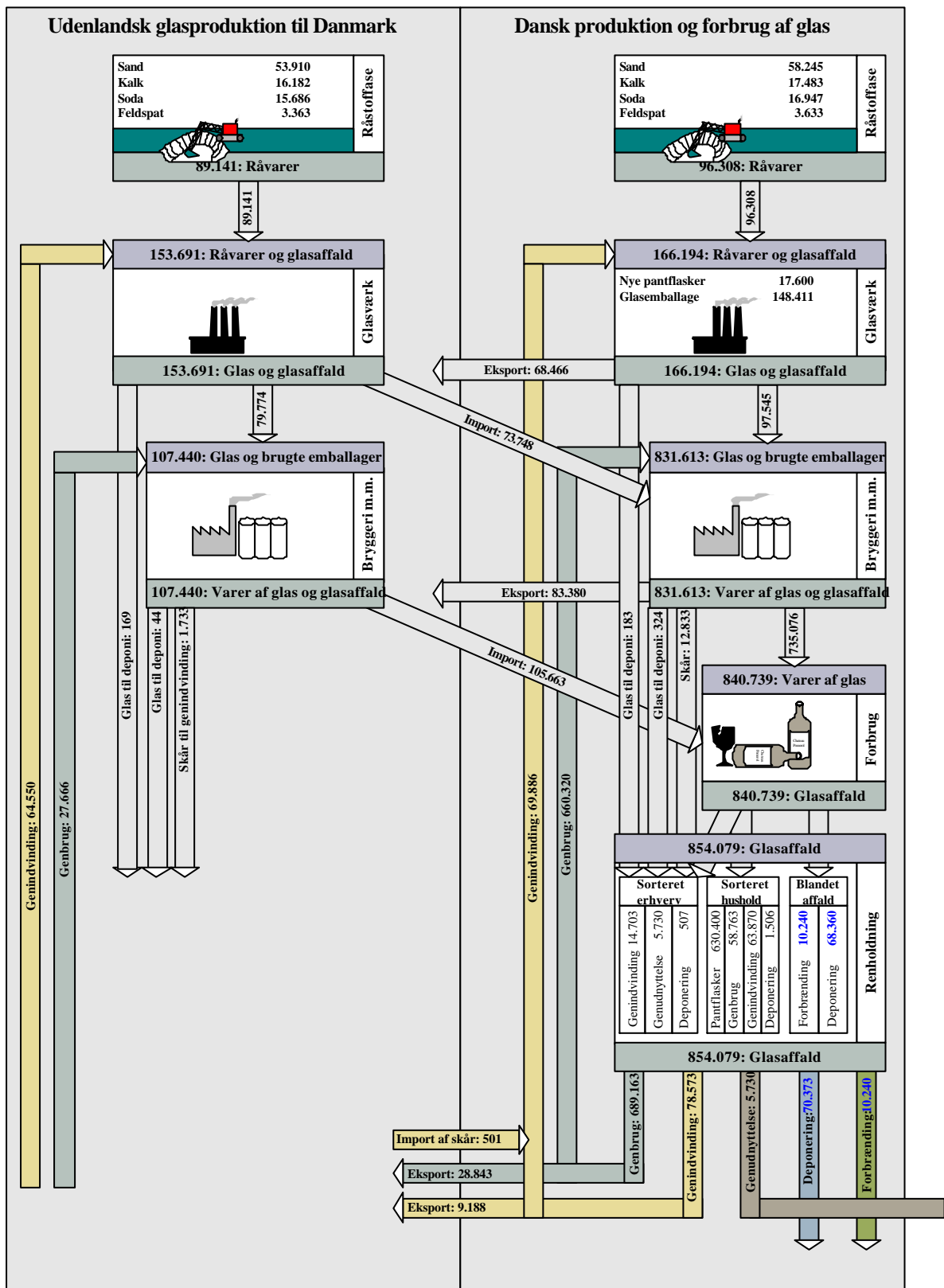
Figur a Bortskaffelse af blandet affald i udgangssituationen og i scenarium 4. Tallene for udgangssituationen er fra figur 13.b i kapitel 13. De nye mængder i scenariet indebærer at der flyttes 40.960 tons fra forbrænding til deponering. Dette er nærmere forklaret i det følgende.

Det antages, at 80% af alt glas, som på nuværende tidspunkt sendes til forbrænding, kan udsorteres ved at indføre en ekstra kildesortering i form af en ikke-brændbar fraktion i husholdningerne. Dette bevirker at 40.960 tons af de 51.200 tons, som på nuværende tidspunkt sendes til forbrænding, kan udsorteres. Den høje indsamlingsprocent begrundes med, at sorteringen med to skraldespande *under vasken* er meget let. Desuden henvises der til kapitel 8 om affaldshåndteringssystemet, hvor det fremgår at det har betydning med en faktor 10 om der er praktisk opsamlingsmateriel til rådighed. Det vil sige med en meget ubesværlig sortering, som ikke kræver ekstra arbejde i husholdningerne, kan en høj sortering forventes.

Det forudsættes, at det nye sorteringssystem ikke påvirker indsamlingen af glas til genanvendelse. Dette kunne imidlertid godt være tilfældet, idet der ved den nye fraktion bliver to *legitime* bortskaffelsesmuligheder af glas, hvor det før kun har været *legitimt* at sende det til genanvendelse.

Da scenariet kun indebærer at der flyttes en mængde affald fra forbrænding til deponering, sker der ingen ændringer i glasværks- og bryggeri- og forbrugsfasen for glas.

I figur b er massestrømmen af glas i scenarium 4 vist.



Figur b Massestrøm for scenarium 4 for glas, hvor deponering øges. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blåt.

13g.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 4. Miljøforholdene beregnes ud fra de specifikke data beskrevet i bilag 13b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur b.

Glasværk, byggeri m.m. og forbrug

I disse enhedsprocesser ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier, der er præsenteret i bilag 13c.

Renholdning

I figur c er transport af glasaffald i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Genindvinding	30	14.703	441.090 tkm	Lille lastbil
Genudnyttelse	30	5.730	171.900 tkm	Lille lastbil
Deponering	10	507	5.070 tkm	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Pantflasker	20	630.400	12.608.000 tkm	Lille lastbil
Andre returflasker	50	58.763	2.938.150 tkm	Lille lastbil
Genindvinding	50	63.870	3.193.500 tkm	Lille lastbil
Deponi	60	1.506	90.360 tkm	Lille lastbil
Blandet affald				
Blandet erhverv til deponering	10	68.360	683.600 tkm	Lille lastbil
Blandet husholdning til forbrænding	40	10.240	409.600 tkm	Lille lastbil
Slagger og aske	0	10.240	0 tkm	Lille lastbil

Figur c Opgørelse af transport i renholdningsfasen.

I figur d er transport af glasaffald opgjort samlet for hvert transportmiddel.

Transport	Mængde	Enhed
Lille lastbil	20.541.270	tkm

Figur d Transport af glasaffald i renholdningsfasen opgjort samlet for hvert transportmiddel.

I figur e er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	10.240 tons til forbrænding	Enhed
Energi				
Forbrug af el	172	MJ	1.761	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,916	kg	9,38	tons
natural gas (vol)	2,56	m ³	26.214	m ³
coal ETH	1,19	kg	12,19	tons
crude oil ETH	12,4	kg	126,98	tons
wood	0,0116	kg	0,12	tons
process water	1	m ³	10.240	m ³
Affald				
Aske og slagger	1	tons	10.240	tons
Emissioner til luft				
dust	20,8	g	212,99	kg
benzene	0,611	g	6,26	kg
PAH's	0,000874	g	0,01	kg
CxHy aromatic	1,24	g	12,70	kg
HALON-1301	0,00297	g	0,03	kg
CxHy halogenated	0,00167	g	0,02	kg
methane	79,3	g	812,03	kg
non methane VOC	218	g	2.232	kg
CO2	45900	g	470.016	kg
CO	293	g	3.000	kg
ammonia	6,83	g	69,94	kg
HF	0,0801	g	0,82	kg
N2O	0,811	g	8,30	kg
HCl	0,748	g	7,66	kg
Sox (as SO2)	80,8	g	827,39	kg
Nox (as NO2)	795	g	8.140	kg
Pb	0,00269	g	0,03	kg
Cd	0,000463	g	0,00	kg
Mn	0,000391	g	0,00	kg
Ni	0,0235	g	0,24	kg
Hg	0,000361	g	0,00	kg
Zn	0,326	g	3,34	kg
metals	0,475	g	4,86	kg
dioxin (TEQ)	11,6	µg	118,78	mg

Emissioner til vand				
BOD	0,0491	g	0,50	kg
COD	1,58	g	16,18	kg
AOX	0,00212	g	0,02	kg
suspended substances	38,8	g	397,31	kg
phenols	0,0814	g	0,83	kg
toluene	0,074	g	0,76	kg
PAH's	0,00811	g	0,08	kg
CxHy aromatic	0,533	g	5,46	kg
CxHy chloro	0,000574	g	0,01	kg
fats/oils	16,6	g	169,98	kg
DOC	0,0287	g	0,29	kg
TOC	7,43	g	76,08	kg
NH4+	1,27	g	13,00	kg
nitrate	0,412	g	4,22	kg
Kjeldahl-N	0,2	g	2,05	kg
N-tot	1,16	g	11,88	kg
As	0,00439	g	0,04	kg
Cl-	531	g	5.437	kg
cyanide	0,00217	g	0,02	kg
phosphate	0,12	g	1,23	kg
sulphate	653	g	6.687	kg
sulphide	0,0171	g	0,18	kg
anorg. dissolved subst.	480	g	4.915	kg
Al	2,08	g	21,30	kg
Ba	1,71	g	17,51	kg
Pb	0,0205	g	0,21	kg
Cd	0,000759	g	0,01	kg
Cr	0,0249	g	0,25	kg
Fe	2,21	g	22,63	kg
Cu	0,011	g	0,11	kg
Ni	0,0115	g	0,12	kg
Hg	1,41E-5	g	0,00	kg
Zn	0,0252	g	0,26	kg
metallic ions	4,04	g	41,37	kg

Figur e Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af glas.

I figur f er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	68.360 tons til deponi	Enhed
Energi				
Forbrug af el	3,22	MJ	220	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,0564	kg	3,86	tons
natural gas (vol)	0,213	m ³	14.561	m ³
coal ETH	0,0504	kg	3,45	tons
crude oil ETH	4,17	kg	285,06	tons
wood	0,000494	kg	33,77	kg
Affald				
inerte rest	1	tons	68.360	tons
Emissioner til luft				
dust	11,6	g	792,98	kg
benzene	0,05	g	3,42	kg
PAH's	0,000108	g	7,38	g
CxHy aromatic	0,0841	g	5,75	kg
HALON-1301	0,000995	g	68,02	g
CxHy halogenated	0,000000304	g	0,02	g
methane	16,9	g	1.155	kg
non methane VOC	88,4	g	6.043	kg
CO ₂	13500	g	922.860	kg
CO	72,4	g	4.949	kg
ammonia	0,000589	g	40,26	g
HF	0,00404	g	276,17	g
N ₂ O	0,378	g	25,84	kg
HCl	0,0383	g	2,62	kg
Sox (as SO ₂)	20,9	g	1.429	kg
Nox (as NO ₂)	195	g	13.330	kg
Pb	0,000991	g	67,74	g
Cd	0,000191	g	13,06	g
Mn	0,0000168	g	1,15	g
Ni	0,00667	g	455,96	g
Hg	0,000017	g	1,16	g
Zn	0,162	g	11,07	kg
metals	0,048	g	3,28	kg

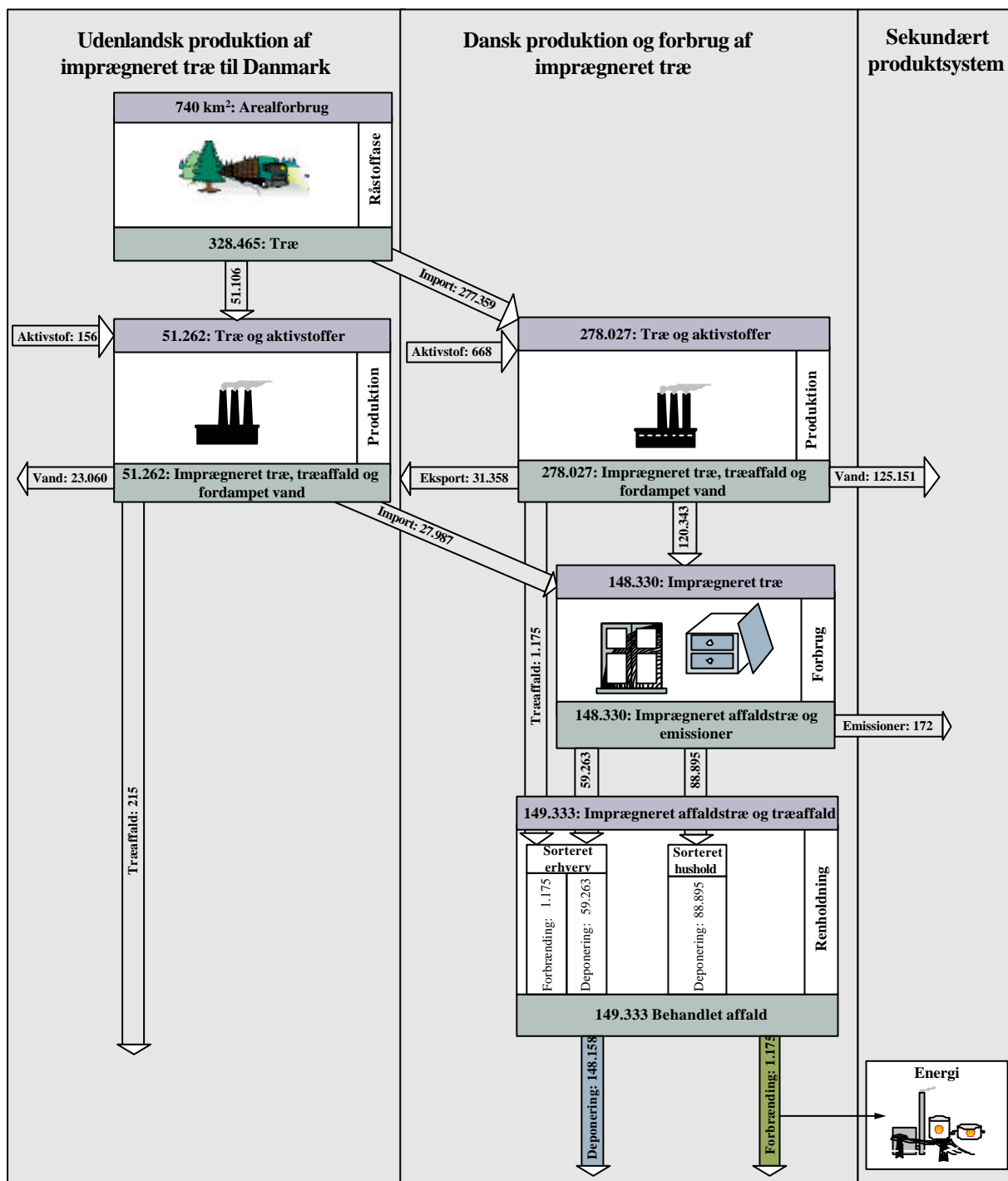
Emissioner til vand				
BOD	0,0187	g	1,28	kg
COD	0,609	g	41,63	kg
AOX	0,000814	g	55,65	g
suspended substances	11,9	g	813,48	kg
phenols	0,0276	g	1,89	kg
toluene	0,0247	g	1,69	kg
PAH's	0,00272	g	185,94	g
CxHy aromatic	0,177	g	12,10	kg
CxHy chloro	0,000183	g	12,51	g
fats/oils	5,54	g	378,71	kg
DOC	0,000156	g	10,66	g
TOC	1,92	g	131,25	kg
NH4+	0,456	g	31,17	kg
nitrate	0,137	g	9,37	kg
Kjeldahl-N	0,0771	g	5,27	kg
N-tot	0,445	g	30,42	kg
As	0,000329	g	22,49	g
Cl-	111	g	7.588	kg
cyanide	0,000818	g	55,92	g
phosphate	0,00705	g	481,94	g
sulphate	4,66	g	318,56	kg
sulphide	0,00653	g	446,39	g
anorg. dissolved subst.	80,6	g	5.510	kg
Al	0,0851	g	5,82	kg
Ba	0,529	g	36,16	kg
Pb	0,000849	g	58,04	g
Cd	0,000233	g	15,93	g
Cr	0,00258	g	176,37	g
Fe	0,146	g	9,98	kg
Cu	0,000782	g	53,46	g
Ni	0,000995	g	68,02	g
Hg	0,0000021	g	0,14	g
Zn	0,00272	g	185,94	g
metallic ions	1,28	g	87,50	kg

Figur f Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponi af glas.

Bilag 14a Massestrømsanalyse af imprægneret træ

I dette bilag beskrives alle input og output for enhedsprocesser i massestrømmen af imprægneret træ i eller til Danmark. Desuden beskrives beregninger og antagelser, der ligger til grund for massestrømsanalysen af imprægneret træ fra produktion til bortskaffelse. Der gøres indledningsvis opmærksom på, at massestrømsanalysen er foretaget for den mængde imprægneret træ der blev produceret og forbrugt i år 2000. Levetiden for imprægneret træ gennemsnitlig er 32 år. For at massestrømmen skal balancere således, at affaldsmængderne følger forbruget, er det valgt at opgøre affaldsmængderne, der genereres i år 2032.

Resultatet af massestrømsanalysen fremgår af figur a. Figuren er den samme som figur 14.d i kapitel 14. Bilaget er opbygget efter de enhedsprocesser produktsystemet omfatter.



Figur a Massestrømmen af imprægneret træ i og til Danmark.

