



ER AFKOBLING MED FAKTOR 4 REALISTISK?

LIVSCYKLUSVURDERING AF MASSESTRØMMEN AF
PAPIR I DANMARK

BILAGSRAPPORT

Aalborg Universitet, Civilingeniøruddannelsen i Miljø- og Energiplanlægning

Udarbejdet af:

Peter Holm

Anne Merrild

Jannick Schmidt

Indholdsfortegnelse

| | |
|---|----|
| Indholdsfortegnelse..... | 2 |
| Bilag 3.a Regeringens indikatorer for faktor 4 | 4 |
| Bilag 4.a Uddybende metodebeskrivelse | 6 |
| 4.1 Metode til opgørelse af varer og varegrupper | 6 |
| 4.2 Residualer..... | 6 |
| 4.3 Beskrivelse af varegrupperinger | 8 |
| 4.4 Erhverv fordelt på primære erhverv samt industri, service og husholdninger..... | 9 |
| Bilag 8.a Massebalancer for alle enhedsprocesser | 11 |
| 8.1 Skovbrug | 11 |
| 8.2 Papirmasseproduktion..... | 12 |
| 8.3 Produktionsfasen - Papirproduktion | 14 |
| 8.4 Produktionsfasen - Papirvareindustri..... | 17 |
| 8.5 Forbrugsfasen – Distribution og forbrug..... | 20 |
| Bilag 8.b Input og output i enhedsprocesser | 24 |
| Massebalance for enhedsprocesser i 100% tørstof | 25 |
| Massebalance for enhedsprocesser i reel vægt..... | 27 |
| Bilag 8.c Input og output for papirfabrikker..... | 30 |
| Danske papirfabrikker..... | 30 |
| Udenlandske papirfabrikker..... | 34 |
| Bilag 10.a Energiforbrug til papir- og papirmasseproduktion | 39 |
| 10.1 Forudsætninger..... | 39 |
| 10.2 Energiforbrug til papirmasse | 40 |
| 10.3 Energiforbrug til papirproduktion | 42 |
| Bilag 10.b Opgørelse af skovbrug | 47 |
| Bilag 10.c Opgørelse af papirmasseproduktion..... | 49 |
| Bilag 10.d Opgørelse af papirproduktion | 56 |
| Bilag 10.e Opgørelse af papirvareindustri..... | 62 |
| Bilag 10.f Opgørelse af udveklinger i forbrugsfasen..... | 68 |
| Bilag 10.g Opgørelse af affaldsfasen..... | 70 |



Bilag 3.a

Bilag 3.a Regeringens indikatorer for faktor 4

Indikatorerne, der skal belyse om målsætningerne for afkobling opnås, er præsenteret i et udkast til et indicatorsæt for Danmarks nationale strategi for bæredygtig udvikling. Disse er vist i figur a og b.

| Nøgleindicatorsæt | |
|--|---|
| Mål og principper | Nøgleindikatorer |
| Vi skal opretholde et højt velfærdsniveau og høj beskæftigelse – og samtidig bryde båndet mellem økonomisk vækst og virkningen på miljø og naturressourcer | <ol style="list-style-type: none"> 1. BNP pr. capita 2. Miljøpåvirkningen for 4 faktorer (drivhusgasser, næringsstoffer (N og P) til havet, udslip af forsurende stoffer) i forhold til BNP 3. Ægte opsparing 4. Beskæftigelse fordelt på aldersgrupper |

Figur a. Indikatorerne tilknyttet målet om afkobling i forbindelse med Danmarks Nationale strategi for bæredygtig udvikling [Regeringen, 2001b, s. 5].

| Ressourcer og ressourceeffektivisering | |
|---|--|
| Mål og indsats | Indikatorer |
| Forbruget af ressourcer skal nedbringes | <ol style="list-style-type: none"> 1. Tons affald pr. BFI 2. Danmarks samlede forbrug på udvalgte ressourcer (rå- og hjælpestoffer) |
| Affaldsmængderne skal nedbringes og vi skal genanvende affaldet | <ol style="list-style-type: none"> 3. Mængden af genanvendeligt affald i forhold til den totale mængde affald i Danmark |
| En bæredygtig råstofanvendelse i Danmark skal realiseres | <ol style="list-style-type: none"> 4. Den indenlandske råstofindvinding af naturbundne ressourcer (sten, grus, sand mv.) 5. Kendte reserver i Nordsøen i forhold til aktuelle årlige produktion for hhv. olie og gas |
| Forskellige hensyn skal kombineres for at mindske konflikterne mellem forskellige ønsker til at anvende det samme stykke jord. Udenfor byerne skal flersidig arealanvendelse fremmes. | <ol style="list-style-type: none"> 6. Arealanvendelse |

Figur b. Oversigt over indikatorerne tilknyttet målet om minimering af ressourceforbrug i forbindelse med Danmarks Nationale strategi for bæredygtig udvikling [Regeringen, 2001b, s. 22].