14a.1 Råvarefase

Råvarefasen omfatter dyrkning af det træ, der imprægneres. Input til råvarefasen for imprægneret træ består derfor af input til skovbrug, der udgøres af et arealforbrug samt atmosfærens indhold af kuldioxid og regn-

vand. Massestrømmene af kuldioxid og regnvand vil ikke blive beskrevet nærmere, da disse indgår i de naturlige kredsløb.

På grund af manglende kendskab til hvor træ til dansk produktion stammer fra, antages det, som for den udenlandske produktion, at træet stammer fra Sverige. Det træ der dyrkes til brug i imprægneringsindustri udgør i alt 328.465 tons. Træforbruget er beregnet som input af træ til produktionsfasen i Danmark og udlandet, der tilsammen udgør 180.255 tons træ, jævnfør afsnit 14a.2. Hertil kommer mængden af vand der fordampes fra træet, inden det er klar til imprægnering. Ifølge Træbranchens Oplysningsråd, er vandindholdet 18% i imprægneret træ [Træbranchens Oplysningsråd, 2001, s. 24]. Det medfører, at de 180.255 tons træ (82% TS) til imprægnering stammer fra 328.465 tons nåletræ (45% TS). Tørstofindholdet i friskhugget træ er beskrevet i bilag 12a, hvor forbruget af træ til papir er opgjort.

Det er oftest nåletræ, der imprægneres. Langt størstedelen af det imprægnerede træ, der importeres til Danmark stammer fra Norge og Sverige [Miljøstyrelsen, 1997b, s. 69]. Træet i de nordiske lande dyrkes og behandles efter fælles standarder. Det antages på denne baggrund, at alt træ til udenlandsk imprægnering af træ, der ender i Danmark, dyrkes på samme måde og det vælges at tage udgangspunkt i data fra skovbrug i Sverige. Grunden til dette er, at dyrkningsforhold i Sverige i forvejen er kendte, fra opgørelsen af massestrømmen af papir. I Sverige er tilvæksten af nyttetømmer gennemsnitlig 5,1 m³/ha/år [Skov- og Naturstyrelsen, 1994, s. 36]. Ved at omregne imprægneringsvirksomhedernes træforbrug til volumen og sætte det i forhold til svenske skoves tilvækst, er det udregnet, at arealer til skovbrug udgør 740 km².

	Træ til udenlandsk produktion (tons)	Træ til dansk produktion (tons)	I alt (tons)
Træ	51.106	277.359	328.465

Figur b Råvareforbrug til dansk og udenlandsk produktion af imprægneret træ.

14a.2 Produktion af imprægneret træ

Denne fase omfatter to processer, som er tilblivelsen af de trævarer der imprægneres samt selve imprægneringen. Da de egenskaber, der opnås ved imprægnering, mistes ved bearbejdning, er det kun færdige produkter der imprægneres [Hansen et al., 1997, s. 73]. Under selve imprægneringsprocessen dannes mindre mængder af affald i form af slam fra opsamlingsstanke og filterkager fra rensning af filtre. Generelt opsamles dog det meste af det der spildes, og rester mv. genbruges under processen [Miljøstyrelsen 1997b, s. 70]. På denne baggrund vurderes de mængder, der går tabt i produktionsfasen, at være spild af træ ved forarbejdningen inden selve imprægneringen. Input til denne fase består af de råvarer i form af træ og aktivstoffer, mens output består af produkter og spild.

Input – Udland

Input af materialer til den udenlandske produktion af imprægneret træ, der importeres til Danmark, udgøres af aktivstoffer og træ. Mængden af aktivstoffer, der anvendes, udregnes ved en fremskrivning af mængderne fra 1992 med en årlig stigning på 3% til at udgøre i alt 156 tons, fordelt som vist i figur c [Hansen et al.,

1997, s. 11]. Mængden af træ, der går til produktion af imprægneret træ, er opgjort under output fra råvarefasen. Således udgøres det samlede input af mængden af råvarer i form af aktivstoffer og træ til produktion i alt 51.262 tons.

Input – Danmark

Materialer, der anvendes i produktionen af imprægneret træ i Danmark, fremgår af figur c. Mængderne af aktivstoffer er udregnet ved en fremskrivning med 3% tilsvarende den udenlandske produktion. Aktivstofferne til den danske produktion udgør i alt 668 tons. Mængden af træ der anvendes, er beskrevet under output fra råvarefasen. Det samlede råvareforbrug til produktion af imprægnering af træ er således udregnet til 278.027 tons.

	Materialer til udenlandsk produktion af imprægneret træ (tons)	Materialer til dansk produktion af imprægneret træ (tons)	Mængder I alt (tons)
Træ	51.106	277.359	328.465
Krom	51,94	253,35	305,29
Kobber	38,00	268,56	306,56
Arsen	63,34	0,01	63,35
Bor	0,00	29,14	29,14
Fosfor	0,00	108,94	108,94
TBTN	1,58	4,18	5,76
TBTO	1,58	4,18	5,76
I alt	51.262	278.027	399.290

Figur c Input af materialer til dansk og udenlands produktion af imprægneret træ.

Output – Udland

Mængden af output fra udlandet udgøres af de mængder, der importeres til dansk forbrug jævnfør afsnit 14a.3. Desuden påregnes en mængde træ til spild på 215 tons, svarende til at ca. 0,77% af outputtet af imprægneret træ, som det sker i den danske produktion, jævnfør beskrivelsen af output – Danmark i det følgende. Desuden fordampes en mængde vand fra træet, der skal imprægneres. En oversigt over output fra den udenlandske produktion fremgår af figur d.

Output fra udenlandsk produktion	I alt (tons)
Produkter af impr. Træ til dansk forbrug	27.987
Vand	23.060
Træaffald	215
Output i alt	51.262

Figur d Oversigt over output fra den udenlandske produktion af imprægneret træ.

Output – Danmark

Det samlede output på 278.027 tons består af 31.358 tons produkter af imprægneret træ, der eksporteres, 120.343 tons produkter af imprægneret træ til dansk forbrug, 1.175 tons ikke imprægneret træaffald og 125.151 tons fordampet vand.

Imprægneret træ der eksporteres til udlandet: En del af det træ der imprægneres i Danmark eksporteres til udlandet. Det drejer sig om 24.755 tons i 1992 [Hansen et al., s. 55]. Når dette fremskrives med 3% pr. år, svarer dette til ca. 31.358 tons i år 2000. Eksporten udgør ca. 21% af den samlede produktion.

Imprægneret træ til dansk forbrug: Produktionen af imprægneret træ til forbrug i Danmark var i 1992 95.000 tons [Hansen et al., s. 11]. Når dette fremskrives med 3% pr. år, svarer det til, at 120.343 tons i år 2000 går til det danske forbrug.

Træaffald: Mængden af træaffald udregnes som forskellen på de samlede mængder af input til produktion fratrukket mængden af færdige produkter. Dette er baseret på en antagelse om, at det kun er træ der spildes i produktionsprocessen, jævnfør introen til dette afsnit 14a.2. En oversigt over output fra den danske produktion af imprægneret træ fremgår af figur e.

Vand: Mængden af vand der fordamper er udregnet på baggrund af [Træbranchens Oplysningsråd, 2001, s. 24], hvor det fremgår at vandindholdet i færdigimprægneret træ er 18%.

Output fra dansk produktion	I alt (tons)
Produkter af imprægneret træ til eksport	31.358
Produkter af imprægneret træ til dansk forbrug	120.343
Træaffald	1.175
Vand	125.151
Output i alt	278.027

Figur e. Oversigt over output fra den danske produktion af imprægneret træ.

14a.3 Forbrugsfasen

Input til forbrug udgøres af det træ, der importeres fra udlandet, og det træ der produceres i Danmark, som ikke eksporteres. Output består af imprægneret affaldstræ fra husholdninger og erhverv. Desuden udvaskes en del af de aktivstoffer, der er anvendt som imprægneringsmiddel, i denne fase. De udvaskede mængder benævnes emissioner.

Input

Det samlede input på 148.330 tons fordeler sig på 27.987 tons importerede produkter af imprægneret træ og 120.343 tons produkter fra dansk produktion.

Dansk produceret imprægneret træ til dansk forbrug: I Danmark var forbruget af imprægneret træ på ca. 117.000 tons i 1992, og Miljøstyrelsen udregnede i 1997, at der er sket en stigning med ca. 3% pr. år. Det antages, at denne udvikling fortsætter, hvilket svarer til et forbrug på 148.330 tons i år 2000. Heraf udgør imprægneret træ produceret i Danmark 120.343 tons [Miljøstyrelsen 1997b, s. 69].

Import af imprægneret træ til dansk forbrug: I 1992 blev der importeret ca. 22.093 tons imprægneret træ til dansk forbrug, hvilket svarer til 27.987 tons i 2000, idet der påregnes en stigning på 3% pr. år.

Input Forbrug	I alt (tons)
Produkter af imprægneret fra import	27.987
Produkter af imprægneret træ fra Danmark	120.343
Produkter af imprægneret træ i alt	148.330

Figur f Oversigt over mængder af imprægneret træ der forbruges i Danmark i 2000.

Output

Det imprægnerede affaldstræ stammer fra husholdninger og mindre erhverv i form af storskrald og fra erhverv i form af sorteret affald med en fordeling på henholdsvis 60% og 40% [Hansen et al., 1997, s. 35, 63]. En oversigt over mængder af imprægneret affaldstræ fordelt på kilder fremgår af figur g. Da der ikke foreligger opgørelser over fordelingen af imprægneret affaldstræ fra husholdningerne og mindre erhverv, og da dette affald fra begge kilder indsamles ved kommunale storskraldsordninger, betragtes disse to kilder i det følgende som én samlet kilde. Således blev der i år 2000 genereret 40% af de samlede mængder af imprægneret affaldstræ i byggeri- og anlægsbranchen, det vil sige 59.263 tons, mens imprægneret affaldstræ fra husholdninger og mindre erhverv udgjorde 60 svarende til 88.895 tons.

Output Forbrug	I alt (tons)
Imprægneret affaldstræ fra bygge/anlæg	59.263
Imprægneret affaldstræ fra husholdninger og mindre erhverv	88.895

Figur g Oversigt over output i form af imprægneret affaldstræ fra forbrugsfasen.

Emissioner: Af de aktivstoffer der er på-/indført træet ved imprægnering, udvaskes de 25% i løbet af træets levetid [Miljøstyrelsen, 1996, s. 69]. Således kan den samlede emission i forbrugsfasen udregnes. Mængder og kilder til udledning fremgår af figur h.

Aktivstoffer der udvaskes som emissioner i forbrugsfasen	Aktivstoffer der udvaskes i forbrugsfasen fra produkter fra dansk produktion (tons)	Aktivstoffer der udvaskes i forbrugsfasen fra importerede produkter (tons)	Mængder der udvaskes som følge af det danske forbrug i alt (tons)
Krom	50,25	12,98	63,23
Kobber	53,26	9,50	62,76
Arsen	0,00	15,83	15,84
Bor	5,78	0,00	5,78
Fosfor	21,61	0,00	21,61
TBTO	0,83	0,40	1,22
TBTN	0,83	0,40	1,22
I alt	132,55	39,11	171,66

Figur h Emissioner som følge af brug af imprægneret træ.

14a.4 Renholdning

Input til renholdningsfasen omfatter det storskrald, de danske kommuner indsamler fra husholdninger og mindre erhverv, samt sorteret erhvervsaffald fra byggeri- og anlægsbranchen. I forbindelse med det sorterede erhvervsaffald skal bygherrerne selv stå for bortskaffelsen af deres affaldstræ. Det vil sige, at de har pligt til at aflevere imprægneret affaldstræ på en godkendt behandlingsvirksomhed. Output fra renholdningsfasen består af en mængde imprægneret træ i form af sorteret erhvervsaffald samt udsorterede mængder af imprægneret affaldstræ fra storskrald. Det antages, at der ikke forekommer imprægneret affaldstræ i den blandede fraktion. Dette begrundes med, at det dels er forbudt at smide imprægneret træ i den blandede fraktion, og dels at det anses for begrænset hvor mange hegnspæle, jernbanesveller, vinduer ol., der kan være i en skraldepose. Der regnes altså med, at alt imprægneret affaldstræ fra husholdninger og mindre erhverv sættes til storskrald. Det skal dog tilføjes, at Miljøstyrelsen antager, at et vist antal tons imprægneret affaldstræ afskaffes på ulovlig vis fra husholdningerne, ved eksempelvis afbrænding i private ovne, eller genbrug [Miljøstyrelsen, 1997b, s. 68]. Det antages, at denne del er ubetydelig i forhold til de samlede mængder.

Input

Det samlede input til renholdningsfasen på 149.333 tons består af 148.158 tons imprægneret affaldstræ fordelt på sorteret erhvervsaffald og husholdningsaffald, samt 1.175 tons ikke imprægneret træaffald.

Sorteret erhverv: Det antages, at alt imprægneret affaldstræ fra erhverv udsorteres, da der er indgået frivillige aftaler mellem Miljøstyrelsen og byggeri og anlægsbranchen, hvor sidstnævnte har indvilliget i, at udsortere og aflevere imprægneret affaldstræ på godkendte behandlingsvirksomheder. Det vil sige i alt 59.263 tons.

Sorteret hushold: Affaldstræ fra husholdningerne og mindre erhverv bringes enten til en godkendt losseplads eller hentes via storskraldsordningen. Da det antages, at intet imprægneret affaldstræ ender i den blandede fraktion, udgør det imprægnerede træ fra husholdninger og mindre erhverv de 88.895 tons, der genereres som følge af forbruget.

Output

Outputtet fra renholdningsfasen omfatter 148.158 tons imprægneret affaldstræ til deponering og 1.175 tons træaffald fra forarbejdning af træ inden imprægnering, der forbrændes.

Tidligere blev imprægneret affaldstræ primært forbrændt sammen med andre typer affald i den blandede fraktion. Det blev imidlertid identificeret, at imprægneret affaldstræ er en af de største kilder til tungmetaller i slagter og aske fra forbrændingsanlæg, og derfor deponeres imprægneret affaldstræ i dag. Det er pr. 01.04.02 blevet pålagt de danske kommuner at lave en indsamlingsordning for imprægneret affaldstræ, der nu skal behandles som en særskilt fraktion. Men imprægneret træ har et højt indhold af tungmetaller og er derfor klassificeret som ikke forbrændingseget, og der findes på nuværende tidspunkt ikke en alternativ behandlingsform til traditionel forbrænding. Det betyder, at imprægneret træ skal anvendes til deponi. Da den-

ne analyse kun omhandler imprægneret træ der produceres i år 2000, er kreosotbehandlet træ ikke medtaget, idet det både er forbudt at behandle træ med kreosot i Danmark og importere kreosotbehandlet træ. Det er tilladt at forbrænde kreosotbehandlet træ, men dette er ikke medtaget i analysen. Derfor regnes der med at alt imprægneret træ deponeres.

Bilag 14b Forhold der påvirker miljøet ved imprægneret træ

I dette bilag beskrives de forhold, der påvirker miljøet for alle enhedsprocesser for produktsystemet for imprægneret træ. Alle miljøforhold er præsenteret som nøgletal, det vil sige pr. tons. De absolutte værdier bestemmes først i bilag 14c til 14e, hvor udgangssituationen og to scenarier kortlægges.

14b.1 Råvarefase

I dette afsnit opgøres forhold der påvirker miljøet, som er forbundet med skovning af 1 tons træ. Som det fremgår af massestrømsanalysen i bilag 14a, så antages det, at træ til Danmarks forbrug af imprægneret træ som for papirforbruget, kan beskrives som nåletræ i Sverige. Miljøforholdene til skovning af 1 tons træ er vist i figur a nedenfor. For yderligere beskrivelse se bilag 12b.

Energi og råvarer	Træ og savsmuld
Energi	
Diesellole til skovning	75 MJ/tons
Råvarer	
Pesticid	0,203 g/tons
Kvælstofgødning	88,8 g/tons
Kalk	592 g/tons

Figur a Energi- og råvareforbrug forbundet med dyrkning og skovning af 1 tons nåletræ.

14b.2 Produktionsfase

Produktionsfasen for imprægneret træ omfatter forarbejdning af produkter og imprægnering. I denne fase vurderes der, at være flere forhold, der påvirker miljøet. Det drejer sig dels om transport af imprægneret træ fra skovbrug og dels om energiforbrug ved imprægnering. Der afgrænses fra at se på forbrug af hjælpestoffer og kemikalier udover de aktive imprægneringsstoffer. Dette begrundes med, at den tiloversblevne imprægneringsvæske opsamles og genanvendes, samt at der primært anvendes vand til at opløse imprægneringsstofferne i. Det forudsættes endvidere, at imprægneringsprocessen foregår i et lukket system, og at der af den grund ikke sker nogen emissioner til luften i produktionsfasen [Miljøstyrelsen, 1997b, s. 70]. Således er alle udledninger fra produktion af imprægneret træ relateret til energiforbrug og transport.

Da imprægneret træ ikke bearbejdes efter imprægnering, antages det, at der heller ikke sker noget spild af imprægneret træ i produktionsprocessen. Der vil dog forekomme en mængde affald i form af det træ, der fjernes under bearbejdningen af de produkter, der skal imprægneres, hvilket er beskrevet i bilag 14a. Det vil sige, at der genereres 7,7 kg affaldstræ pr. tons færdige produkter for både dansk og udenlandsk produktion. Det antages, at denne mængde, der udgør en ren fraktion, forbrændes i et affaldsforbrændingsanlæg. Miljøpåvirkningerne herfra opgøres i forbindelse med renholdningsfasen i afsnit 14b.4.