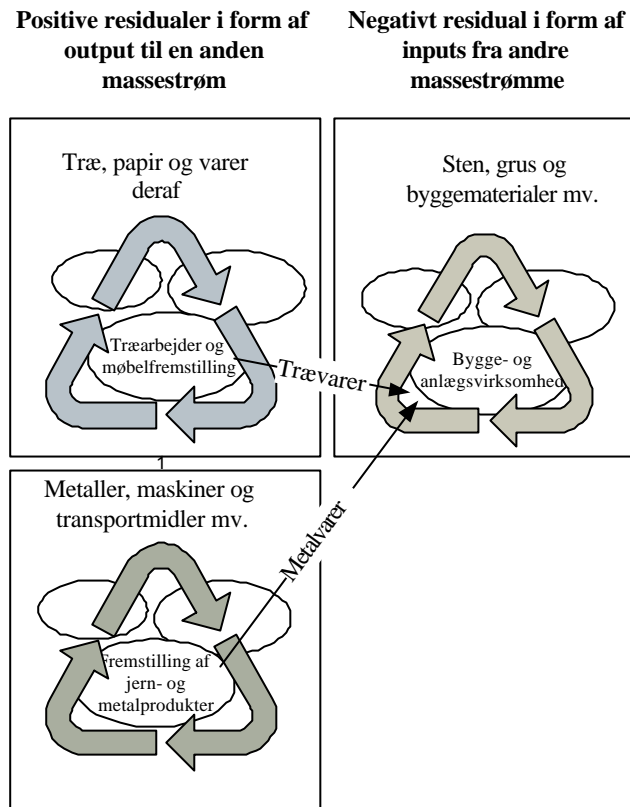
Bilag 4.a Uddybende metodebeskrivelse

4.1 Metode til opgørelse af varer og varegrupper

Opgørelse af Danmarks ressourcer er udarbejdet af Danmarks Statistik, på baggrund af varebalancer for handel med de ca. 2.900 varetyper mellem 117 erhverv. Erhvervene og varetyperne indgår i Danmarks nationalregnskab og er i Danmarks Statistik opgjort med en gennemsnitsvægt pr. omsat krone for den pågældende vare. Dette behæfter tallene med en vis usikkerhed [Pedersen, 1999, s. 20]. Ved brug af Danmarks Statistiks opgørelse over varestrømmen kan den del af Danmarks samlede massestrømme, der er i berøring med det økonomiske system beskrives. Dette giver dog den begrænsning, at de stoffer, der er udenfor de 2.900 varetyper i det økonomiske system, ikke medtages. Eksempelvis er massestrømmen af vand kun beskrevet i det omfang, at vand er en del af de varer der handles med. Et andet eksempel er kvælstofkredsløbet, som for en stor dels vedkommende drives udenfor det økonomiske system ved eksempelvis gødskning med gylle på marker. På trods af de nævnte usikkerheder vurderes metoden at kunne give et overordnet billede af en stor andel af Danmarks massestrømme.

4.2 Residualer

Forskellen på input og de kendte output af en varestrøm i et erhverv benævnes residual, og det antages, at dette primært er et tal for affaldsgenereringen i det pågældende erhverv. Der gøres opmærksom på, at residualer er inklusiv emissioner til luft, jord og vand. Eksempelvis vil affaldsgenereringen fra massestrømmen af kul, olie og gas være inklusiv emissioner af kulstof og svovl til atmosfæren ved afbrænding. Residualer dækker ligeledes over fordampning af vand indeholdt i produkter. [Pedersen, 1999, s. 24]. Metoden hvormed residualer er opgjort medfører at materialer, der anvendes i forbindelse med fremstilling af andre varer, som ikke falder ind under den pågældende massestrøm, er medregnet som residualer. Hermed bliver mængden af materialer, der forsvinder ud fra den pågældende massestrøm, til input i en anden massestrøm, hvor dette figurerer som negative residualer. [Pedersen, 1999, s. 27]. Et eksempel herpå er indenfor varegruppen sten, sand og byggematerialer med videre hvor bygge- og anlægsvirksomhed har et negativt residual på 1,2 mio. tons. Dette skyldes, at der er medtaget en række materialer, der ikke er omfattet af varegruppen. Det drejer sig om eksempelvis træ- og metalvarer som anvendes i erhvervet. Som modstykke hertil er residualerne for varegruppen træ, papir og varer deraf samt metaller, maskiner med videre tilsvarende lige store. [Pedersen, 1999, s. 43, 48]. Eksemplet er illustreret i figur a.



Figur a Negative residualer kan forekomme i de tilfælde hvor en del af én massestrøm flyttes og medregnes i en anden. Cirklerne i hver massestrøm symboliserer forskellige erhverv, som udveksler varer af den givne massestrøm.

Da varer forsvinder fra det økonomiske system, når de mister deres værdi og hermed bliver til residualer, er der ingen opgørelse over stoffernes strøm i affaldssystemet i denne metode.

4.3 Beskrivelse af varegrupperinger

I opgørelsen af strømmen af varer i Danmarks Statistik er de 2.900 typer varer kategoriseret i otte forskellige varegrupperinger. Ligeledes er de 117 erhverv kategoriseret i 27 typer erhverv samt import, eksport og endelig anvendelse. De otte varegrupperinger er vist i figur b.

| Varegrupper | Beskrivelse |
|--|--|
| Animalske og vegetabiliske produkter | Omfatter bl.a. levende dyr, kød, fisk, mælkeprodukter, grøntsager, frugter, nødder, blomster, kaffe, øl, vin, roeffald, dyrefoder og tobak. |
| Sten, grus og byggematerialer mv. | Omfatter bl.a. salt, svovl, kvarts, sand, ler, kridt, marmor, gips, cement, jernmalme, slagge fra fremstilling af jern og stål, aske, tørv, asfalt, mursten og keramiske varer. |
| Energi, vægt | Omfatter bl.a. naturgas, halm, kul, koks, råolie, forskellig slags motorbenzin, dieselolie, fyringsolie og brænde. Fjernvarme og elektricitet indgår ikke med nogen masse, da dette stammer fra afbrænding af en af de opgjorte varer. |
| Metaller, maskiner, apparater og transportmidler mv. | Omfatter bl.a. råjern, plader, stænger, rør, broer, tanke, skruer, husholdningsartikler, komfurer, motorer, turbiner, apparater, kabler, lokomotiver, biler og skibe. |
| Kemiske produkter og gødningsstoffer | Omfatter bl.a. smøreliefer, terpentin, svovl oxygen, vitaminer, lægemidler, rengøringsmidler, kosmetik, fotografisk papir, gødningsstoffer og , bekæmpelsesmidler. |
| Plastic og plasticprodukter | Omfatter bl.a. polymere, silikoner, plastaffald, rør, slanger, plader, film, poser, transport- og emballageartikler, toiletartikler, vinduer og beklædningsgenstande. |
| Træ, papir og varer deraf | Omfatter bl.a. juletræer, savsmuld, afbarket træ, tømmer, finerplader, træværktøj, lastpaller, papirmasse, råpapir, andet papir, pap, sække, aviser, bøger og tryksager. |
| Andre Varer | Omfatter bl.a. bildæk, gummivarer, læder, lædervarer, tekstiler, gulvtæpper, fodtøj, glas, ædle metaller, møbler, belysningsartikler, legetøj, sportsudstyr og antikviteter. |

Figur b Beskrivelse af de otte varegrupperinger i opgørelsen af Danmarks massestrømme [Pedersen, 1999]

Kategoriene er sammensat af forskellige varer og massestrømme. Det betyder at eksempelvis varegruppen Metaller, maskiner, apparater og transportmidler med videre indeholder 861 udvalgte varer og varegrupper, som helt eller i overvejende grad består af jern, stål og andre metaller [Pedersen, 1999, s. 60]. Dermed vil metaller, der indgår i andre varer, ikke indgå i ovenstående massestrøm. Det vurderes dog, at denne tilnærmelse er acceptabel, og at det ikke vil forstyrre det overordnede billede af massestrømmene i Danmark. Desuden vurderes det, at ville være meget tidskrævende at foretage en mere detaljeret massestrømsanalyse.

4.4 Erhverv fordelt på primære erhverv samt industri, service og husholdninger

Primære erhverv

| |
|----------------------|
| Landbrug og gartneri |
| Skovbrug |
| Fiskeri og dambrug |
| Råstofudvinding |

Husholdninger, industri, service og transport

| |
|--|
| Nærings- og nydelsesmiddelfremstilling |
| Tekstil-, beklædning og læderfremstilling |
| Træarbejde og møbelfremstilling |
| Papirfremstilling og grafisk virksomhed |
| Fremstilling af kemiske produkter mv. |
| Fremstilling af sten-, ler- og glasprodukter |
| Jern- og metalværker og støberier |
| Fremstilling af jern- og metalprodukter |
| Guld- og sølvvarefremstilling, legetøj mv. |
| El-, gas-, varme- og vandforsyning |
| Bygge- og anlægsvirksomhed |
| Engros- og detailhandel |
| Hoteller og restauranter |
| Transportvirksomhed |
| Postvæsen og telekommunikation |
| Finansiell virksomhed og forsikring |
| Boligbenyttelse |
| Forretningsservice |
| Privat undervisning og sundhedsvæsen |
| Forlystelser, kulturelle aktiviteter |
| Husholdningsservice inkl. Autoreparation |
| Husassistance, private velfærdsinstitutioner mv. |
| Offentlige tjenester |

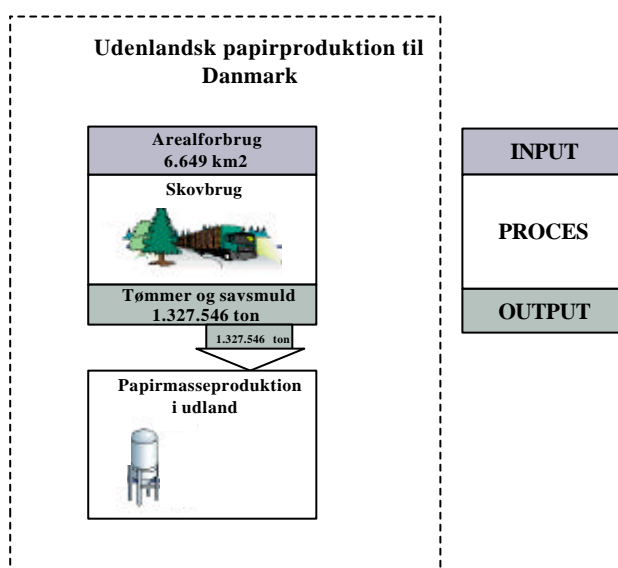


Bilag 8.a Massebalancer for alle enhedsprocesser

I dette bilag opstilles massebalancer for alle enhedsprocesser i massestrømsanalysen.

8.1 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. I figur a er massebalancen for enhedsprocessen skovbrug vist.



Figur a Massebalance for enhedsprocessen skovbrug.

Input

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

Arealer til skovbrug: De papirfabrikker hvorfra Danmark primært importerer papir er Svenske, 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]. Ved at omregne papirmassefabrikkernes træforbrug til volumen og sætte det i forhold til svenske skoves tilvækst, er det udregnet at arealer til skovbrug udgør 6.649 km².