Energi og Råvarer

Råvareforbruget er opgjort på baggrund af bilag 14a. Energi- og vandforbrug er beregnet på baggrund af data fra træimpregneringsvirksomheden Collstrups grønne regnskaber [Collstrup, 2000], der står for ca. 20% af Danmarks produktion af trykimprægneret træ. Trykimprægneret træ udgør 87% af det imprægnerede træ, der forbruges i Danmark, mens vakuum- og overfladeimprægnering udgør en mindre mængde. Derfor antages energiforbruget til trykimprægneret træ at være repræsentativt. Desuden anvendes de samme træimpregneringsstandarder i de lande der importeres imprægneret træ fra, altså Sverige og Norge [Trævarebranchens Oplysningsråd, 2000]. Når der kun er opgørelser fra trykimprægnering, afgrænses herved fra, at opgøre fordamning af terpentin og/eller petroleum fra anvendelse af organiske opløsningsmidler ved vakuumimprægnering.

Råvareforbrug	Udland	Danmark
Træ	1002,10 kg/tons	1003,34 kg/tons
Krom	1,86 kg/tons	1,67 kg/tons
Kobber	1,36 kg/tons	1,77 kg/tons
Arsen	2,26 kg/tons	0,00 kg/tons
Bor	0,00 kg/tons	0,19 kg/tons
Fosfor	0,00 kg/tons	0,72 kg/tons
TBTN	0,06 kg/tons	0,03 kg/tons
TBTO	0,06 kg/tons	0,03 kg/tons
Vand	2,3 m ³ /tons	2,3 m ³ /tons
Energiforbrug		
El	80 MJ/tons	80 MJ/tons
Olie	10 MJ/tons	10 MJ/tons

Figur b Råvareforbrug og energiforbrug til produktion af et tons imprægneret træ

Transport

Da skovbruget antages at være tilsvarende skovbrug for papir, forudsættes transport til produktion af imprægneret træ fra skovbrug at være tilsvarende transporten af papir. Dette er vist i figur c.

Transport i renholdningsfasen	Fra	Til	Afstand	Transportmiddel
Træ til dansk produktion	Skov i udland	Havn i DK	400	Skib
	Havn i DK	Imprægnering	200	Stor lastbil
Træ til udenlandsk produktion	Skov	Imprægnering	200	Stor lastbil

Figur c Transport fra skovbrug til fabrik hvor træ imprægneres.

14b.3 Forbrugsfase

I forbrugsfasen er de forhold der påvirker miljøet, transport af det imprægnerede træ fra virksomheder til forbrugeren. Derudover forekommer der emissioner af aktivstofferne fra det imprægnerede træ til det omgivende miljø.

Transport

Transportafstandene for imprægneret træ fra produktion til forbruger er antaget at være det samme som for transport af papir fra papirvareerhverv til forbruger. Dette er vist i figur d nedenfor.

Transport til forbrug	Fra	Til	Afstand	Transportmiddel
Udenlandske produkter af imprægneret træ	Udenlandsk pro- duktion	Mellemdpot	600 km	Stor lastbil
	Mellemdpot	Forbruger	20 km	Lille lastbil
Danske produkter af imprægneret træ	Produktion	Mellemdpot	234 km	Stor lastbil
	Mellemdpot	Forbruger	20 km	Lille lastbil

Figur d Oversigt over transportafstande der tillægges forbrugsfasen

Emissioner

Output i form af emissioner som følge af forbrug af imprægneret træ består af den mængde stoffer, der er opgjort i forbindelse med massestrømsanalysen i bilag 14a. I figur e er emissionerne pr. tons forbrugt træ i forbrugsfasen vist. Emissionerne antages at foregå til jord, da det meste af det imprægnerede træ der anvendes placeres på eller i umiddelbar nærhed af jorden.

Emissioner	Mængde (kg/tons)
Krom	0,426
Kobber	0,423
Arsen	0,107
Bor	0,039
Fosfor	0,146
TBTO	0,008
TBTN	0,008

Figur e Emission pr. forbrugt tons imprægneret træ i forbrugsfasen.

14b.4 Renholdning

I renholdningsfasen indsamles det imprægnerede affaldstræ enten via de kommunale storskraldsordninger eller ved, at det transporteres til en losseplads af de, der har genereret affaldet. De forhold, der påvirker miljøet, er således transport til losseplads og emissioner som følge af deponering. I scenarierne, der skal belyse effekten af affaldshierarkiet, flyttes affald i form af imprægneret træ henholdsvis til genudnyttelse og forbrænding. Derfor beskrives i det følgende miljøpåvirkninger både som følge af deponering, genudnyttelse og forbrænding.

Transport

I det følgende opgøres omfanget af transport i renholdningssystemet. Transporten opgøres i kilometer og transportformen angives for de givne strækninger. I figur f nedenfor er transporten i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Fra	Til	Afstand	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Genudnyttelse ⁽¹⁾	Erhverv	Pyrolyseanlæg	100 km	Lille lastbil
Deponering ⁽²⁾	Erhverv	Deponi	10 km	Lille lastbil
Forbrænding ⁽³⁾	Erhverv	Forbrændingsanlæg	20 km	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Genudnyttelse ⁽⁴⁾	Forbruger	Pyrolyseanlæg	120 km	Lille lastbil
Deponering ⁽⁵⁾	Forbruger	Deponi	30 km	Lille lastbil
Forbrænding ⁽⁶⁾	Forbruger	Forbrændingsanlæg	40 km	Lille lastbil
Asker og slagger fra forbrænding				
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse ⁽⁷⁾	Forbrænding	Deponi	0	Stor lastbil

Figur f Transport i renholdningssystemet. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

1. Det antages, at pyrolyseanlæg ikke vil blive oprettet i samme omfang som lossepladser og forbrændingsanlæg. Da et forsøgs anlæg, som kommunekemi er i gang med at få etableret, er dimensioneret til at kunne behandle 25.000 tons imprægneret træaffald om året [Madsen, 2002], er det realistisk at antage, at fremtidige anlæg vil have en større kapacitet. Der regnes derfor med, at der i fremtiden etableres ca. 4 anlæg i Danmark. Af den grund vurderes afstande til pyrolyseanlæg gennemsnitligt at være ca. 100 km.
 2. Afstanden fra erhverv til deponi antages at være 20 km. Men da der i dataene for deponeringsanlæg er indregnet en transport på 10 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet 10 km.
 3. Fra husholdninger og mindre erhverv til pyrolyseanlæg påregnes som for erhvervsaffald en afstand på 100 km. Hertil lægges en afstand på 20 km til indsamling af affaldet.
 4. Afstanden fra erhverv til forbrændingsanlæg antages at være 30 km. Men da der allerede i de anvendte data er medregnet miljøpåvirkninger som følge af 10 km transport, tilskrives renholdningssystemet kun 20 km.
 5. Det antages, at der ved indsamling af storskrald fra forbrugere og transport til losseplads tilbagelægges i alt 50 km, men da de 10 km er medregnet i opgørelserne over miljøpåvirkninger fra deponering, tillægges renholdningssystemet kun 40 km.
 6. Afstanden fra forbruger til forbrænding vurderes at være 50 km, hvor de 20 km går til indsamling, og de resterende 30 km er til transport til forbrændingsanlægget. Da der i dataene for forbrændingsanlæg er indregnet en transport på 10 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet 40 km.
- 1 En afstand på 40 km til en losseplads er vurderet ud fra [Pommer et al., 1995a, s. 32] samt ud fra [Nejrup og Wesnæs, 2000, s. 55]. Men da der i dataene for forbrændingsanlæg er indregnet en transport af aske og slagger på 40 km, bliver den resterende transport, der skal tilskrives renholdningssystemet, 0 km.

Deponering

Opgørelsen af forhold der påvirker miljøet, ved deponering af 1 tons imprægneret træ, tager udgangspunkt i dataene for deponering af 1 tons papir beskrevet i bilag 12b. Der er imidlertid en række forhold ved deponering af imprægneret træ der skiller sig ud i forhold til deponering af papir. Derfor er disse data tilpasset imprægneret træ. Da træ er 100% organisk forudsættes det at nedbrydes helt. Dog indeholder imprægneret træ en række aktivstoffer, som ikke nedbrydes, hvilket fremgår af figur g. En mængde af disse aktivstoffer vil blive udledt fra perkolatrensningen på deponeringsanlæggene. Det antages, at alle de tilsatte stoffer i imprægneret træ i løbet af lossepladsens levetid bliver udvasket med perkolatet. I en rapport fra Miljøstyrelsen opgøres det, hvor effektivt syv spildevandsrensningsanlæg udrenser kobber [Miljøstyrelsen, 1996b, s. 96]. Opgørelsen viser, at rensningsanlæggene gennemsnitlig udrenser 88,2% af kobberet. Det antages at perkolatrensningens anlæg ligeledes kan udrense 88,2% af de andre metaller; krom, arsen og bor. TBTN og TBTO er tinholdige organiske forbindelser. Da TBTN og TBTO indeholder store mængder tin, og tin er et metal, antages det at også 88,2% af TBTN og TBTO udrenses. Ifølge Miljøstyrelsen udrenses der i gennemsnit 92,3% af fosfor i spildevand [Jansen og Lauersen, 2001]. Således tilføjes der til dataene for deponering af papir 11,8% af det imprægnerede træets indhold af krom, kobber, arsen, bor, TBTN og TBTO og 7,3% af fosforindholdet. Emissionerne er alle til vand, idet de udledes med spildevand fra perkolatrensningen.

Materialer i imprægneret træ til deponering	Materialer pr. tons imprægneret affaldstræ (kg)	Udledninger efter rensning af perkolat (g)
Træ	996,5241	0
Krom	1,2803	151,08
Kobber	1,2708	149,95
Arsen	0,3207	37,84
Bor	0,1170	13,81
Fosfor	0,4375	31,94
TBTN	0,0248	2,93
TBTO	0,0248	2,93

Figur g Oversigt over materialer i imprægneret træ til deponering fordelt på affald og emissioner.

I figur h nedenfor er opgørelsen af de samlede forhold der påvirker miljøet ved deponering af 1 tons imprægneret træ vist. I dataene forbruges en mængde schweizisk el, som ved deponering af papir er erstattet med dansk el.

Forhold der påvirker miljøet ved deponering af imprægneret træ	Pr. tons	Enhed
Energi		
Forbrug af el	49,9	MJ
Råvarer		
Lignite ETH	0,298	kg
natural gas (vol)	1,23	m3
coal ETH	0,369	kg
crude oil ETH	5,25	kg
Wood	0,0036	kg
process water	0,001	m3
Limestone	0,0021	kg
Emissioner til luft		
Dust	34	g
Benzene	0,0845	g
PAH's	0,000474	g
CxHy aromatic	0,145	g
HALON-1301	0,00125	g
CxHy halogenated	4,43E-5	g
Methane	28,8	g
non methane VOC	103	g
CO2	19600	g
CO	82,6	g
Ammonia	19,1	g
HF	0,0248	g
N2O	1,21	g
HCl	62,7	g
Sox (as SO2)	1080	g
Nox (as NO2)	260	g
Pb	0,00253	g
Cd	0,0039	g
Mn	0,000121	g
Ni	0,00959	g
Hg	0,0197	g
Zn	0,182	g
Metals	0,146	g
dioxin (TEQ)	2,57E-7	µg
Emissioner til vand		
BOD	0,0228	g

COD	0,738	g
AOX	0,00099	g
suspended substances	16,3	g
Phenols	0,0348	g
Toluene	0,0313	g
PAH's	0,00342	g
CxHy aromatic	0,225	g
CxHy chloro	0,000245	g
fats/oils	7,02	g
DOC	0,0143	g
TOC	2260	g
NH4+	1450	g
Nitrate	4690	g
Kjeldahl-N	0,0931	g
N-tot	0,539	g
As	37,48142	g
Cl-	4400	g
Cyanide	0,00101	g
Phosphate	45,34	g
Sulphate	2890	g
Sulphide	0,00796	g
anorg. Dissolved subst.	153	g
Al	0,639	g
B	13,81	g
Ba	0,705	g
Pb	0,124	g
Cd	0,203	g
Cr	151,08834	g
Fe	0,7	g
Cu	155,83	g
Ni	0,00376	g
Hg	0,0116	g
Zn	1,24	g
metallic ions	1,68	g
TBTN	2,93	g
TBTO	2,93	g
Emissioner til jord		
Pb	0,369	g
Cd	0,0885	g

Carbon	1540	g
P-tot	3,99	g
Hg	0,0111	g
N-tot	117	g
Zn	4,32E-5	g

Figur h Oversigt over forhold der påvirker miljøet ved deponering af 1 tons imprægneret affaldstræ.

Genudnyttelse

Genudnyttelse af imprægneret træ omfatter udvinding af gas ved pyrolyse og efterfølgende udvinding af tungmetaller og kul ved separation. Forhold der påvirker miljøet herved er energiforbrug og emissioner. Desuden vil der ved genudnyttelse forekomme en fortrængning af energi og ressourcer, når disse genudnyttes.

De rester, der er tilbage efter pyrolyse og separation består af kul og gas. I kullet er der bundet tungmetaller og mineraler der efterfølgende udvindes ved en separationsproces. Efter separationen er der således rent kul tilbage. Der efterlades ingen aske fra processen, og kullet har en brændværdi på 27 MJ/kg. Under separationen knuses kullet og reduceres til et fint homogent pulver, der kan anvendes direkte i den tunge industri. Kullet der produceres svarer til 25% af den træmasse der tilføres systemet. Energiforbrug og -produktion som følge af pyrolyse og efterfølgende fjernelse af tungmetaller fremgår af figur i. [Beaumartin, 2002] Mængden af aktivstoffer der fjernes pr. tons imprægneret affaldstræ fremgår af figur k.

Energi	Neddeling (MJ/tons)	Forgasning (MJ/tons)	Separation (MJ/tons)	Total (MJ/tons)
Energiforbrug - el	-28,8		-306,0	-334,8
Energiforbrug - varme		-3.430,8		-3.430,8
Energiproduktion – gas	-	+2.916,0		+2.916,0
Energiproduktion – kul			+6.804,0	+6.804,0
Balance	-	-	-	+5.954,4

Figur i Energibalance for anlæg til genudnyttelse af imprægneret træ. [Beaumartin, 2002]

Elforbruget forsynes via nettet og varme forudsættes forsynet fra fjernvarme baseret på naturgas. Dette er beskrevet i bilag 12b under energiforhold ved papirmasseproduktionen. Grunden til at der regnes med fjernvarme til dækning af varmekonsumet er, at virksomhederne normalt har et så lille varmekonsum, at det vil være dækket af ekstern varmekonsum eller intern forbrænding af naturgas.

Det forudsættes det udvundne gas og kul bruges til produktion af el og varme. For kullet regnes med en el-virkningsgrad på 49% og varme på 41,2% på baggrund af data for Boostede kulfyrede KAD-anlæg i [Energi-styrelsen, 1995, s. 15]. Der påregnes ingen emissioner af CO₂ som følge af afbrændingen, da kullet ikke er af fossil oprindelse og derfor regnes som CO₂-neutralt. For gassen, der dannes under pyrolysen, regnes med en

virkningsgrad på 49% for el og 44% for varme, på baggrund af data for Naturgas fyrede KAD anlæg i [Energistyrelsen, 1995, s. 17].

Emissioner der opstår som følge af afbrænding af kul og gas fremgår af figur j.

	Kul-anlæg	Gas-anlæg
Energi		
Elproduktion	0,49 GJ/GJ kul	0,49 GJ/GJ gas
Varmeproduktion	0,412 GJ/GJ kul	0,44 GJ/GJ gas
Emissioner til luft		
CO ₂	-	-
SO ₂	0,03 kg/GJ kul	-
NO _x	0,05 kg/GJ kul	0,06 kg/GJ gas
Affald		
Slagger og aske	2,6 kg/GJ kul	-
Deponiaffald	1,6 kg/GJ kul	-

Figur j Oversigt over emissioner som følge af afbrænding af 1 GJ kul og gas

Ved genudnyttelsesprocessen udvindes 99,925% af aktivstofferne i det imprægnerede træ [Beaumartin, 2002]. Den resterende mængde på 0,075% findes i det kul der udvindes. Mængden af de udvundne stoffer fremgår af figur k. TBTN og TBTO er tinholdige organiske forbindelser med kemiske formler: C₁₂H₂₇SnN og C₁₂H₂₇SnO. Ud fra grundstoffernes molarmasser kan det beregnes at tin udgør 39% af massen af henholdsvis TBTN og TBTO. Det vil sige, der skal regnes med at når der separeres 1 kg TBTO eller TBTN, så fås der 99,925% af 0,39 kg tin.

Da der er tale om meget små mængder af de aktive stoffer der forbrændes med det udvundne kul, antages det, at hele denne mængde forbliver i røggasrensingsprodukterne og dermed i aske og slagger. Denne antagelse betyder, at den del af stofferne som udledes til luft med røggassen ikke medregnes, men da dette er forsvindende små mængder, i forhold til hvad der udledes i forbrugsfasen, vurderes antagelsen ikke at have indflydelse på analysens resultater.

Råvarer	Mængde der udvindes (kg/tons)	Emissioner fra pyrolyseproces og separation (kg/tons)
Kobber	1,279357	0,000960
Krom	1,269870	0,000953
Arsen	0,320439	0,000241
Bor	0,116913	0,000088
Fosfor	0,437155	0,000328
Tin fra TBTN	0,009666	0,0000074
Tin fra TBTO	0,009666	0,0000074

Figur k Mængden af aktivstoffer der udvindes pr. tons imprægneret træ, der genudnyttes, udregnes som 99,925% af mængden pr. tons imprægneret træ, der kommer som output fra forbrugsfasen.