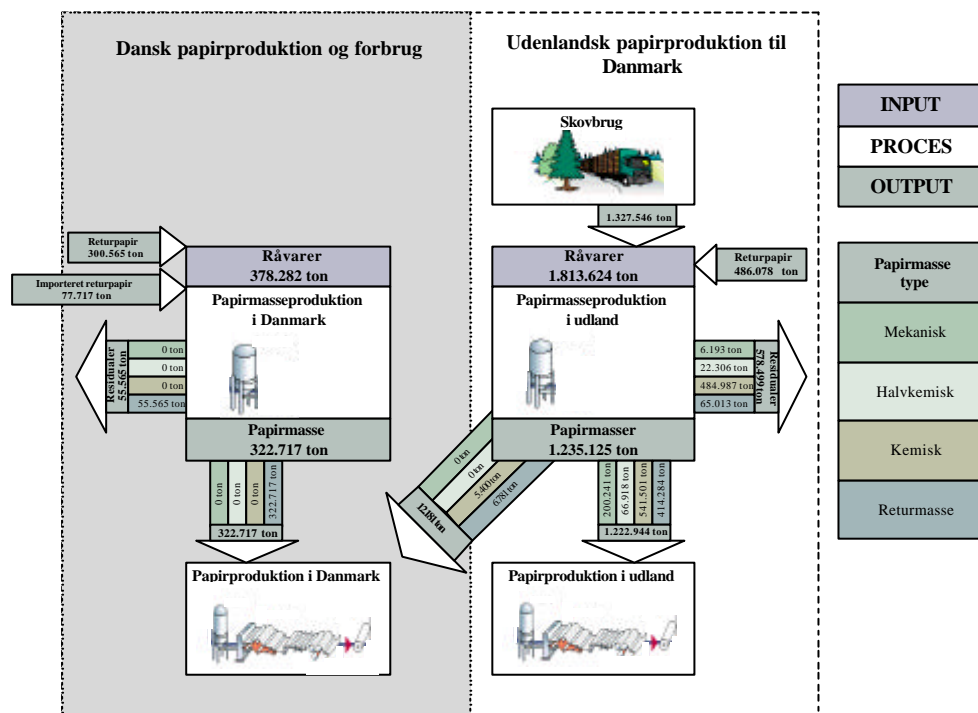
Output

Outputtet fra skovbruget udgøres af skovet tømmer og savsmuld fra savværker.

Træ og savsmuld: Outputtet af træ og savsmuld er 1.327.546 tons, hvilket er beregnet ud fra de udvalgte papirmassefabrikkers papirmasseproduktion og deres udnyttelsesgrad af tilførslen af træ. Udnyttelsesgraderne er vist i figur c i næste afsnit.

8.2 Papirmasseproduktion

Papirmasse er det halvfabrikat som papir laves af, og papirmasseproduktion og papirproduktion er ofte integreret på samme virksomhed. Ofte forekommer der alligevel både input og output af papirmasse fra de integrerede fabrikker. I denne analyse er papirmasse- og papirproduktion adskilt ud fra en antagelse om, at al spild fra papir- og papirmasseproduktionen forekommer i papirmasseproduktionen, og at al tilførsel af hjælpestoffer sker i papirproduktionen. Når al spild forekommer i papirmasseproduktionen betyder det, at det antages at al papirmasse bliver til papir i papirproduktionen. I Danmark bliver der udelukkende produceret papirmasse af returpapir, men i udlandet bliver der produceret papirmasse af både jomfruelige fibre og returpapir. I figur b er massebalancen for enhedsprocessen papirmasseproduktion vist.



Figur b Massebalance for enhedsprocessen papirmasseproduktion.

Input

Det input der medtages i denne enhedsproces er returpapir og træ. Returpapir indeholder forskellige urenheder, som skal renses fra papiret. Træ indeholder harpiks, lignin med videre, som ikke bruges i papirproduktionen og ligeledes 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 [Dalum, 2000, s. 8; Hartmann, 2000a, s.19; Hartmann, 2000b, s. 7; SCA, 2000; Tønning, 2001, s. 47]. I 1999 brugte den danske papirindustri således i alt 378.282 tons returpapir.

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. Se bilag 8.c for de enkelte fabrikkers udnyttelsesgrader af returpapir. Således antages det, at der tilføres 486.078 tons returpapir.

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. Udnyttelsesgraderne for papirmassetyperne er vist i figur c.

| <i>Papirmasstype</i> | Udnyttelsesgrad |
|----------------------|------------------------|
| Mekanisk | 97,0% |
| Halvkemisk | 75,0% |
| Kemisk | 53,0% |

Figur c Udnyttelsesgrader af inputtet af træ og savsmuld for forskellige typer papirmasse [Meinicke, 1983, s. 35-39; Hagendoorm, 1996, s. 16].

Når den udenlandske papirmasseproduktion regnes om ud fra udnyttelsesgraderne i figur c, udgør forbruget af træ og savsmuld 1.327.546 tons. Papirmasseproduktionen fremgår af output nedenfor.

Output

Outputtet fra papirmasseproduktionen er primært papirmasse, og størstedelen af papirmassen vil være en intern massestrøm der føres direkte til en papirmaskine. Residualer omfatter både urenheder fra returpapir og de stoffer i træ, som ikke kan bruges i papir.

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, se bilag 8.c for oplysninger på de enkelte papirfabrikker. Danmarks samlede papirmasseproduktion er udregnet til 322.717 tons.

Papirmasse – Udland: Udenlandsk produktion af papirmasse er udregnet som den mængde papirmasse, der bruges til papirproduktion på de udenlandske fabrikker. Når den udenlandske papirproduktion er kendt og fordelt på de fem papirkvaliteter som produkterne inddeles i, kan papirmasseforbruget beregnes ud fra tallene i figur d.

| Papirkvalitet | Returmasse | Mekanisk | Kemisk | Halvkemisk | Total |
|----------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|--------------|
| Avispapir | 50% | 30% | 20% | | 100% |
| Æskekarton og andet karton | | 50% | 50% | | 100% |
| Bestrøget | | | 100% | | 100% |
| Ubestrøget træfrit | | | 100% | | 100% |

| | | | | | |
|----------|-----|--|-----|-----|------|
| Bølgepap | 65% | | 15% | 20% | 100% |
|----------|-----|--|-----|-----|------|

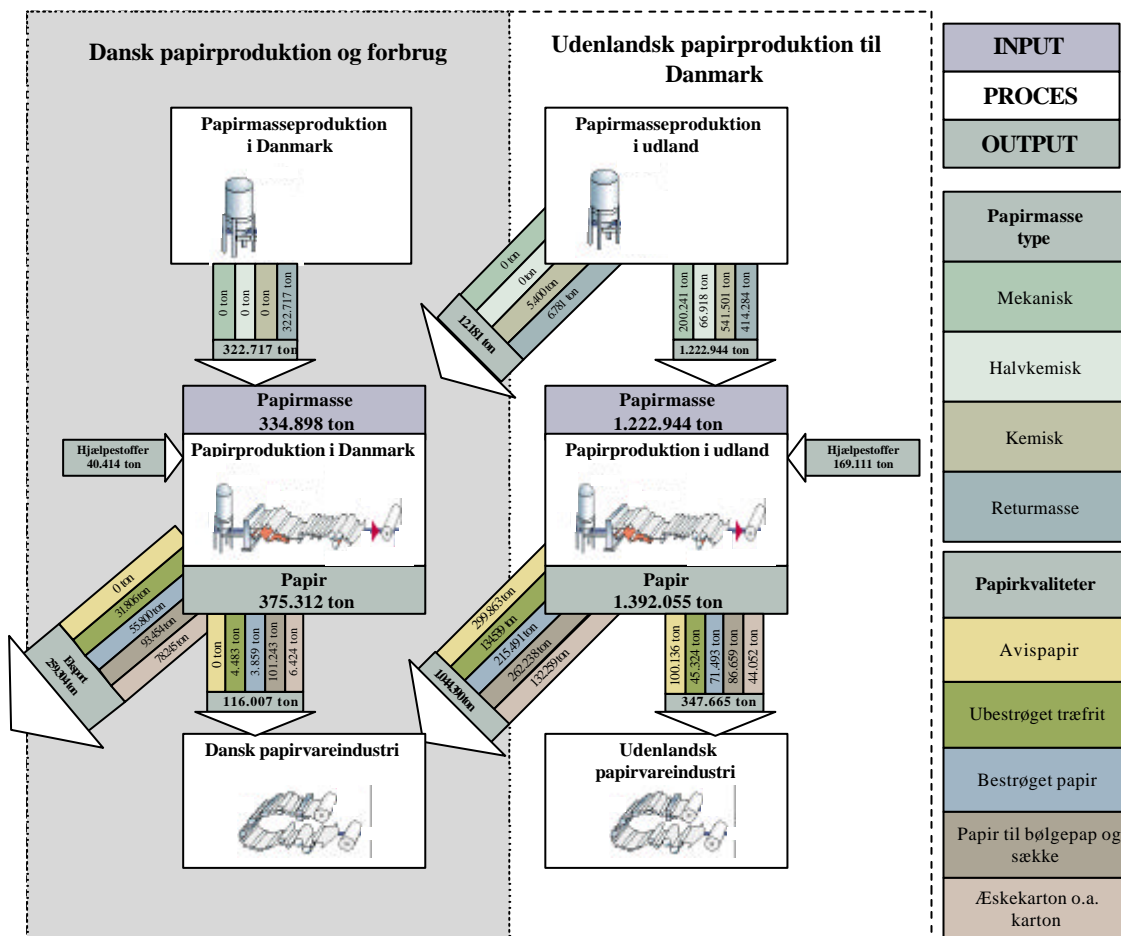
Figur d Andele af papirmassetyper der anvendes til forskellige papirkvaliteter. Alle tal i figur x.8 er vurderet ud fra de udenlandske papirfabrikkers EMAS -rapporter og personlig samtale med Kaj Søberg, SCA Grenaa.

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]. For data for de enkelte fabrikker se bilag 8.c.

Residualer – Ulandet: Residualer i de udenlandske papirmassefabrikker er beregnet på baggrund af udnyttelsesgraderne af træ og returpapir til de forskellige papirmassetyper vist i figur c. Residualerne udgør her 578.499 tons.

8.3 Produktionsfasen - Papirproduktion

Størsteparten af Danmarks papirforbrug produceres i udlandet. I Danmark bruges der primært returpapirmasse til papirproduktionen, hvorimod det papir den udenlandske papirproduktion producerer til Danmark stammer fra alle de fire hovedtyper papirmasse. I figur e er massebalancen for enhedsprocessen papirproduktion vist.



Figur e Massebalance for enhedsprocessen papirproduktion.

Input

Ved papirproduktionen anvendes forskellige typer papirmasse. Desuden tilsættes papirmassen forskellige hjælpestoffer og kemiske stoffer. Det er valgt kun at medregne de hjælpestoffer, som bliver optaget i papiret. Det antages, at der er et minimalt spild af disse hjælpestoffer da papirfabrikker almindeligvis recirkulerer tiloversblevne hjælpestoffer. Det antages dermed at hjælpestofferne optages fuldstændigt i massestrømmen.