Forbrænding

Forhold der påvirker miljøet, ved forbrænding af 1 tons imprægneret træ, er opgjort ved at tilpasse en opgørelse af forbrænding af 1 tons papir beskrevet i bilag 12b. Der er imidlertid en række forhold ved forbrænding af imprægneret træ der skiller sig ud i forhold til forbrænding af papir. Det drejer sig om energiproduktionen ved forbrænding, emissioner af aktivstoffer med røggassen, aktivstoffer i slagger og aske til deponering samt mængden af slagger og aske.

Danske affaldsforbrændingsanlæg har en virkningsgrad på 24% for el og en virkningsgrad på 61% for varme [Energistyrelsen, 1995, s. 29]. Affaldstræ har en brændværdi på 18,075 GJ/tons [Miljøstyrelsen, 1993b, s. 84]. Da træ har en højere brændværdi end gennemsnitlig affald, hvor imprægneret træ er udsortet fra, så vurderes det, at en større mængde imprægneret træ i forbrændingsanlæggene ikke vil forårsage uheldige ændringer i selv forbrændingsprocessen. Hermed kan det beregnes, at der produceres 4,338 GJ el og 11,026 GJ varme ved forbrænding af 1 tons imprægneret træ.

Når imprægneret træ bliver forbrændt, så ender en del af indholdet af aktivstofferne i røggassen som emissioner til luft og en del i slagger og aske. Dette er vist i figur 1.

Materialer i imprægneret træ	Mængder i affaldet (kg/tons)	Emissioner til luft (g/tons)	Mængder i aske, slagger og spildevand (kg/tons)
Træ	996,5241		
Krom	1,2803	0,078240556	1,28022
Kobber	1,2708	0,539418127	1,27026
Arsen	0,3207	1,00460241	0,31970
Bor ⁽¹⁾	0,117	Ingen oplysninger	
Fosfor ⁽¹⁾	0,4375	Ingen oplysninger	
TBTN ⁽²⁾	0,0248		
- Tin fra TBTN ⁽²⁾	0,00967	0,022568	0,00965
TBTO ⁽²⁾	0,0248		
- Tin fra TBTO ⁽²⁾	0,00967	0,022568	0,00965

Figur 1 Oversigt over fordelingen af de miljøfremmede stoffer i imprægneret træ, efter forbrænding pr. tons forbrændt imprægneret træ. Fordelingen mellem mængder i røggassen og i aske og slagger er bestemt ud fra [Christensen, 1998, s. 269]. Tallene i parentes henviser til nedenstående noter.

- Det har ikke været muligt at finde oplysninger om forbrænding af bor og fosfor. Det antages at alt bor og fosfor ender i aske og slagger.
- TBTN og TBTO er tinholdige organiske forbindelser med kemiske formler: $C_{12}H_{27}SnN$ og $C_{12}H_{27}SnO$. Ud fra grundstoffernes molarmasser kan det beregnes at tin udgør 39% af massen af henholdsvis TBTN og TBTO. Det antages at molekylerne forbrændes, og at der derfor kun sker emissioner af tin. Den aktuelle emission og mængde i slagger og aske af tin fremgår af figuren.

Aske og slagger bliver deponeret, og det antages ligesom ved deponering af imprægneret træ, at alle miljøfremmede stoffer på et tidspunkt ender i perkolatet, som bliver renset som beskrevet under deponi af imprægneret træ. Desuden antages det, at spildevand fra forbrændingsanlæg bliver renset på en tilsvarende måde. I figur m er udledninger fra perkolatrensningen vist.

Materialer i imprægneret træ til Deponering efter forbrænding	Emissioner til vand efter perkolatrensning (g)
Træ	0
Krom	151,1
Kobber	149,9
Arsen	37,7
Bor	13,8
Fosfor	31,9
Tin fra TBTN	1,14
Tin fra TBTO	1,14

Figur m oversigt over emissioner til vand fra aske, slagger og spildevand efter forbrænding af 1 tons imprægneret træ.

Ovenstående data for energiproduktion, emissioner til luft og vand tilføjes dataene fra BUWAL250 for forbrænding af 1 tons papir. Da træ er 100% organisk samtidig med, at alle aktivstoffer som ender i slagger og aske udvaskes til perkolat, så er der ingen aske og slagger fra forbrænding af imprægneret træ. I dataene forbruges en mængde schweizisk el, som ved forbrænding af papir er erstattet med dansk el.

Forhold der påvirker miljøet ved forbrænding og efterfølgende deponering af rester fra imprægneret træ	Pr. tons Imprægneret affaldstræ	Enhed
Energi		
Produktion af el	4,388	GJ
Produktion af varme	11,026	GJ
Forbrug af el	4,11	MJ
Råvarer		
Lignite ETH	0,322	kg
Natural gas (vol)	3,24	m3
Coal ETH	0,867	kg
Crude oil ETH	3,52	kg
Wood	0,00641	kg
Process water	1	m3
Iron (ore)	0,000384	kg
Limestone	13,7	kg
SO2 secondary	0,000698	kg
Sand	0,000167	kg
Rock salt	0,494	kg
Emissioner til luft		

Dust	72,7	g
Benzene	0,479	g
PAH's	0,000793	g
CxHy aromatic	0,907	g
HALON-1301	0,000825	g
CxHy halogenated	0,00166	g
Methane	48,3	g
Non methane VOC	113	g
CO2	21000	g
CO	234	g
Ammonia	8,88	g
HF	0,0283	g
N2O	12,5	g
HCl	44,7	g
Sox (as SO2)	213	g
Nox (as NO2)	721	g
Pb	0,0894	g
As	1,004	g
Cd	0,0061	g
Cr	0,0872	g
Cu	0,5394	g
Mn	0,000243	g
Ni	0,0081	g
Hg	0,00899	g
Zn	0,166	g
Metals	1,58	g
Dioxin (TEQ)	11,6	µg
Tin fra TBTN	0,0226	g
Tin fra TBTO	0,0226	g
Emissioner til vand		
Waste water	0,00000105	m3
BOD	0,0181	g
COD	0,511	g
AOX	0,000676	g
Suspended substances	13,8	g
Phenols	0,0234	g
Toluene	0,021	g
PAH's	0,00225	g
CxHy aromatic	0,152	g

CxHy chloro	0,000196	g
Fats/oils	4,71	g
DOC	0,0437	g
TOC	73	g
NH4+	14,2	g
Nitrate	8,72	g
Kjeldahl-N	0,0628	g
N-tot	0,364	g
As	37,73	g
Cl-	3870	g
Cyanide	0,000692	g
Phosphate	32,04	g
Sulphate	157	g
Sulphide	0,00544	g
Anorg. dissolved subst.	1180	g
Al	1,08	g
B	13,81	g
Ba	0,518	g
Pb	0,0192	g
Cd	0,00117	g
Cr	151,1	g
Fe	0,652	g
Cu	149,9	g
Ni	0,00585	g
Hg	0,00104	g
Zn	0,0127	g
Metallic ions	1,23	g
Tin fra TBTN	1,14	g
Tin fra TBTO	1,14	g

Figur n Oversigt over forhold der påvirker miljøet ved forbrænding og efterfølgende deponering af 1 tons imprægneret affaldstræ.

Det antages, at forbrændingen af træaffald fra produktionen af imprægneret træ medfører en energiproduktion som ved forbrænding af imprægneret træ, samt at der ikke genereres aske og slagger. Desuden udledes der ikke flere stoffer til miljøet end ved forbrænding af papir. Forhold der påvirker miljøet ved forbrænding af træaffald bliver således de samme som BUWAL250's data for papir med en tilføjet energiproduktion på 4,338 GJ el og 11,026 GJ varme.

Bilag 14c Udgangspunkt

I dette bilag beskrives udgangssituationen, som alle scenarierne skal vurderes op imod. På baggrund af tallene i massestrømsanalysen for udgangssituationen vist i figur 14.d i kapitel 14 og de beskrevne miljøforhold i bilag 14b, kortlægges miljøforholdene for udgangssituationen. Udgangssituationen udgøres af imprægneret træ i Danmark i 2000 med tilhørende affald i 2032.

14c.1 Massestrøm

Massestrømmen af imprægneret træ i Danmark i år 2000 med tilhørende affald i år 2032 er præsenteret i bilag 14a.

14c.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for udgangssituationen.

Råvarefasen

I råvarefasen dyrkes træ til både det danske og det udenlandske forbrug af træ til imprægnerede produkter, der går til det danske forbrug. I Danmark bruges 277.359 tons træ, og i udlandet bruges 51.106 tons træ, i alt 328.465 tons. I figur a er forbrug af råvarer og energi til dyrkning og skovning af 328.465 tons nåletræ (45% tørstof) vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons træ	Enhed	328.465 tons Træ	Enhed
Energiforbrug				
Dieselolie til skovning	75	MJ	24.634	GJ
Råvareforbrug				
Pesticid	0,203	g	0,0667	tons
Kvælstofgødning	88,8	g	29,17	tons
Kalk	592	g	194,45	tons

Figur a Energi- og råvareforbrug forbundet med dyrkning og skovning af 328.465 tons 45% tørstof nåletræ.

Produktionsfase

Under imprægnering af træ påvirkes miljøet af råvareforbrug, energiforbrug og transport. Miljøforholdene for produktionsfasen fremgår af figur b, og er beregnet på baggrund af opgørelserne i bilag 14b, når produktionen fordeler sig med 151.701 tons produkter fra dansk produktion til dansk forbrug og 27.987 tons der importeres fra den udenlandske produktion.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons imprægneret træ udland	Pr. tons imprægneret træ Danmark	151.701 tons fra DK og 27.987 tons fra udland	Enhed
Råvareforbrug				
Træ	1002,10 kg	1003,34 kg	180.253.454	kg
Krom	1,86 kg	1,67 kg	305.396	kg
Kobber	1,36 kg	1,77 kg	306.573	kg
Arsen	2,26 kg	0,00 kg	63.251	kg
Bor	0,00 kg	0,19 kg	28.823	kg
Fosfor	0,00 kg	0,72 kg	109.225	kg
TBTN	0,06 kg	0,03 kg	6.230	kg
TBTO	0,06 kg	0,03 kg	6.230	kg
Vand	2,3 m ³	2,3 m ³	413.282	m ³
Energiforbrug				
El	80 MJ	80 MJ	14.375.040	MJ
Olie	10 MJ	10 MJ	1.796.880	MJ
Transport				
Stor lastbil	Se figur c	Se figur c	65.693.000	tkm
Skib	Se figur c	Se figur c	110.943.600	tkm

Figur b Oversigt over forhold der påvirker miljøet ved produktion af imprægneret træ.

I figur c er transport af råvarer til produktionsfasen ved imprægneret træ udspecificeret.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport (tkm)	Transportmid- del
Træ til danske fabrikker	200	277.359	55.471.800	Stor lastbil
	400	277.359	110.943.600	Skib
Træ til udenlandske fabrikker	200	51.106	10.221.200	Stor lastbil

Figur c Opgørelse af transport til imprægneringsfabrikker.

Forbrugsfase

I forbrugsfasen er de forhold der påvirker miljøet opgjort, som den transport der sker fra producenter til mellemdepoter og transporten fra mellemdepot til forbruger. Desuden sker der en emission af aktivstofferne fra det imprægnerede træ til jorden. I figur d er miljøforholdene for forbrugsfasen opgjort. Transport og emissioner i forbrugsfasen er bestemt ud fra at der forbruges 148.330 tons imprægneret træ.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	148.330 tons imprægneret træ	Enhed
Transport				
Stor lastbil	Se figur e		44.952.462	tkm
Lille lastbil	Se figur e		2.966.600	tkm
Emissioner				
Krom	0,426	kg	63.189	kg
Kobber	0,423	kg	62.744	kg
Arsen	0,107	kg	15.871	kg
Bor	0,039	kg	5.785	kg
Fosfor	0,146	kg	21.656	kg
TBTO	0,008	kg	1.187	kg
TBTN	0,008	kg	1.187	kg

Figur d Opgørelse af forhold der påvirker miljøet i forbrugsfasen.

I figur e er transport af imprægneret træ til forbrug udspecificeret.

Transport til glasværk	Afstand (km)	Mængde (tons)	Transport	Transportmiddel
Udenlandske produkter af imprægneret træ	600	27.987	16.792.200 tkm	Stor lastbil
	20	27.987	559.740 tkm	Lille lastbil
Danske produkter af imprægneret træ	234	120.343	28.160.262 tkm	Stor lastbil
	20	120.343	2.406.860 tkm	Lille lastbil

Figur e Opgørelse af transport af glasvarer til forbrugsfasen.

Renholdning

I renholdningsfasen er de forhold der påvirker miljøet, transporten fra indsamling ved forbruger til bortskaffelse samt emissioner til vand, luft og jord som følge af deponering af det imprægnerede træ, og som følge af afbrænding af det affaldstræ der genereres i produktionsfasen. Først vises opgørelsen af transport.

Transport i renholdningsfasen	Afstand i km	Mængde i tons	Transport i tkm	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Genudnyttelse	100	0	0	Lille lastbil
Deponering	10	59.263	592.630	Lille lastbil
Forbrænding af træaffald	20	1.175	23.500	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Genudnyttelse	120	0	0	Lille lastbil
Deponering	30	88.895	2.666.850	Lille lastbil
Forbrænding	40	0	0	Lille lastbil
Asker og slagger fra forbrænding				
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse	0	-	0	Stor lastbil

Figur f Opgørelse af transport i renholdningsfasen.

I figur g er transport i renholdningsfasen opgjort samlet.

Transport	Samlet transport (tkm)
Lille lastbil	3.282.710

Figur g Opgørelse af den samlede transport i renholdningsfasen.

I figur h er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering af imprægneret træ vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	148.158 tons imprægneret træ	Enhed
Energi				
Forbrug af el	49,9	MJ	7.393	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,298	kg	44.151	kg
natural gas (vol)	1,23	m3	182.234	m3
coal ETH	0,369	kg	54.670	kg
crude oil ETH	5,25	kg	777.830	kg
wood	0,0036	kg	533	kg
process water	0,001	m3	148	m3
limestone	0,0021	kg	311	kg
Emissioner til luft				
dust	34	g	5.037.372	g
benzene	0,0845	g	12.519	g
PAH's	0,000474	g	70,2	g
CxHy aromatic	0,145	g	21.483	g
HALON-1301	0,00125	g	185	g

CxHy halogenated	4,43E-5	g	6,56	g
methane	28,8	g	4.266.950	g
non methane VOC	103	g	15.260.274	g
CO2	19600	g	2.903.896.800	g
CO	82,6	g	12.237.851	g
ammonia	19,1	g	2.829.818	g
HF	0,0248	g	3.674	g
N2O	1,21	g	179.271	g
HCl	62,7	g	9.289.507	g
Sox (as SO2)	1080	g	160.010.640	g
Nox (as NO2)	260	g	38.521.080	g
Pb	0,00253	g	375	g
Cd	0,0039	g	578	g
Mn	0,000121	g	18	g
Ni	0,00959	g	1.421	g
Hg	0,0197	g	2.919	g
Zn	0,182	g	26.965	g
metals	0,146	g	21.631	g
dioxin (TEQ)	2,57E-7	µg	0,0381	µg
Emissioner til vand				
BOD	0,0228	g	3.378	g
COD	0,738	g	109.341	g
AOX	0,00099	g	147	g
suspended substances	16,3	g	2.414.975	g
Phenols	0,0348	g	5.156	g
Toluene	0,0313	g	4.637	g
PAH's	0,00342	g	507	g
CxHy aromatic	0,225	g	33.336	g
CxHy chloro	0,000245	g	36,3	g
fats/oils	7,02	g	1.040.069	g
DOC	0,0143	g	2.119	g
TOC	2260	g	334.837.080	g
NH4+	1450	g	214.829.100	g
Nitrate	4690	g	694.861.020	g
Kjeldahl-N	0,0931	g	13.794	g
N-tot	0,539	g	79.857	g
As	37,48142	g	5.553.172	g
Cl-	4400	g	651.895.200	g
Cyanide	0,00101	g	150	g

Phosphate	45,34	g	6.717.484	g
Sulphate	2890	g	428.176.620	g
Sulphide	0,00796	g	1.179	g
anorg. Dissolved subst.	153	g	22.668.174	g
Al	0,639	g	94.673	g
B	13,81	g	2.046.062	g
Ba	0,705	g	104.451	g
Pb	0,124	g	18.372	g
Cd	0,203	g	30.076	g
Cr	151,08834	g	22.384.946	g
Fe	0,7	g	103.711	g
Cu	155,83	g	23.087.461	g
Ni	0,00376	g	557	g
Hg	0,0116	g	1.719	g
Zn	1,24	g	183.716	g
metallic ions	1,68	g	248.905	g
TBTN	2,93	g	434.103	g
TBTO	2,93	g	434.103	g
Emissioner til jord				
Pb	0,369	g	54.670	g
Cd	0,0885	g	13.112	g
Carbon	1540	g	228.163.320	g
P-tot	3,99	g	591.150	g
Hg	0,0111	g	1.645	g
N-tot	117	g	17.334.486	g
Zn	4,32E-5	g	6,40	g

Figur h Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med deponering af papir.