Papirmasse – Danmark: Den eneste danske virksomhed, der importerer papirmasse, er Dalum papirfabrik. Dalum importerer 6.781 tons returpapirmasse i samme kvalitet som de selv producerer, samt 5.400 tons jomfrueligt kemisk papirmasse [Skov, 2001]. Dalums øvrige forbrug af papirmasse er returpapirmasse produceret på Dalum–Maglemølle. Det resterende forbrug af papirmasse på de danske fabrikker er internt produceret returpapirmasse. For data for de enkelte fabrikker se bilag 8.c. Det samlede forbrug af papirmasse udgør 334.898 tons. Beregningen af inputtet af papirmasse er beskrevet i afsnit 8.2 under output.

Papirmasse – Udland: Inputtet af papirmasse i udlandet er beskrevet i afsnit 8.2 under output.

Hjælpestoffer – Danmark: De fire danske fabrikker har tilsammen tilsat 40.414 tons hjælpestoffer. Forbruget af hjælpestofferne er fastlagt udfra andelen af hjælpestoffer i papiret, beregnet på baggrund af deres EMAS-rapporter. [Dalum, 2000, s. 8; Hartmann, 2000a, s.19; Hartmann, 2000b, s. 7; SCA, 2000]. Forbruget af hjælpestoffer til de forskellige papirkvaliteter er vist i figur f.

| | Andel hjælpestoffer | Produktion | Hjælpestof |
|-----------------------------|---------------------|----------------|---------------|
| Ubestrøget træfrit | 26,0% | 36.289 | 9.421 |
| Bestrøget papir | 35,0% | 59.659 | 20.880 |
| Papir til bølgepap og sække | 4,1% | 194.696 | 7.918 |
| Æskekarton og andet karton | 2,6% | 84.668 | 2.195 |
| Total | 10,8% | 375.312 | 40.414 |

Figur f Input af hjælpestoffer i den danske produktion fordelt på papirtyper. Data for de enkelte fabrikker kan ses i bilag 8.c.

Hjælpestoffer – Udland: De fire udenlandske papirfabrikkers brug af hjælpestoffer er fastlagt udfra andelen af hjælpestoffer i papiret, som er beregnet på baggrund af deres miljøredegørelser, samt den samlede papirproduktion der eksporteres til Danmark. Dette fremgår af figur g.

| Kvalitet | Andel hjælpestoffer | Produktion til Danmark | Hjælpestof |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|----------------|
| Avispapir | 2% | 399.999 | 6.400 |
| Ubestrøget træfrit | 20,0% | 179.864 | 35.973 |
| Bestrøget papir | 35,0% | 286.984 | 100.445 |
| Papir til bølgepap og sække | 4,1% | 348.897 | 14.305 |
| Æskekarton og andet karton | 6,8% | 176.311 | 11.989 |
| Total | | 1.392.005 | 169.111 |

Figur g Input af hjælpestoffer i den udenlandske produktion fordelt på papirtyper. Data for de enkelte fabrikkers andel af hjælpestoffer i papiret kan ses i bilag 8.c.

Produktionen af de fem papirkvaliteter i udlandet, som eksporteres til Danmark, er beregnet ud fra at Danmarks samlede import af papir er 1.351.639 tons [Tønning, 2001, s. 17]. Dette tal indeholder imidlertid 6.767 tons tryksværte, lim og farve som er påført papirvarer i udlandet. Hertil kommer at der i den udenlandske papirvareindustri er et spild på 47.183 tons afskær, hvorfor den udenlandske papirproduktion til Danmark er 1.392.055 tons. Det udenlandske forbrug af tryksværte er beskrevet i afsnit 8.4 under input. Den udenlandske produktion af de fem papirkvaliteter er fordelt og justeret ud fra Danmarks samlede import. Dette er vist i figur h.

| Kvalitet | Import | Justeret Import |
|-----------------------------|-------------|-----------------|
| Avispapir | 23% | 29% |
| Ubestrøget mekanisk | 6% | - |
| Ubestrøget træfrit | 11% | 13% |
| Bestrøget papir | 17% | 21% |
| Aftøringspapir | 6% | - |
| Andet papir | 3% | - |
| Indpakkingspapir | 4% | - |
| Papir til bølgepap og sække | 20% | 25% |
| Æskekarton og andet karton | 10% | 13% |
| Total | 100% | 100% |

Figur h Danmarks import af papir fordelt på kvaliteter [CEPI, 2000]. Justeret import er beregnet ved, at den samlede import fordeles ud på de fem udvalgte papirkvaliteter efter deres andel.