I figur i er forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af affaldstræ (ikke imprægneret) vist.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	1.175 tons affaldstræ (ikke imprægneret)	Enhed
Energi				
Produktion af el	4,338	GJ	5.097	GJ
Produktion af varme	11,026	GJ	12.956	GJ
Forbrug af el	4,11	MJ	4.829	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,322	kg	378	kg
natural gas (vol)	3,24	m ³	3.807	m ³
coal ETH	0,867	kg	1.019	kg

crude oil ETH	3,52	kg	4.136	kg
wood	0,00641	kg	7,53	kg
process water	1	m ³	1.175	m ³
iron (ore)	0,000384	kg	0,451	kg
limestone	13,7	kg	16.098	kg
SO2 secondary	0,000698	kg	0,820	kg
sand	0,000167	kg	0,196	kg
rock salt	0,494	kg	580	kg
Emissioner til luft				
dust	72,7	g	85.423	g
benzene	0,479	g	563	g
PAH's	0,000793	g	0,932	g
CxHy aromatic	0,907	g	1.066	g
HALON-1301	0,000825	g	0,969	g
CxHy halogenated	0,00166	g	1,95	g
methane	48,3	g	56.753	g
non methane VOC	113	g	132.775	g
CO2	21000	g	24.675.000	g
CO	234	g	274.950	g
ammonia	8,88	g	10.434	g
HF	0,0283	g	33,3	g
N2O	12,5	g	14.688	g
HCl	44,7	g	52.523	g
Sox (as SO2)	213	g	250.275	g
Nox (as NO2)	721	g	847.175	g
Pb	0,0894	g	105	g
Cd	0,0061	g	7,17	g
Mn	0,000243	g	0,29	g
Ni	0,0081	g	9,52	g
Hg	0,00899	g	10,6	g
Zn	0,166	g	195	g
metals	1,58	g	1.857	g
dioxin (TEQ)	11,6	µg	13.630	µg
Emissioner til vand				
waste water	1,05E-6	m ³	0,00123	m ³
BOD	0,0181	g	21,3	g
COD	0,511	g	600	g
AOX	0,000676	g	0,79	g
suspended substances	13,8	g	16.215	g

phenols	0,0234	g	27,5	g
toluene	0,021	g	24,7	g
PAH's	0,00225	g	2,64	g
CxHy aromatic	0,152	g	179	g
CxHy chloro	0,000196	g	0,23	g
fats/oils	4,71	g	5.534	g
DOC	0,0437	g	51,3	g
TOC	73	g	85.775	g
NH4+	14,2	g	16.685	g
nitrate	8,72	g	10.246	g
Kjeldahl-N	0,0628	g	73,8	g
N-tot	0,364	g	428	g
As	0,00227	g	2,67	g
Cl-	3870	g	4.547.250	g
cyanide	0,000692	g	0,81	g
phosphate	0,104	g	122	g
sulphate	157	g	184.475	g
sulphide	0,00544	g	6,39	g
anorg. dissolved subst.	1180	g	1.386.500	g
Al	1,08	g	1.269	g
Ba	0,518	g	609	g
Pb	0,0192	g	22,6	g
Cd	0,00117	g	1,37	g
Cr	0,0124	g	14,6	g
Fe	0,652	g	766	g
Cu	0,0571	g	67,1	g
Ni	0,00585	g	6,87	g
Hg	0,00104	g	1,22	g
Zn	0,0127	g	14,9	g
metallic ions	1,23	g	1.445	g

Figur i Oversigt over forhold der påvirker miljøet ved afbrænding af det affaldstræ, der genereres i produktionsfasen.

Bilag 14d Scenarium 1: Genanvendelse af imprægneret træ

I dette bilag beskrives scenarium 1, hvor massestrømmen ændres således, at deponeret træ fra sorteret erhvervsaffald og fra sorteret husholdningsaffald bliver flyttet fra deponering til genanvendelse. Det imprægnerede affaldstræ, der genereres, forudsættes genudnyttet ved neddeling, pyrolysning og separation af kul og tungmetaller i restprodukterne. Således ændres massestrømmen af imprægneret træ kun i renholdningsfasen.

Ved genanvendelse af imprægneret træ antages det, at der bliver bygget ca. 4 anlæg i Danmark, hvor energi og tungmetaller kan genudvindes. Det antages desuden, at disse anlæg er i stand til at behandle alt imprægneret træaffald således, at alt udsorteret imprægneret træ bliver genudnyttet i stedet for at blive deponeret.

På baggrund af den ændrede massestrøm og de beskrevne miljøforhold i bilag 14b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

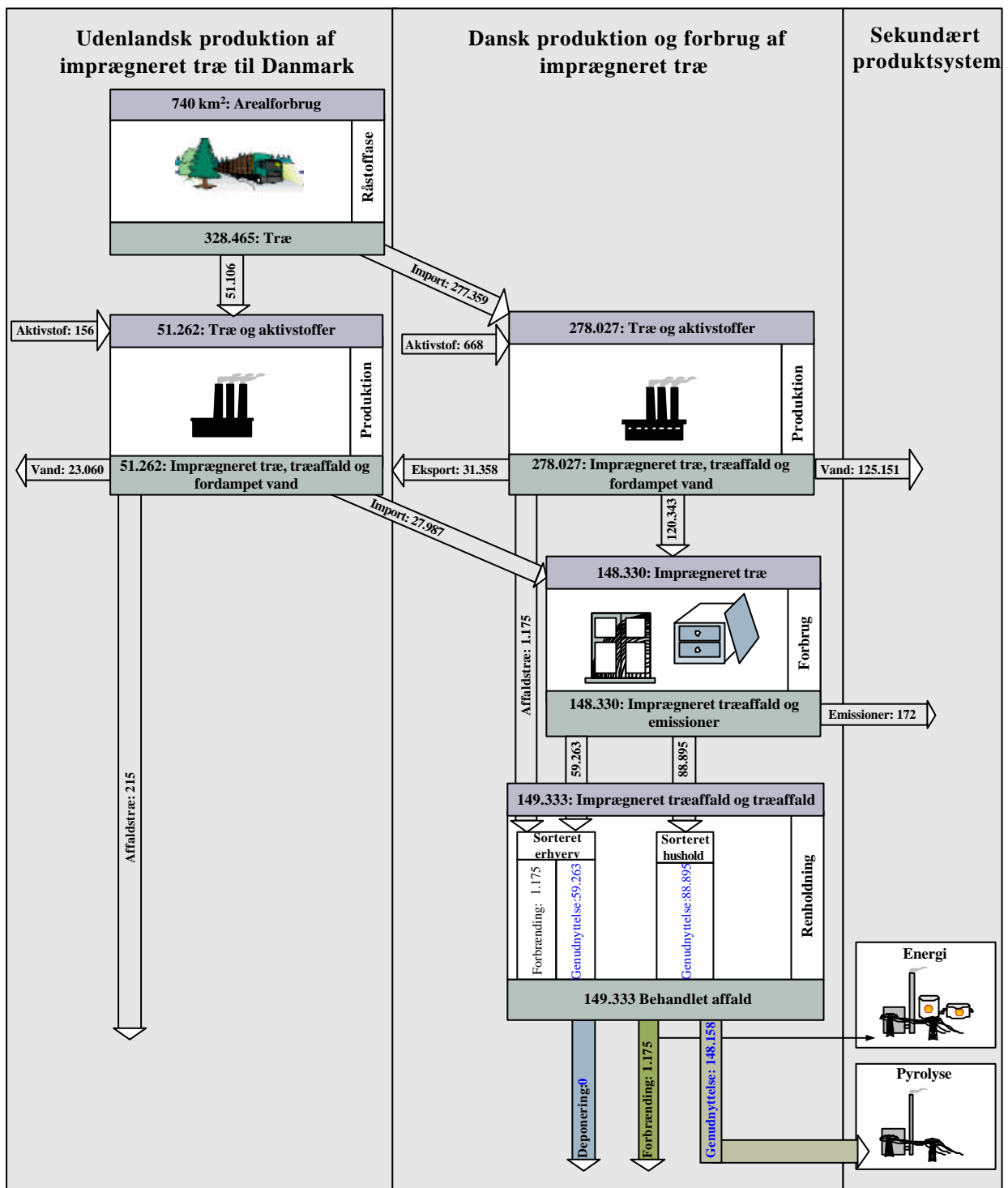
14d.1 Massestrøm

Ifølge massestrømsanalysen så deponeres der 148.158 tons imprægneret træ. Alt dette træ flyttes i scenarium 1 til genudnyttelse, se figur a.

Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation i tons	Scenarium 1 i tons
Sorteret imprægneret træ fra erhverv til deponering	59.263	-
Sorteret imprægneret træ fra husholdninger til deponering	88.895	-
Sorteret imprægneret træ fra erhverv til pyrolyse	-	59.263
Sorteret imprægneret træ fra husholdninger til pyrolyse	-	88.895

Figur a Bortskaffelse af imprægneret træ i udgangssituationen og i scenarium 1.

Af figur b fremgår det hvilke tal i massestrømsanalysen, der er ændret i forhold til udgangspunktet.



Figur b Massestrøm for scenarium 1 for imprægneret træ, hvor affaldet sendes til genudnyttelse i form af pyrolyse i stedet for deponering. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blå.

14d.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 1. Miljøforholdene beregnes ud fra de specifikke data beskrevet i bilag 14b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur b.

Råvare-, produktions- og forbrugsfase

I disse enhedsprocesser ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier, der er præsenteret i bilag 14c.

Renholdning

I figur c er transport af imprægneret træ i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Afstand i km	Mængde i tons	Transport i tkm	Transport-middel
Sorteret erhvervsaffald				
Genudnyttelse	100	59.263	5.926.300	Lille lastbil
Deponering	10	0	0	Lille lastbil
Forbrænding af træaffald	20	1.175	23.500	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Genudnyttelse	120	88.895	10.667.400	Lille lastbil
Deponering	30	0	0	Lille lastbil
Forbrænding	40	0	0	Lille lastbil
Asker og slagger fra forbrænding				
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse	0	-	0	Stor lastbil

Figur c Opgørelse af transport i renholdningsfasen.

I figur d er transport af imprægneret træ opgjort samlet.

Transport	Mængde	Enhed
Lille lastbil	16.617.200	tkm

Figur d Transport af imprægneret træ i renholdningsfasen opgjort samlet.

I figur e er de forhold der påvirker miljøet ved genudnyttelse af imprægneret træ vist. De totale mængder er bestemt ud fra, at 148.158 tons imprægneret træ sendes til genudnyttelse.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons til neddeling og pyrolyse	Pr. tons til separation	Enhed	148.158 tons imprægneret træ	Enhed
Energiproduktion					
El	1.429	3.334 MJ		705.676.554 MJ	
Varme	1.283	2.803 MJ		605.373.588 MJ	
Energiforbrug					
El – DK	28,8	306 MJ		49.603.298 MJ	
Fjernvarme	3430,8	0 MJ		508.300.466 MJ	
Ressourceproduktion					
Kobber		1,28 kg		189.642 kg	
Krom		1,27 kg		188.161 kg	
Arsen		0,32 kg		47.411 kg	
Bor		0,12 kg		17.779 kg	
Fosfor		0,44 kg		65.190 kg	
Tin fra TBTO og TBTN		0,019 kg		2.864 kg	
Emissioner					
CO2	0	0 g		0 kg	
SO2	0	272 g		40.298 kg	
NOx	175	340 g		76.301 kg	
Slagger og aske	0	27216 g		4.032.268 kg	
Deponiaffald	0	15445 g		2.288.300 kg	

Figur e Opgørelse af forhold der påvirker miljøet for genudnyttelse ved neddeling, pyrolyse og separation.

Udover miljøforholdene beskrevet ovenfor, så forbrændes en mængde affaldstræ (ikke imprægneret). Denne mængde er den samme som i udgangssituationen, og miljøforholdene i relation hertil er beskrevet i bilag 14c.

Bilag 14e Scenarium 2: Forbrænding af imprægneret træ

I dette bilag beskrives scenarium 2, hvor massestrømmen ændres således, at deponeret træ fra sorteret erhvervsaffald og fra sorteret husholdningsaffald bliver flyttet til forbrænding.

Ved forbrænding af imprægneret træ antages det, at alt imprægneret træ bliver forbrændt på de almindelige forbrændingsanlæg i Danmark således, at intet udsorteret imprægneret træ bliver deponeret.

På baggrund af den ændrede massestrøm og de beskrevne miljøforhold i bilag 14b, kortlægges miljøforholdene for scenariet.

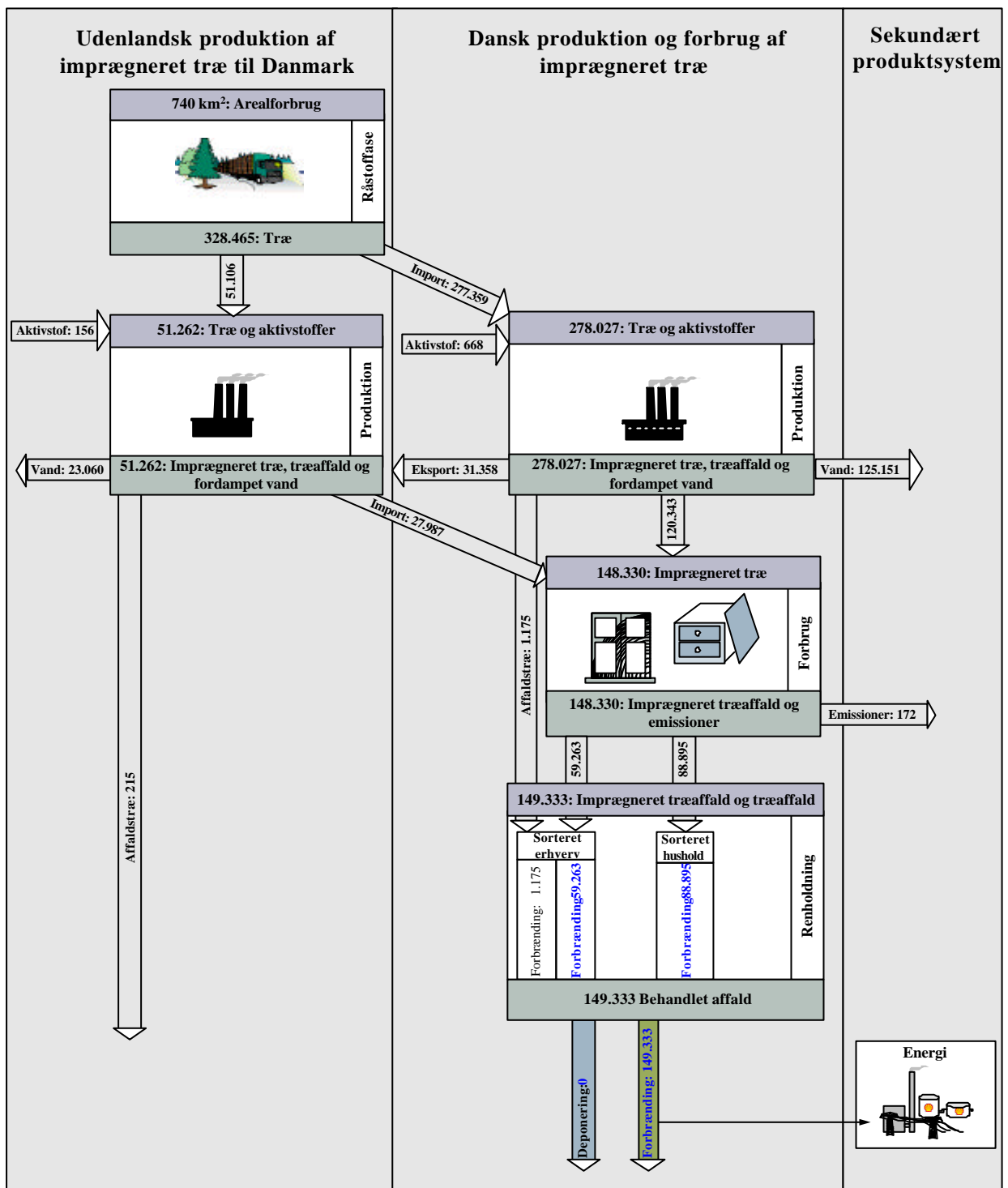
14e.1 Massestrøm

Ifølge massestrømsanalysen blev 148.158 tons imprægneret træ deponeret i år 2000, dette træ bliver i scenarium 2 forbrændt, se figur a.

Bortskaffelsesmetode	Udgangssituation i tons	Scenarium 2 i tons
Sorteret imprægneret træ fra erhverv til deponering	59.263	-
Sorteret imprægneret træ fra husholdninger til deponering	88.895	-
Sorteret imprægneret træ fra erhverv til forbrænding	-	59.263
Sorteret imprægneret træ fra husholdninger til forbrænding	-	88.895

Figur a Bortskaffelse af imprægneret træ i udgangssituationen og i scenarium 2.

I figur b er massestrømmen af imprægneret træ i scenarium 2 vist.



Figur b Massestrøm for scenarium 2 for imprægneret træ, hvor affaldet sendes til forbrænding i stedet for deponering. Tal der er ændret i forhold til udgangssituationen er markeret med blåt.

14e.2 Forhold der påvirker miljøet

I dette afsnit opgøres miljøforholdene for scenarium 2. Miljøforholdene beregnes ud fra de specifikke data beskrevet i bilag 14b og mængderne bestemt i massestrømsanalysen vist i figur b.

Råvare-, produktions- og forbrugsfase

I disse enhedsprocesser ændres der ikke på noget i forhold til udgangssituationen, derfor henvises der til de værdier, der er præsenteret i bilag 14c.

Renholdning

I figur c er transport af imprægneret træ i renholdningsfasen vist.

Transport i renholdningsfasen	Afstand i km	Mængde i tons	Transport i tkm	Transportmiddel
Sorteret erhvervsaffald				
Genudnyttelse	100	0	0	Lille lastbil
Deponering	10	0	0	Lille lastbil
Forbrænding af træaffald	20	1.175	23.500	Lille lastbil
Forbrænding	20	59.263	1.185.260	Lille lastbil
Sorteret husholdningsaffald				
Genudnyttelse	120	0	0	Lille lastbil
Deponering	30	0	0	Lille lastbil
Forbrænding	40	88.895	3.555.800	Lille lastbil
Asker og slagger fra forbrænding				
Aske og slagger fra forbrænding til deponi eller genudnyttelse	0	-	0	Stor lastbil

Figur c Opgørelse af transport i renholdningsfasen.

I figur d er transport af imprægneret træ opgjort samlet.

Transport	Samlet transport (tkm)
Lille lastbil	4.764.560

Figur d Transport af imprægneret træ i renholdningsfasen opgjort samlet.

I figur e er de forhold der påvirker miljøet ved forbrænding af imprægneret træ vist. De totale mængder er bestemt ud fra, at 148.158 tons imprægneret træ sendes til forbrænding.

Forhold der påvirker miljøet	Pr. tons	Enhed	148.158 tons i m-prægneret træ	Enhed
Energi				
Produktion af el	4,388	GJ	650.117	GJ
Produktion af varme	11,026	GJ	1.633.590	GJ
Forbrug af el	4,11	MJ	609	GJ
Råvarer				
Lignite ETH	0,322	kg	47.707	kg
natural gas (vol)	3,24	m ³	480.032	m ³
coal ETH	0,867	kg	128.453	kg
crude oil ETH	3,52	kg	521.516	kg
wood	0,00641	kg	950	kg
process water	1	m ³	148.158	m ³
iron (ore)	0,000384	kg	56,9	kg
limestone	13,7	kg	2.029.765	kg
SO2 secondary	0,000698	kg	103	kg
sand	0,000167	kg	24,7	kg
rock salt	0,494	kg	73.190	kg
Emissioner til luft				
Dust	72,7	g	10.771.087	g
Benzene	0,479	g	70.968	g
PAH's	0,000793	g	117	g
CxHy aromatic	0,907	g	134.379	g
HALON-1301	0,000825	g	122	g
CxHy halogenated	0,00166	g	246	g
Methane	48,3	g	7.156.031	g
Non methane VOC	113	g	16.741.854	g
CO2	21000	g	3.111.318.000	g
CO	234	g	34.668.972	g
Ammonia	8,88	g	1.315.643	g
HF	0,0283	g	4.193	g
N2O	12,5	g	1.851.975	g
HCl	44,7	g	6.622.663	g
Sox (as SO2)	213	g	31.557.654	g
Nox (as NO2)	721	g	106.821.918	g
Pb	0,0894	g	13.245	g
As	1,004	g	148.751	g
Cd	0,0061	g	904	g
Cr	0,0872	g	12.919	g

Cu	0,5394	g	79.916	g
Mn	0,000243	g	36,0	g
Ni	0,0081	g	1.200	g
Hg	0,00899	g	1.332	g
Zn	0,166	g	24.594	g
Metals	1,58	g	234.090	g
Dioxin (TEQ)	11,6	µg	1.718.633	µg
Tin fra TBTN	0,0226	g	3.348	g
Tin fra TBTO	0,0226	g	3.348	g
Emissioner til vand				
Waste water	0,00000105	m ³	0,156	m ³
BOD	0,0181	g	2.682	g
COD	0,511	g	75.709	g
AOX	0,000676	g	100	g
Suspended substances	13,8	g	2.044.580	g
Phenols	0,0234	g	3.467	g
Toluene	0,021	g	3.111	g
PAH's	0,00225	g	333	g
CxHy aromatic	0,152	g	22.520	g
CxHy chloro	0,000196	g	29,0	g
Fats/oils	4,71	g	697.824	g
DOC	0,0437	g	6.475	g
TOC	73	g	10.815.534	g
NH ₄ ⁺	14,2	g	2.103.844	g
Nitrate	8,72	g	1.291.938	g
Kjeldahl-N	0,0628	g	9.304	g
N-tot	0,364	g	53.930	g
As	37,73	g	5.590.001	g
Cl-	3870	g	573.371.460	g
Cyanide	0,000692	g	103	g
Phosphate	32,04	g	4.746.982	g
Sulphate	157	g	23.260.806	g
Sulphide	0,00544	g	806	g
Anorg. dissolved subst.	1180	g	174.826.440	g
Al	1,08	g	160.011	g
B	13,81	g	2.046.062	g
Ba	0,518	g	76.746	g
Pb	0,0192	g	2.845	g
Cd	0,00117	g	173	g

Cr	151,1	g	22.386.674	g
Fe	0,652	g	96.599	g
Cu	149,9	g	22.208.884	g
Ni	0,00585	g	867	g
Hg	0,00104	g	154	g
Zn	0,0127	g	1.882	g
Metallic ions	1,23	g	182.234	g
Tin fra TBTN	1,14	g	168.900	g
Tin fra TBTO	1,14	g	168.900	g

Figur e Forhold der påvirker miljøet i forbindelse med forbrænding af imprægneret træ.

Udover miljøforholdene beskrevet ovenfor, så forbrændes en mængde affaldstrø (ikke imprægneret). Denne mængde er den samme som i udgangssituationen, og miljøforholdene i relation hertil er beskrevet i bilag 14c.

Bilag 15a Strategisk miljøvurdering: Tjekliste for papir

Dette bilag omfatter en tjekliste udfyldt i forbindelse med udførelse af en strategisk miljøvurdering af målsætningen for papir i Affald 21. Miljøvurderingen er beskrevet i kapitel 15, hvor alle kategorier der er fundet væsentlige eller som bør undersøges er uddybet og vurderet.

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
SUNDHED OG SIKKERHED			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Befolkningens sundhedstilstand (kort/langt sigt) (f.eks. menneskers fysiske omgivelser, menneskers psykiske omgivelser, befolkningens livsstil, kvaliteten af fødevarer, forebyggelse af sygdom)?			
Befolkningens tryghed og sikkerhed (f.eks. risici for trafik- og andre ulykker, rammerne for fysisk aktivitet i dagligdagen)?			
Svage gruppers mulighed for selvstændig varetagelse af egne behov uden hjælpeforanstaltninger (mulighederne for børn og ældres frie færden, fremkommelighed for handicappede, tilgængeligheden af rusmidler m.v., tryghed i relation til kriminalitet)?			
Befolkningens velfærd (f.eks. kvaliteten af byer og bymiljø, kulturmiljøet og de landskabelige værdier, adgangen til naturen og friluftslivet)?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
NATUR - PLANTER OG DYR	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Planters og dyrs udbredelse, formering og artsrigdom samt fordeling i landet?	⊗		
Omfang og kvalitet af levesteder for dyr og vildtlevende planter f.eks. naturområder eller andre områder med plante- og dyreliv såsom moser, heder, strandenge, vandløb, søer?	⊗		
Sårbare økosystemer så som moser, heder, overdrev, strandenge, rørsumpe, kyster, vandløb, ferske enge, mm.			⊗

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
JORD OG UNDERGRUND			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Jordoverfladen og de øverste jordlags tilstand?			
Undergrundens tilstand?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
VAND	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Kvaliteten af vandet i vandløb, søer og kystvande (f.eks. temperatur, indhold af plantenæringsstoffer eller andre stoffer)?	⊗		
Mængden af vand i vandløb, søer og kystvande?		⊗	
Den fysiske struktur af vandløb, søer, åer (f.eks. diger, ændringer af vandløb og søbredder, etablering af vådområder, afvanding af søer)?			⊗
Kvaliteten af grundvand (f.eks. indhold af miljøfremmede stoffer)?			⊗
Mængden af grundvand (f.eks. lokale forekomster af grundvand)?			⊗

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
LUFT			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Luftkvaliteten globalt, regionalt eller lokalt i form af lugt, støv, smog?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KLIMA		Ä	
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Det globale klima i form af koncentrationen af drivhusgasser som CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC'ere, PFC'ere og SF ₆ i atmosfæren?		⊗	

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KULTURMILJØ – LANDSKAB			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Landskabsbilledet og kulturmiljøet i det åbne land (landskabets udstrækning, anvendelse, visuelle påvirkninger)?			
Kvaliteten af værdifulde landskaber som f.eks. ådale, højdedrag, kyststrækninger, uforstyrrede landskaber?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KULTURMILJØ – BYGNINGER OG KULTURARV			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Omfanget og kvaliteten af den kulturelle arv i form af bevaringsværdige bygninger og enkeltelementer, herunder historiske bygninger, mindesmærker, arkæologiske spor, arkitektoniske og kulturelle værdier?			
Omfanget og kvaliteten af den kulturelle arv i form af bymæssige og landskabelige helheder, f.eks. bevaringsværdige bymiljøer, arkitektoniske og kulturelle helheder i og udenfor byerne, kulturhistoriske helheder eller sammenhænge i landskabet?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
RESSOURCER OG RESSOURCEFORBRUG	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Vandkvalitet og vandforbrug?	⊗		
Energimængde og energiforbrug?		⊗	
Mængden af fornybare ressourcer som afgrøder, træ, fisk, vildt og forbruget heraf?	⊗		
Ikke-fornybare ressourcer som fossile brændstoffer, mineraler, råstoffer (grus, sand sten) og forbruget heraf?	⊗		
Arealanvendelsen og forbrug af arealer til ny byvækst eller byudvikling?	⊗		

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
AFFALD	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Mængden af affald til bortskaffelse (f.eks. muligheden for affaldsforebyggelse, mængden af affald til genanvendelse, til forbrænding eller til deponering) og arten af affaldet (fx indhold af miljøbelastende stoffer og genanvendeligheden af affaldet)?	⊗		

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
TRANSPORT	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Transportomfang eller transportform - direkte eller indirekte?	⊗		

Bilag 15b Strategisk miljøvurdering: Tjekliste for glas

Dette bilag omfatter en tjekliste udfyldt i forbindelse med udførelse af en strategisk miljøvurdering af målsætningen for glas i Affald 21. Miljøvurderingen er beskrevet i kapitel 15, hvor alle kategorier der er fundet væsentlige eller som bør undersøges er uddybet og vurderet.

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
SUNDHED OG SIKKERHED			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Befolkningens sundhedstilstand (kort/langt sigt) (f.eks. menneskers fysiske omgivelser, menneskers psykiske omgivelser, befolkningens livsstil, kvaliteten af fødevarer, forebyggelse af sygdom)?			
Befolkningens tryghed og sikkerhed (f.eks. risici for trafik- og andre ulykker, rammerne for fysisk aktivitet i dagligdagen)?			
Svage gruppers mulighed for selvstændig varetagelse af egne behov uden hjælpeforanstaltninger (mulighederne for børn og ældres frie færden, fremkommelighed for handicappede, tilgængeligheden af rusmidler m.v., tryghed i relation til kriminalitet)?			
Befolkningens velfærd (f.eks. kvaliteten af byer og bymiljø, kulturmiljøet og de landskabelige værdier, adgangen til naturen og friluftslivet)?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
NATUR - PLANTER OG DYR			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Planters og dyrs udbredelse, formering og artsrigdom samt fordeling i landet?			
Omfang og kvalitet af levesteder for dyr og vildtlevende planter f.eks. naturområder eller andre områder med plante- og dyreliv såsom moser, heder, strandenge, vandløb, søer?			
Sårbare økosystemer så som moser, heder, overdrev, strandenge, rørsumpe, kyster, vandløb, ferske enge, mm.			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
JORD OG UNDERGRUND	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Jordoverfladen og de øverste jordlags tilstand?	⊗		
Undergrundens tilstand?	⊗		

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
VAND		Ä	
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Kvaliteten af vandet i vandløb, søer og kystvande (f.eks. temperatur, indhold af plantenæringsstoffer eller andre stoffer)?			⊗
Mængden af vand i vandløb, søer og kystvande?			⊗
Den fysiske struktur af vandløb, søer, åer (f.eks. diger, ændringer af vandløb og søbredder, etablering af vådområder, afvanding af søer)?			⊗
Kvaliteten af grundvand (f.eks. indhold af miljøfremmede stoffer)?		⊗	
Mængden af grundvand (f.eks. lokale forekomster af grundvand)?			⊗

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
LUFT		Ä	
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Luftkvaliteten globalt, regionalt eller lokalt i form af lugt, støv, smog?		⊗	

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KLIMA	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Det globale klima i form af koncentrationen af drivhusgasser (bl.a. CO ₂ , CH ₄ (methan), N ₂ O (lattergas), HFC'ere, PFC'ere og SF ₆) i atmosfæren?		⊗	

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KULTURMILJØ – LANDSKAB			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Landskabsbilledet og kulturmiljøet i det åbne land (landskabets udstrækning, anvendelse, visuelle påvirkninger)?			
Kvaliteten af værdifulde landskaber som f.eks. ådale, højdedrag, kyststrækninger, uforstyrrede landskaber?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KULTURMILJØ – BYGNINGER OG KULTURARV			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Omfanget og kvaliteten af den kulturelle arv i form af bevaringsværdige bygninger og enkeltelementer, herunder historiske bygninger, mindesmærker, arkæologiske spor, arkitektoniske og kulturelle værdier?			
Omfanget og kvaliteten af den kulturelle arv i form af bymæssige og landskabelige helheder, f.eks. bevaringsværdige bymiljøer, arkitektoniske og kulturelle helheder i og udenfor byerne, kulturhistoriske helheder eller sammenhænge i landskabet?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
RESSOURCER OG RESSOURCEFORBRUG	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Vandkvalitet og vandforbrug?			⊗
Energimængde og energiforbrug?	⊗		
Mængden af fornybare ressourcer som afgrøder, træ, fisk, vildt og forbruget heraf?			⊗
Ikke-fornybare ressourcer som fossile brændstoffer, mineraler, råstoffer (grus, sand sten) og forbruget heraf?	⊗		
Arealanvendelsen og forbrug af arealer til ny byvækst eller byudvikling?		⊗	

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
AFFALD	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Mængden af affald til bortskaffelse (f.eks. muligheden for affaldsforebyggelse, mængden af affald til genanvendelse, til forbrænding eller til deponering) og arten af affaldet (fx indhold af miljøbelastende stoffer og genanvendeligheden af affaldet)?	⊗		

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
TRANSPORT	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Transportomfang eller transportform - direkte eller indirekte?		⊗	

Bilag 15c Strategisk miljøvurdering: Tjekliste for imprægneret træ

Dette bilag omfatter en tjekliste udfyldt i forbindelse med udførelse af en strategisk miljøvurdering af målsætningen for imprægneret træ i Affald 21. Miljøvurderingen er beskrevet i kapitel 15, hvor alle kategorier der er fundet *væsentlige* eller som *bør undersøges* er uddybet og vurderet.

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
SUNDHED OG SIKKERHED			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Befolkningens sundhedstilstand (kort/langt sigt) (f.eks. menneskers fysiske omgivelser, menneskers psykiske omgivelser, befolkningens livsstil, kvaliteten af fødevarer, forebyggelse af sygdom)?			
Befolkningens tryghed og sikkerhed (f.eks. risici for trafik- og andre ulykker, rammerne for fysisk aktivitet i dagligdagen)?			
Svage gruppers mulighed for selvstændig varetagelse af egne behov uden hjælpeforanstaltninger (mulighederne for børn og ældres frie færden, fremkommelighed for handicappede, tilgængeligheden af rusmidler m.v., tryghed i relation til kriminalitet)?			
Befolkningens velfærd (f.eks. kvaliteten af byer og bymiljø, kulturmiljøet og de landskabelige værdier, adgangen til naturen og friluftslivet)?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
NATUR - PLANTER OG DYR			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Planters og dyrs udbredelse, formering og artsrigdom samt fordeling i landet?			
Omfang og kvalitet af levesteder for dyr og vildtlevende planter f.eks. naturområder eller andre områder med plante- og dyreliv såsom moser, heder, strandenge, vandløb, søer?			
Sårbare økosystemer så som moser, heder, overdrev, strandenge, rørsumpe, kyster, vandløb, ferske enge, mm.			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
JORD OG UNDERGRUND		Ä	
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Jordoverfladen og de øverste jordlags tilstand?		⊗	
Undergrundens tilstand?			⊗

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
VAND			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Kvaliteten af vandet i vandløb, søer og kystvande (f.eks. temperatur, indhold af plantenæringsstoffer eller andre stoffer)?			
Mængden af vand i vandløb, søer og kystvande?			
Den fysiske struktur af vandløb, søer, åer (f.eks. diger, ændringer af vandløb og søbredder, etablering af vådområder, afvanding af søer)?			
Kvaliteten af grundvand (f.eks. indhold af miljøfremmede stoffer)?			
Mængden af grundvand (f.eks. lokale forekomster af grundvand)?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
LUFT		Ä	
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Luftkvaliteten globalt, regionalt eller lokalt i form af lugt, støv, smog?		⊗	

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KLIMA			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Det globale klima i form af koncentrationen af drivhusgasser (bl.a. CO ₂ , CH ₄ (methan), N ₂ O (lattergas), HFC'ere, PFC'ere og SF ₆) i atmosfæren?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KULTURMILJØ – LANDSKAB			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Landskabsbilledet og kulturmiljøet i det åbne land (landskabets udstrækning, anvendelse, visuelle påvirkninger)?			
Kvaliteten af værdifulde landskaber som f.eks. ådale, højdedrag, kyststrækninger, uforstyrrede landskaber?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
KULTURMILJØ – BYGNINGER OG KULTURARV			Ä
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Omfanget og kvaliteten af den kulturelle arv i form af bevaringsværdige bygninger og enkeltelementer, herunder historiske bygninger, mindesmærker, arkæologiske spor, arkitektoniske og kulturelle værdier?			
Omfanget og kvaliteten af den kulturelle arv i form af bymæssige og landskabelige helheder, f.eks. bevaringsværdige bymiljøer, arkitektoniske og kulturelle helheder i og udenfor byerne, kulturhistoriske helheder eller sammenhænge i landskabet?			