Output

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

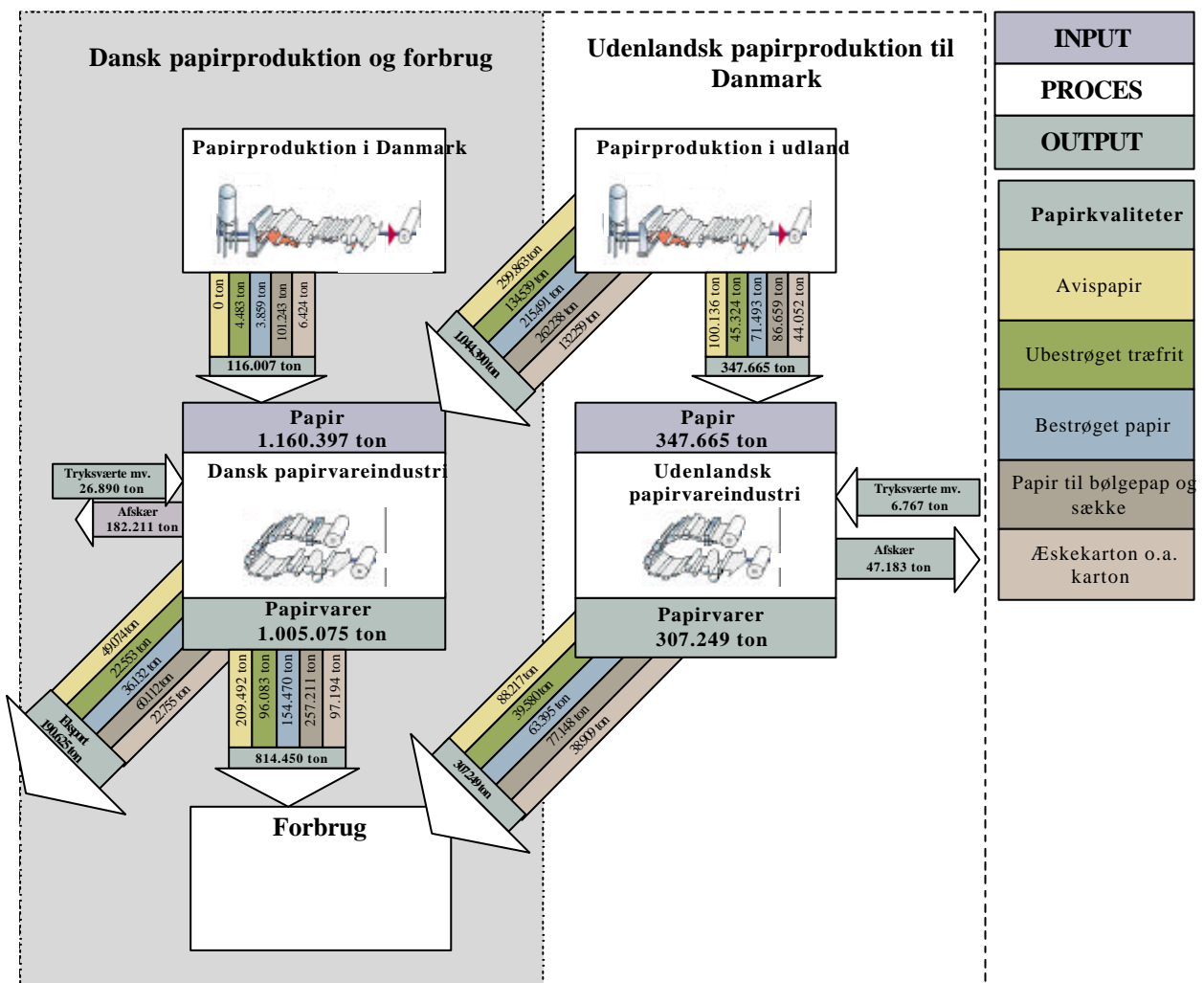
Papir – Danmark: Den danske papirproduktion er på i alt 375.312 tons. Fordelingen mellem eksport og videresalg til den danske papirvareindustri er baseret på eksportandelene af fabrikkernes produktion. Dette er vist for de enkelte fabrikker i bilag 8.c. Eksportandelene er opgjort til i alt 259.304 tons ud fra de fire danske

papirfabrikkers miljøredegørelser samt telefonsamtaler med virksomhederne. Der blev således solgt 116.007 tons dansk produceret papir i Danmark. [Dalum, 2000, s. 8; Hartmann, 2000a, s. 16,19; Hartmann, 2000b, s. 2,7; SCA, 2000; Skov, 2001; Møller, 2001]

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

8.4 Produktionsfasen - Papirvareindustri

Den danske papirvareindustri producerer størsteparten af de papirvarer der bruges i Danmark, men papiret de producerer papirvarer af stammer primært fra udlandet. I figur i er massebalancen for enhedsprocessen papirvareindustri vist.



Figur i Massebalance for enhedsprocessen papirvareindustri.

Input

I enhedsprocessen papirvareindustri består inputtet af papir fra den danske og udenlandske papirproduktion samt tryksværte til massestrømmen af papir.

Papir – Danmark: Anvendelsen af papirkvaliteter i dansk papirvareindustri er opgjort på baggrund af opgørelser fra de danske papirfabrikkers miljørapporter, samt tal fra [CEPI, 2000]. Det samlede input til dansk papirvareindustri udgøres af import på 1.044.390 tons og 116.007 tons fra den danske papirproduktion. I figur j ses en oversigt over de papirkvaliteter der blev anvendt til produktion af papirvarer i dansk papirindustri i 1999. Desuden er blankt papir, eksempelvis kopipapir, som ender direkte hos forbrugeren medtaget. [CEPI, 2000, s. 48; Hartmann, 2000a, s.16; Hartmann, 2000b, s. 2; Skov, 2001; Møller, 2001]

| Kvalitet | Import i tons | Dansk produktion i tons | Forbrug i alt i tons |
|-----------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Avispapir | 299.863 | 0 | 299.863 |
| Ubestrøget træfrit | 134.539 | 4.483 | 139.022 |
| Bestrøget papir | 215.491 | 3.859 | 219.350 |
| Papir til bølgepap og sække | 262.238 | 101.243 | 363.480 |
| Æskekarton og andet karton | 132.259 | 6.424 | 138.683 |
| Total | 1.044.390 | 116.007 | 1.160.397 |

Figur j Oversigt over papirkvaliteter der anvendes i dansk papirvareindustri [CEPI, 2000, s. 48; Hartmann, 2000a, s.16; Hartmann, 2000b, s. 2; Skov, 2001; Møller,2001].