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
RESSOURCER OG RESSOURCEFORBRUG	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Vandkvalitet og vandforbrug?			⊗
Energimængde og energiforbrug?			⊗
Mængden af fornybare ressourcer som afgrøder, træ, fisk, vildt og forbruget heraf?			⊗
Ikke-fornybare ressourcer som fossile brændstoffer, mineraler, råstoffer (grus, sand sten) og forbruget heraf?	⊗		
Arealanvendelsen og forbrug af arealer til ny byvækst eller byudvikling?	⊗		

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
AFFALD	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Mængden af affald til bortskaffelse (f.eks. muligheden for affaldsforebyggelse, mængden af affald til genanvendelse, til forbrænding eller til deponering) og arten af affaldet (fx indhold af miljøbelastende stoffer og genanvendeligheden af affaldet)?	⊗		

	Væsentligt	Måske – bør undersøges	Ikke væsentligt
TRANSPORT	Ä		
<i>Vil forslaget påvirke:</i>			
Transportomfang eller transportform - direkte eller indirekte?			

Bilag 18a Livscyklusvurdering: Opgørelse

I dette bilag beskrives det hvilke data fra databaserne i SimaPro, der er benyttet til opgørelse af udvekslinger i livscyklusvurderingerne i kapitel 18. Indledningsvis beskrives data for transport og elektricitet i Danmark, der anvendes i de fleste af enhedsprocesserne. Dernæst beskrives data der anvendes i livscyklusvurderingerne af papir, glas og imprægneret træ.

18a.1 Dokumentation for forhold der vedrører alle tre fraktioner

Transport

Nedenfor i figur a er de valgte transportmidler vist.

Transportmiddel	Navn i SimaPro	Database
Stor lastbil	Truck 40t B250	BUWAL250
Lille lastbil	Truck 16t B250	BUWAL250
Personbil	Passenger car B250	BUWAL250
Jernbane	Train (diesel & electric) B250	BUWAL250
Skib	Coaster I	IDEMAT 2001

Figur a Transportmidler der benyttes fra databaserne i SimaPro.

Elektricitet

Når der benyttes elektricitet i forskellige lande benyttes dataene vist i figur b.

Transportmiddel	Navn i SimaPro	Database
Elektricitet i Sverige	Electricity Finland B250	BUWAL250
Elektricitet i Finland	Electricity Sweden B250	BUWAL250
Elektricitet i Tyskland	Electricity W-Germany B250	BUWAL250
Gennemsnitlig elektricitet i Europa	Electricity UCPTE B250	BUWAL250

Figur b Energisystemer der benyttes fra databaserne i SimaPro.

Der findes data for elektricitet i Danmark i BUWAL250, men disse data stemmer ikke overens med ELSAM's varedeklaration for el i Danmark i år 2000. Derfor er det valgt at benytte ELSAM's data i stedet. Udvekslingerne forbundet med produktion af 1 kWh er vist i figur c. Der gøres opmærksom på, at en stor del af elproduktionen i Danmark sker ved samproduktion af varme. Derfor er en allokering nødvendig. Udvekslinger forbundet med produktion af 1 kWh el er allokeret efter energiindhold [ELSAM, 2000, s. 12].

Udvekslinger	Mængde	Enhed	Navn i SimaPro	Database
Materialeforbrug				
Kul	156 g		Coal B300	BUWAL250
Olie	1,7 g		Crude oil B	Data Archive
Naturgas	0,021 m ³		Natural gas N-sea 1	IDEMAT2001
Kølevand	105 kg		Indgår ikke i UMIP	-
Andet vand (drikkevand og sekundær)	0,13 kg		Indgår ikke i UMIP	-
Biomasse	9,8 g		Indgår ikke i UMIP	-
Affald (brændsel)	23,9 g		Indgår ikke i UMIP	-
Emissioner til luft				
CO ₂	421 g		CO ₂	Udveksling
SO ₂	0,1 g		SO ₂	Udveksling
NO _x	0,7 g		Nox	Udveksling
Støv	0,01 kg		Dust	Udveksling
Arsen	0,003 mg		As	Udveksling
Beryllium	0,001 mg		Be	Udveksling
Cadmium	0,0004 mg		Cd	Udveksling
Krom	0,01 mg		Cr	Udveksling
Kviksølv	0,004 mg		Hg	Udveksling
Nikkel	0,01 mg		Ni	Udveksling
Bly	0,01 mg		Pb	Udveksling
Selen	0,02 mg		Se	Udveksling
Kobber	0,004 mg		Cu	Udveksling
Affald				
Flyveaske	17 g		slags/ash	Udveksling
Slagger	1,7 g		slags/ash	Udveksling
Gips	4,1 g		Bulk waste	Udveksling
Til kommunekemi	0,002 g		Toxic waste	Udveksling
Øvrigt affald	0,04 g		Bulk waste	Udveksling
Spildevand	0,02 l		Indgår ikke i UMIP	-

Figur c Dokumentation for data benyttet i SimaPro for dansk el. Udvekslinger forbundet med produktion af 1 kWh er fra ELSAMS's grønne regnskab [ELSAM, 2000, s. 15].

18a.1 Dokumentation for opgørelse af papir

Papirmasse

Udvekslinger	Navn i SimaPro	Database
Materialeforbrug		
- Træ	Træ	Se figur f
- NaOH	NaOH (100%)	BUWAL250
- O ₂	Oxygen B250	BUWAL250
- NaClO ₃	Ingen data	-
- EDTA eller DTPA	Ingen data	-
- S	Sulphur B250	BUWAL250
- SO ₂	Sulphur dioxide B250	BUWAL250
- H ₂ O ₂	Blegemiddel	Se figur e
- O ₃	Ingen data	-
- MgSO ₄	Ingen data	-
- CaO (calciumoxid)	Ingen data	-
- MgO	Ingen data	-
- NaHSO ₃	Ingen data	-
- NaSiO ₃ (sodiumsilicate)	Sodium silicate B250	BUWAL250
- Na ₂ SO ₃	Sodium sulphate B250	BUWAL250
- H ₂ SO ₄	Sulphuric acid B250	BUWAL250
- Talc	Indgår ikke i UMIP	-
- Sæbe	Ingen data	-
- Alum	Alum earth	Data Archive
- Stivelse	Starch from potatoes	BUWAL250
- Farve	Pigments (general) I	IDEMAT 2001
- Defoamers ⁽¹⁾	Phosphoric acid ETH T	ETH-ESU 96
- Sizing agents	Starch from potatoes	BUWAL250
Energiforbrug		
El i DK	Elektricitet i Danmark	Se figur c
El i udland	Elektricitet i udland	Se figur b
Varme i DK	Fjernvarme i DK	Er beskrevet i kapitel 12
Varme i udland	CHP anlæg	Er beskrevet i kapitel 12
Emissioner til vand		
- COD	COD	Indgår ikke i UMIP
- BOD	BOD	Indgår ikke i UMIP
- TSS (Total suspended solids)	-	Indgår ikke i UMIP
- AOX som Cl ₂	Cl ₂	Udveksling

- N-total	N-tot	Udveksling
- P-total	P-tot	Udveksling
- EDTA eller DTPA	EDTA	Indgår ikke i UMIP
- Cd	Cd	Udveksling
- Pb	Pb	Udveksling
- Cu	Cu	Udveksling
- Cr	Cr	Udveksling
- Ni	Ni	Udveksling
- Zn	Zn	Udveksling
Affald		
Slam	bulk waste	Udveksling
aske og slagger	slags/ash	Udveksling
Farligt affald	toxic waste	Udveksling
Andet affald	bulk waste	Udveksling

Figur d Dokumentation for data benyttet i SimaPro for glasværksfasen. 1) Ifølge [BAT, 2000, s. 240] kan defoamers bestå af phosphoric acid esters, vegetable oil products, fatty acids ethoxylates, polyoxiethylene og fatty acid derivates. Det antages at defoamers udelukkende består af Phosphoric acid.

Blegemiddel: I figur e er udvekslingerne forbundet med fremstilling af 1 kg blegemiddel (H₂O₂) vist.

Udveksling	Mængde	Enhed	Data i SimaPro
Elektricitet i Europa	3,5	kWh/kg H ₂ O ₂	Electricity UCPTE B250 - BUWAL

Figur e Udvekslinger til fremstilling af 1 kg blegemiddel (H₂O₂) [BAT, 2000, s. 56].

Træ: I figur f er udvekslingerne forbundet med skovning af 1 tons træ (45% TS) vist.

Udveksling	Mængde	Enhed	Data i SimaPro
Dieselolie til skovning	0,075	GJ	Heat diesel B250 – BUWAL250
Pesticid	0,203	g	Pesticides (Cotton) IDEMAT 2001
Kvælstofgødning	88,8	g	Fertilizer-N 1 IDEMAT 2001
Kalk	592	g	Se figur i

Figur f Udvekslinger til skovning af et tons træ (45% TS) [Miljøstyrelsen, 1996c, s. 48].

Papir

Udvekslinger	Navn i SimaPro	Database
Materialeforbrug		
- Fillers (CaCO ₃)	Kalk	Se figur i
- Coating (CaCO ₃)	Kalk	Se figur i
- Coating (Kaolin)	Kaolin B250	BUWAL250
- Sizing agents	Starch from potatoes	BUWAL250
- Farve	Pigments (general) I	IDEMAT 2001
- Alum	Alum earth	Data Archive
- Stivelse	Starch from potatoes	BUWAL250
Vandforbrug		
- Vand	Water	Indgår ikke i UMIP
Energiforbrug		
El i DK	Elektricitet i Danmark	Se figur c
El i udland	Elektricitet i udland	Se figur b
Varme i DK	Fjernvarme i DK	Er beskrevet i kapitel 12
Varme i udland	CHP anlæg	Er beskrevet i kapitel 12
Emissioner til vand		
- COD	COD	Indgår ikke i UMIP
- BOD	BOD	Indgår ikke i UMIP
- TSS (Total suspended solids)	-	Indgår ikke i UMIP
- AOX som Cl ₂	Cl ₂	Udveksling
- N-total	N-tot	Udveksling
- P-total	P-tot	Udveksling
Affald		
Slam	bulk waste	Udveksling
Andet affald	bulk waste	Udveksling

Figur g Dokumentation for data benyttet i SimaPro for glasværksfasen.

18a.2 Dokumentation for opgørelse af glas

Glasværksfase

Udvekslinger	Navn i SimaPro	Database
Materialeforbrug		
Sand	Sand 1	IDEMAT 2001
Kalk	Kalk	Se figur i
Soda	Soda ETH T	ETH-ESU 96
Feldspat	Feldspat	Se figur j
Natriumsulfat	Sodium Sulphate B250	BUWAL250
Anthasitkul	Ingen data	-
Zinkselenit	Ingen data	-
Koboltoxid	Ingen data	-
Sulfosæbe	Ingen data	-
Energiforbrug		
Fuelolie	Oil light B300	BUWAL250
Naturgas	Natural gas N-sea 1	IDEMAT 2001
El – DK	Elektricitet i Danmark	Se figur c
El – udland	Elektricitet i udland	Se figur b
Emissioner til luft		
CO ₂	CO ₂	Udveksling
NO _x	NO _x	Udveksling
SO _x	SO _x	Udveksling
HCl	HCl	Udveksling
HF	HF	Udveksling
Støv/partikler	dust	Udveksling
Bly (Pb)	Pb	Udveksling
Zink (Zn)	Zn	Udveksling
Selen (Se)	Se	Udveksling
Kobolt (Co)	Cobalt	Udveksling
Affald		
Kasserede skår	Landfill Glass B250 (1998)	BUWAL250
Andet affald	Landfill other materials	Data Archive

Figur h Dokumentation for data benyttet i SimaPro for glasværksfasen.

Kalk: I figur i nedenfor er udvekslingerne forbundet med udvinding, intern transport og tørring af 1 kg kalk vist.

Udvekslinger	Mængde	Enhed	Data i SimaPro
Materialeforbrug			
Kalk	1	kg/kg kalk	Indgår ikke i UMIP
Energiforbrug			
El – DK	0,041	MJ/kg kalk	Se figur c
El – udland	0,038	MJ/kg kalk	Se figur b
Olie	0,132	MJ/kg kalk	Heat diesel B250 – BUWAL250

Figur i Udvekslinger til udvinding af 1 kg kalk [Pommer et al, 1995a, s. 35, 45].

Elforbruget til kalk er samlet 0,079 MJ. Dette fordeler sig ifølge massestrømsanalysen af glas på 48% i udlandet og 52% i Danmark. Emissioner til luft fra forbrænding af olie og forbrug af el beregnes i SimaPro.

Feldspat: I figur j nedenfor er udvekslingerne forbundet med udvinding af 1 kg feldspat vist.

Udvekslinger	Mængde	Enhed	Data i SimaPro
Materialeforbrug			
Feldspat	1	tons/kg feldspat	Indgår ikke i UMIP
Energiforbrug			
El – DK	0,114	MJ/kg feldspat	Se figur c
El – udland	0,107	MJ/kg feldspat	Se figur b
Olie	0,61	MJ/kg feldspat	Heat diesel B250 – BUWAL250

Figur j Udvekslinger til udvinding af 1 kg feldspat [Pommer et al, 1995a, s. 35, 45].

Elforbruget til feldspat er samlet 0,22 MJ. Dette fordeler sig ifølge massestrømsanalysen på 48% i udlandet og 52% i Danmark. Emissioner til luft fra forbrænding af olie og forbrug af el beregnes i SimaPro.

Bryggeri m.m.

Udvekslinger	Navn i SimaPro	Database
Materialeforbrug		
NaOH (Lud)	NaOH (100%)	BUWAL250
H ₂ SO ₄ (Svovlsyre)	H ₂ SO ₄ ETH T	ETH-ESU 96
Pasteurisering (Hypochlorit)	Ingen data	-
Båndsmøremiddel (sæbe)	Ingen data	-
Vand	water	Udveksling
Energi		
Fuelolie (skylning)	Oil light B300	BUWAL250
El (Transportbånd) i DK	Elektricitet i Danmark	Se figur c
El (Transportbånd) i udland	Elektricitet i udland	Se figur b
Udledninger til vand		
Slamtørstof	Ingen data	-
COD	COD	Udveksling
Natiumioner (Na ⁺)	Na	Udveksling
Sulfat (SO ₄ ²⁺)	Sulphate	Udveksling

Figur k Dokumentation for data benyttet i SimaPro for bryggeri m.m.

18a.3 Dokumentation for opgørelse af imprægneret træ

Imprægnering af træ

Udvekslinger	Navn i SimaPro	Database
Materialeforbrug		
Træ	Træ	Se figur f
Krom	Chromium I	IDEMAT 2001
Kobber	Coppers	IDEMAT 2001
Fosfor (syre)	Phosphoric acid ETH T	ETH-ESU 96
Tin	Tin I	IDEMAT 2001
Arsen	Indgår ikke i UMIP	Ingen data
Bor	Indgår ikke i UMIP	Ingen data
Energiforbrug		
El i DK	Elektricitet i Danmark	Se figur c
El i udland	Elektricitet i udland	Se figur b
Varme fra fuelolie	Heat oil (EL, CH) B250	BUWAL250

Figur l Dokumentation for data benyttet i SimaPro for imprægnering af træ.

Ved genudnyttelse bruges samme data som i figur l. Der gøres opmærksom på, at der ved råvareforbrug af TBTN og TBTO kun er medtaget frembringelse af tin hertil.

Forbrugsfase

I forbrugsfasen sker der en række udledninger af aktivstofferne fra det imprægnerede træ. Herunder TBTO og TBTN. Udledning af disse forbindelser indgår ikke i UMIP-metoden. Dog kan udledningerne betragtes som udledning af DBTO (dibutyltinoxid) [Belfroid et al., 2000].

Udvekslinger	Navn i SimaPro	Database
Krom	Cr	Udveksling
Kobber	Cu	Udveksling
Arsen	As (ind.)	Udveksling
Fosfor	Phosphor (ind.)	Udveksling
TBTN og TBTO	dibutyltin oxide	Udveksling

Figur m Dokumentation for data benyttet i SimaPro for imprægneringsmidler.

Bilag 18b Livscyklusvurdering: Normaliserede og vægtede effektpotentialer

I dette bilag vises de normaliserede og vægtede effektpotentialer for livscyklusvurderingerne af papir, glas og imprægneret træ.

18b.1 Papir

Normaliseret ressourceforbrug

Ressourceforbrug	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3
Aluminium	0	0	0	0
Antimony	0	0	0	0
Beryllium	0	0	0	0
Brown coal	189.000	187.000	200.000	200.000
Cadmium	0	0	0	0
Cerium	0	0	0	0
Coal	135.000	219.000	378.000	378.000
Cobalt	0	0	0	0
Copper	100	113	100	100
Gold	0	0	0	0
Iron	179	200	179	179
Lanthanum	0	0	0	0
Lead	4	5	4	4
Manganese	8	8	8	8
Mercury	0	0	0	0
Molybdenum	0	0	0	0
Natural gas	404.000	521.000	862.000	862.000
Nickel	54	61	54	54
Oil	261.000	246.000	268.000	268.000
Platinum	0	0	0	0
Palladium	0	0	0	0
Silver	0	0	0	0
Tantalum	0	0	0	0
Tin	7	8	7	7
Zinc	1	1	1	1

Figur a Normaliseret ressourceforbrug for livscyklusvurderingen af papir. Alle tal er i enheden personækvivalenter.

Vægtet ressourceforbrug

Ressourceforbrug	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3
Aluminium	0	0	0	0
Antimony	0	0	0	0
Beryllium	0	0	0	0
Brown coal	492	487	587	521
Cadmium	0	0	0	0
Cerium	0	0	0	0
Coal	784	1.270	-835	2.190
Cobalt	0	0	0	0
Copper	3	3	2	3
Gold	0	0	0	0
Iron	2	2	1	2
Lanthanum	0	0	0	0
Lead	0	0	0	0
Manganese	0	0	0	0
Mercury	0	0	0	0
Molybdenum	0	0	0	0
Natural gas	6.460	8.340	779	13.800
Nickel	1	1	1	1
Oil	6.010	5.670	7.230	6.170
Platinum	0	0	0	0
Palladium	0	0	0	0
Silver	0	1	0	0
Tantalum	0	0	0	0
Tin	0	0	0	0
Zinc	0	0	0	0

Figur b Vægtet ressourceforbrug for livscyklusvurderingen af papir. Alle tal er i enheden vægtede personækvivalenter.

Normaliserede effektpotentialer

Effektkategori	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3
Drivhuseffekt	114.000	130.000	66.400	180.000
Ozonedbrydning	2.190	2.060	2.660	2.230
Forsuring	69.500	68.300	75.300	82.200
Næringsaltbelastning	49.800	50.300	49.400	81.500
Fotokemisk smog	3.260	3.230	3.450	3.470
Økotoxicitet til vand, kronisk	151.000	148.000	149.000	375.000
Økotoxicitet til vand, akut	136.000	137.000	124.000	363.000
Økotoxicitet til jord, kronisk	2.960	3.120	2.570	2.960
Humantoxicitet til luft	22.000	21.400	24.600	20.800
Humantoxicitet til vand	99.000	83.900	143.000	141.000
Humantoxicitet til jord	510.000	493.000	588.000	504.000
Fast affald	51.300	48.300	59.200	96.100
Farligt affald	46.400	33.500	82.500	46.400
Slagger og aske	408.000	407.000	449.000	258.000

Figur c Normaliserede effektpotentialer for livscyklusvurderingen af papir. Alle tal er i enheden personækvivalenter.

Vægtede effektpotentialer

Effektkategori	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3
Drivhuseffekt	149.000	169.000	86.400	234.000
Ozonedbrydning	50.300	47.300	61.100	51.300
Forsuring	90.400	88.800	97.900	107.000
Næringsaltbelastning	59.800	60.300	59.300	97.900
Fotokemisk smog	3.910	3.880	4.140	4.160
Økotoxicitet til vand, kronisk	347.000	341.000	343.000	862.000
Økotoxicitet til vand, akut	312.000	315.000	285.000	836.000
Økotoxicitet til jord, kronisk	6.800	7.180	5.920	6.810
Humantoxicitet til luft	61.500	60.100	68.900	58.300
Humantoxicitet til vand	247.000	210.000	358.000	353.000
Humantoxicitet til jord	1.270.000	1.230.000	1.470.000	1.260.000
Fast affald	56.400	53.200	65.100	106.000
Farligt affald	51.000	36.800	90.800	51.100
Slagger og aske	449.000	448.000	494.000	284.000
Total	3.154.110	3.070.560	3.489.560	4.311.570
Total (%)	100%	97,4%	110,6%	136,7%

Figur d Vægtede effektpotentialer for livscyklusvurderingen af papir. Alle tal er i enheden vægtede personækvivalenter.

18b.2 Glas

Normaliseret ressourceforbrug

Ressourceforbrug	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3	Scenarium 4
Aluminium	0	0	0	0	0
Antimony	0	0	0	0	0
Beryllium	0	0	0	0	0
Brown coal	25.700	24.000	25.300	26.600	25.700
Cadmium	0	0	0	0	0
Cerium	0	0	0	0	0
Coal	68.700	68.000	62.900	81.400	67.800
Cobalt	0	0	0	0	0
Copper	437	438	379	566	437
Gold	0	0	0	0	0
Iron	1.240	1.240	1.070	1.610	1.240
Lanthanum	0	0	0	0	0
Lead	1.010	1.010	874	1.310	1.010
Manganese	57	57	49	74	57
Mercury	0	0	0	0	0
Molybdenum	0	0	0	0	0
Natural gas	121.000	112.000	118.000	129.000	121.000
Nickel	684	684	592	886	684
Oil	73.900	71.200	73.200	75.600	73.200
Platinum	0	0	0	0	0
Palladium	0	0	0	0	0
Silver	3	3	2	3	3
Tantalum	0	0	0	0	0
Tin	38	38	33	49	38
Zinc	13	13	11	17	13

Figur e Normaliseret ressourceforbrug for livscyklusvurderingen af glas. Alle tal er i enheden personækvivalenter.

Vægtet ressourceforbrug

Ressourceforbrug	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3	Scenarium 4
Aluminium	0	0	0	0	0
Antimony	0	0	0	0	0
Beryllium	0	0	0	0	0
Brown coal	67	62	66	69	67
Cadmium	0	0	0	0	0
Cerium	0	0	0	0	0
Coal	398	394	365	472	393
Cobalt	0	0	0	0	0
Copper	12	12	11	16	12
Gold	0	0	0	0	0
Iron	11	11	9	14	11
Lanthanum	0	0	0	0	0
Lead	49	49	42	63	49
Manganese	1	1	1	1	1
Mercury	0	0	0	0	0
Molybdenum	0	0	0	0	0
Natural gas	1.940	1.790	1.880	2.060	1.930
Nickel	13	13	11	17	13
Oil	1.700	1.640	1.680	1.740	1.680
Platinum	0	0	0	0	0
Palladium	0	0	0	0	0
Silver	19	19	16	24	19
Tantalum	0	0	0	0	0
Tin	1	1	1	2	1
Zinc	1	1	1	1	1

Figur f Vægtet ressourceforbrug for livscyklusvurderingen af glas. Alle tal er i enheden vægtede personækvivalenter.

Normaliserede effektpotentialer

Effektkategori	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3	Scenarium 4
Drivhuseffekt	34.200	32.400	33.000	36.800	33.900
Ozonedbrydning	622	600	616	638	616
Forsuring	19.600	18.500	19.200	20.600	19.400
Næringsaltbelastning	9.370	8.990	9.120	9.930	9.220
Fotokemisk smog	1.150	1.140	1.080	1.320	1.130
Økotoxicitet til vand, kronisk	51.400	50.400	46.300	62.600	50.600
Økotoxicitet til vand, akut	42.300	41.900	37.900	51.800	42.000
Økotoxicitet til jord, kronisk	5.840	5.670	5.300	7.020	5.830
Humantoxicitet til luft	18.700	17.000	18.600	18.900	18.600
Humantoxicitet til vand	13.200	12.600	11.800	16.700	11.300
Humantoxicitet til jord	120.000	117.000	118.000	122.000	118.000
Fast affald	23.300	23.200	23.400	23.300	53.700
Farligt affald	5	5	5	5	5
Slagger og aske	149.000	149.000	77.100	332.000	31.800

Figur g Normaliserede effektpotentialer for livscyklusvurderingen af glas. Alle tal er i enheden personækvivalenter.

Vægtede effektpotentialer

Effektkategori	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3	Scenarium 4
Drivhuseffekt	44.400	42.200	42.900	47.900	44.100
Ozonedbrydning	14.300	13.800	14.200	14.700	14.200
Forsuring	25.500	24.100	25.000	26.800	25.300
Næringsaltbelastning	11.200	10.800	10.900	11.900	11.100
Fotokemisk smog	1.380	1.370	1.290	1.580	1.360
Økotoxicitet til vand, kronisk	118.000	116.000	107.000	144.000	116.000
Økotoxicitet til vand, akut	97.200	96.300	87.200	119.000	96.600
Økotoxicitet til jord, kronisk	13.400	13.000	12.200	16.100	13.400
Humantoxicitet til luft	52.400	47.700	52.200	52.800	52.200
Humantoxicitet til vand	33.000	31.600	29.400	41.800	28.300
Humantoxicitet til jord	299.000	293.000	296.000	306.000	295.000
Fast affald	25.700	25.500	25.700	25.600	59.100
Farligt affald	5	5	5	6	5
Slagger og aske	164.000	164.000	84.800	365.000	35.000
Total	899.485	879.375	788.795	1.173.186	791.665
Total (%)	100%	97,8%	87,7%	130,4%	88,0%

Figur h Vægtede effektpotentialer for livscyklusvurderingen af glas. Alle tal er i enheden vægtede personækvivalenter.

18b.3 Imprægneret træ

Normaliseret ressourceforbrug

Ressourceforbrug	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2
Aluminium	0	0	0
Antimony	0	0	0
Beryllium	0	0	0
Brown coal	621	-3.410	-3.200
Cadmium	0	0	0
Cerium	0	0	0
Coal	3.240	-81.200	-80.200
Cobalt	0	0	0
Copper	184.000	70.200	184.000
Gold	0	0	0
Iron	7	3	7
Lanthanum	0	0	0
Lead	3	1	3
Manganese	0	0	0
Mercury	0	0	0
Molybdenum	0	0	0
Natural gas	2.010	-11.300	-155.000
Nickel	5	2	5
Oil	12.300	9.750	9.990
Platinum	0	0	0
Palladium	0	0	0
Silver	0	0	0
Tantalum	0	0	0
Tin	135.000	54.700	135.000
Zinc	0	0	0

Figur i Normaliseret ressourceforbrug for livscyklusvurderingen af imprægneret træ. Alle tal er i enheden personækvivalenter.

Vægtet ressourceforbrug

Ressourceforbrug	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2
Aluminium	0	0	0
Antimony	0	0	0
Beryllium	0	0	0
Brown coal	2	-9	-8
Cadmium	0	0	0
Cerium	0	0	0
Coal	19	-471	-465
Cobalt	0	0	0
Copper	5.150	1.960	5.150
Gold	0	0	0
Iron	0	0	0
Lanthanum	0	0	0
Lead	0	0	0
Manganese	0	0	0
Mercury	0	0	0
Molybdenum	0	0	0
Natural gas	32	-181	-2.490
Nickel	0	0	0
Oil	282	224	230
Platinum	0	0	0
Palladium	0	0	0
Silver	0	0	0
Tantalum	0	0	0
Tin	4.990	2.020	4.990
Zinc	0	0	0

Figur j Vægtet ressourceforbrug for livscyklusvurderingen af imprægneret træ. Alle tal er i enheden vægtede person-ækvivalenter.

Normaliserede effektpotentialer

Effektkategori	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2
Drivhuseffekt	3.450	-8.120	-19.200
Ozonedbrydning	76	67	63
Forsuring	5.250	2.040	1.600
Næringsaltbelastning	9.240	3.240	2.410
Fotokemisk smog	179	57	83
Økotoksicitet til vand, kronisk	856.000	-21.000	620.000
Økotoksicitet til vand, akut	836.000	-20.400	603.000
Økotoksicitet til jord, kronisk	53.400	53.300	53.400
Humantoksicitet til luft	1.160	1.130	1.510
Humantoksicitet til vand	24.000	-4.580	15.200
Humantoksicitet til jord	6.700.000	6.700.000	6.750.000
Fast affald	30.500	12.800	29.900
Farligt affald	1	-17	-17
Slagger og aske	224	1.900	-9.540

Figur k Normaliserede effektpotentialer for livscyklusvurderingen af imprægneret træ. Alle tal er i enheden person-ækvivalenter.

Vægtede effektpotentialer

Effektkategori	Udgangssituation	Scenarium 1	Scenarium 2
Drivhuseffekt	4.490	-10.600	-25.000
Ozonedbrydning	1.750	1.540	1.450
Forsuring	6.830	2.660	2.070
Næringsaltbelastning	11.100	3.880	2.900
Fotokemisk smog	214	69	100
Økotoksicitet til vand, kronisk	1.970.000	-48.300	1.430.000
Økotoksicitet til vand, akut	1.920.000	-47.000	1.390.000
Økotoksicitet til jord, kronisk	123.000	123.000	123.000
Humantoksicitet til luft	3.260	3.150	4.230
Humantoksicitet til vand	60.100	-11.400	37.900
Humantoksicitet til jord	16.800.000	16.800.000	16.900.000
Fast affald	33.500	14.000	32.900
Farligt affald	1	-19	-19
Slagger og aske	246	2.090	-10.500
Total	20.934.491	16.833.070	19.889.031
Total (%)	100%	80,4%	95,0%

Figur l Vægtede effektpotentialer for livscyklusvurderingen af imprægneret træ. Alle tal er i enheden vægtede person-ækvivalenter.

Bilag 18c Livscyklusvurdering: Evaluering

I dette bilag præsenteres en evaluering af de udarbejdede livscyklusvurderinger. Første trin i evalueringen omhandler en fuldstændighedskontrol, som er en kvalitativ vurdering af livscyklusvurderingens resultat set i forhold til formålet. Herunder skal der være en vurdering af hvorvidt det er nødvendigt at indsamle yderligere data for at acceptere resultatet af vurderingen. Herefter foretages en følsomhedsanalyse af de væsentligste antagelser i forbindelse med opgørelsen af udvekslinger. Til slut foretages en konsistenskontrol af den anvendte metode.

18c.1 Fuldstændighedskontrol

Overordnet vurderes det, at det indsamlede datamateriale indeholder og omfatter tilstrækkelig information til at opfylde livscyklusvurderingens formål. Dette skal ses i lyset af, at detaljeringsniveauet er på screeningsniveau. Det vil sige, der i høj grad er taget udgangspunkt i gennemsnitstal for dansk og udenlandsk produktion. Dette gælder både for papir, glas og imprægneret træ.

Der er dog et punkt hvor øget fuldstændighed er ønskelig. Det drejer sig om miljøeffekter relateret til produktionsprocessen af imprægneret træ, hvor det er antaget at der ikke forekommer nogen emissioner i form af reststoffer fra aktivstofferne. Dog vurderes disse mangler ikke at have væsentlig indflydelse på nogen af livscyklusvurderingens resultater, idet udledningerne i forbrugsfasen er så store, at selv væsentlige emissioner fra produktionsfasen ikke ville ændre undersøgelsens resultater nævneværdigt. Desuden ville nyere data for hvilke imprægneringsmidler der anvendes i Danmark, samt hvilke midler der er anvendt til imprægnering af importeret træ, være ønskelige. Dette kunne bidrage til, at der kunne tages højde for de tiltag der er gjort for at mindske udledningerne af de mest uønskede stoffer i imprægneret træ de seneste år. De anvendte data tager udgangspunkt i tal fra 1992.

18c.2 Følsomhedsanalyse

I livscyklusvurderingen har de væsentligste kilder til de samlede vægtede effektpotentialer været relateret til energi og transport. Derfor beskrives disse i det følgende.

Energi: Udvekslinger relateret til energiforbrug er for el i Danmark fastsat ud fra ELSAM's grønne regnskab. For el i udlandet er der brugt data for landenes energisystemer fra BUWAL250 databasen i SimaPro. For varme er der benyttet data fra Energistyrelsen for forskellige energianlæg. Det vurderes på den baggrund at datagrundlaget for opgørelse af udvekslinger forbundet med energi er i orden. I kapitel 20 er der gennemregnet et scenarium, hvor energiforbruget på samtlige papir- og papirmassefabrikker blev nedsat med 25%. Dette indebærer en reduktion på 9% af de samlede vægtede effektpotentialer. Herved fremgår det, at fejl i data for energisystemet på 1% for papir, som er den mest energiintensive massestrøm, betyder en fejl på 0,36% i det samlede resultat. Da dataene for energi generelt vurderes at være i orden vurderes der ikke at være væsentlige usikkerheder i undersøgelsen forbundet med energisystemet.

Transport: Transportafstandene er fastsat ud fra kvalitative skøn samt transportafstande, der er fastsat i andre undersøgelser. Dermed er der risiko for at ikke alle transportafstande er korrekte. Transport står for glas og papir for omkring 30% af de samlede vægtede effektpotentialer, mens det for imprægneret træ er mindre end 1%. Det vil sige transportafstandene for papir og glas udgør en væsentlig del af de samlede miljøeffekter. I kapitel 20 er der gennemregnet et scenarium, hvor alle udvekslinger relateret til transport er halverede. Dette indebar for papir, hvor den største reduktion blev opnået, en reduktion på 17% af de samlede vægtede effektpotentialer. Herved fremgår det, at fejl i opgørelsen af transportafstande på 1% maksimalt kan betyde en fejl på 0,34% i det samlede resultat. Det vil sige fastsættelsen af transportafstande har stor betydning for resultatet af vurderingerne. I kapitel 21 er det undersøgt, hvor langt der kan køres ekstra med affald til genanvendelse, før at genanvendelse ikke kan betale sig mere. Her er der tale om 120 km for papir, mens det for glas og imprægneret træ er henholdsvis 1.600 km og 34.000 km. Derfor er undersøgelsens resultater for papir i høj grad afhængig af, om transportafstandene er korrekte.

Antagelser og data: Livscyklusvurderinger afhænger af de antagelser og forudsætninger de baseres på. Da der i denne rapport ikke har været kendskab til de aktuelle udledninger til jord og vand i forbindelse med perkolatrensning på lossepladser, har det været nødvendigt at gøre nogle antagelser omkring udledningerne. Desuden er der i livscyklusvurderingen af imprægneret træ anvendt data fra 1992, hvilket gør at konklusionerne i rapporten omkring udledning af arsen, der siden er blevet forbudt, eventuelt kan tages op til fornyet betragtning. Således er der en usikkerhed forbundet med de antagelser der er gjort. Det vurderes dog, at disse ikke har indflydelse på rapportens overordnede konklusioner.

Generelt vurderes der ikke at være antagelser og konklusioner i livscyklusvurderingen, der er så spinkelt funderet, at de vil kunne ændre væsentligt på livscyklusvurderingens resultater.

18c.3 Konsistenskontrol

Formålet med konsistenskontrol er at kontrollere, om der er konsistens i den anvendte metode. Der er udelukkende anvendt allokering i forbindelse med varmemeforbrug leveret fra kraftvarmeanlæg. Der er i disse tilfælde allokeret efter samme princip, det vil sige energiindhold.

Da data for frembringelse af mange materialer samt energiscenarier er baseret på data fra databaser i SmaPro, samtidig med at data for andre forhold er baseret på andre kilder, er der stor risiko for, at der er forskel på detaljeringsgraden i de anvendte data. Det er svært, at sige hvad det betyder for det samlede billede af livscyklusvurderingen. Det har indenfor de tidsrammer, der har været til rådighed, ikke været muligt at gå i dybden med dette forhold.