Papir – Udland: Inputtet af papir til papirvareindustrien i udlandet er beskrevet under output i afsnit 8.3.

Tryksværte, lim og farve – Danmark: I opgørelsen af tryksværte skelnes der mellem to forskellige tryksværter. Disse er avistryk og andet tryk. Andet tryk regnes som et vægtet gennemsnit af dybtryk og offset. Dybtryk er vægtet med 4,2% og offset er vægtet med 95,8%. Dette er fordelingen af tryksværte brugt i de to trykmetoder i Danmark [Miljøstyrelsen, 1997, s. 20]. Vægtandelen af papirvarer som udgøres af tryksværte er vist i figur k.

| | | Vægtandel af tryksværte i papirvare efter tryk (%) |
|------------|---------|--|
| Avistryk | | 0,201 |
| Andet tryk | Dybtryk | 4,2% med 0,609 |
| | Offset | 95,8% med 0,299 |
| | | 0,312 |

Figur k Vægtandelen af papirvarer som udgøres af tryksværte. Vægtandelen af tryksværte ved avistryk, dybtryk og offset er fra [COWI, 2001]. Tallene i figuren er for tryksager med 93% tørstof.

Forbruget af tryksværte er delt op på forbrug til de fem papirkvaliteter, hvor der antages, at der trykkes på en bestemt andel af de pågældende kvaliteter, dette er vist i figur l. Eksempelvis trykkes der ikke på alt bestrø-

get papir. Disse andele er afstemt, så mængden af tryksværte stemmer med Danmarks samlede forbrug af tryksværte på 26.890 tons [GA, 2001]. Det skal bemærkes at de 26.890 tons tryksværte er inklusiv den tryksværte, som bruges af private til eksempel kopiering og printning.

| Kvalitet | Vægtandel tryksværte | Andel der trykkes på |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| Avispapir | 2,16% | 87% |
| Ubestrøget træfrit | 3,35% | 30% |
| Bestrøget papir | 3,35% | 75% |
| Papir til bølgepap og sække | 0,00% | 0% |
| Æskekarton og andet karton | 3,35% | 20% |

Figur l Vægtandel af papir der er tryksværte og andel af de forskellige papirkvaliteter, der trykkes på. Tallene i figuren er for tryksager med 100% tørstof.

Grunden til at andelene, der trykkes på, er sat så lavt, skyldes især afskær i papirvareindustrien, som der ikke trykkes på. Desuden indeholder ubestrøget træfrit papir kopi- og printerpapir. Trykandelen er derfor kun sat til 30%, idet der generelt ikke trykkes så meget på papir ved kopiering og printning, som der gøres ved reklametryksager og andre tryksager. Der er set bort fra den meget begrænsede trykning på bølgepap og sække.

Det er oplyst fra Danmarks største producent af papkasser SCA Packaging [Dyrbye, 2001] at de kun tilsætter lim og farvestoffer til papiret. Derfor forudsættes det, at der kun tilsættes lim og farve i konverteringsindustrien, det vil sige til varer af bølgepap og sække samt æskekarton og andet karton. Det antages at 100% af papir til bølgepap og sække anvendes i konverteringsindustriens, mens det kun er 50% for æskekarton og andet karton, da en del anvendes som karton i ringbind og til andre formål. Vægtandele af varer af bølgepap og sække samt æskekarton og andet karton, der udgøres af lim og farve, fremgår af figur m.

| Kvalitet | Vægtandel lim | Vægtandel farve | Andel i konverteringsindustri |
|-------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------------|
| Varer af bølgepap og sække | 2,49% | 0,45% | 100% |
| Varer af æskekarton og andet karton | 2,49% | 0,45% | 50% |

Figur m Vægtandel af papirvarer der er lim og farve, samt andelen af de forskellige papirkvaliteter, der gennemgår konverteringsindustrien. Tallene i figuren er for papirvarer med 100% tørstof.

Tryksværte, lim og farve - Udland: Den påførte tryksværte, lim og farve i den udenlandske papirvareindustri antages at svare til forbruget i Danmark. Det vil sige udlandets forbrug af tryksværte på 6.767 tons, er udregnet ud fra inputtet fordelt på papirkvaliteter og tallene i figur l og m.

Output

Outputtet fra papirvareindustrien udgøres dels af papirvarer til forbrug i oprindelseslandet, eksport og returpapir. Papirvarer omfatter papir og påtrykt tryksværte.

Papirvarer – Danmark: Papirvareindustriens samlede produktion udgør 1.005.075 tons. Dette er summen af input af papir fra enhedsprocessen papirproduktion og den tilførte mængde tryksværte med videre. 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 papirkvaliteter, beskrevet i afsnit 8.3. De resterende 814.450 tons papirvarer forbruges i Danmark.

Papirvarer – Udland: Opgørelserne for den udenlandske produktion hele vejen gennem systemet er beregnet for den andel der går til dansk forbrug. Derfor er den opgjorte udenlandske papirvareproduktion på 307.249 tons, netop den del der eksporteres til Danmark. Det vil sige den samlede import på 1.352.055 tons minus den danske papirvareindustriens andel heraf på 1.044.390 tons.

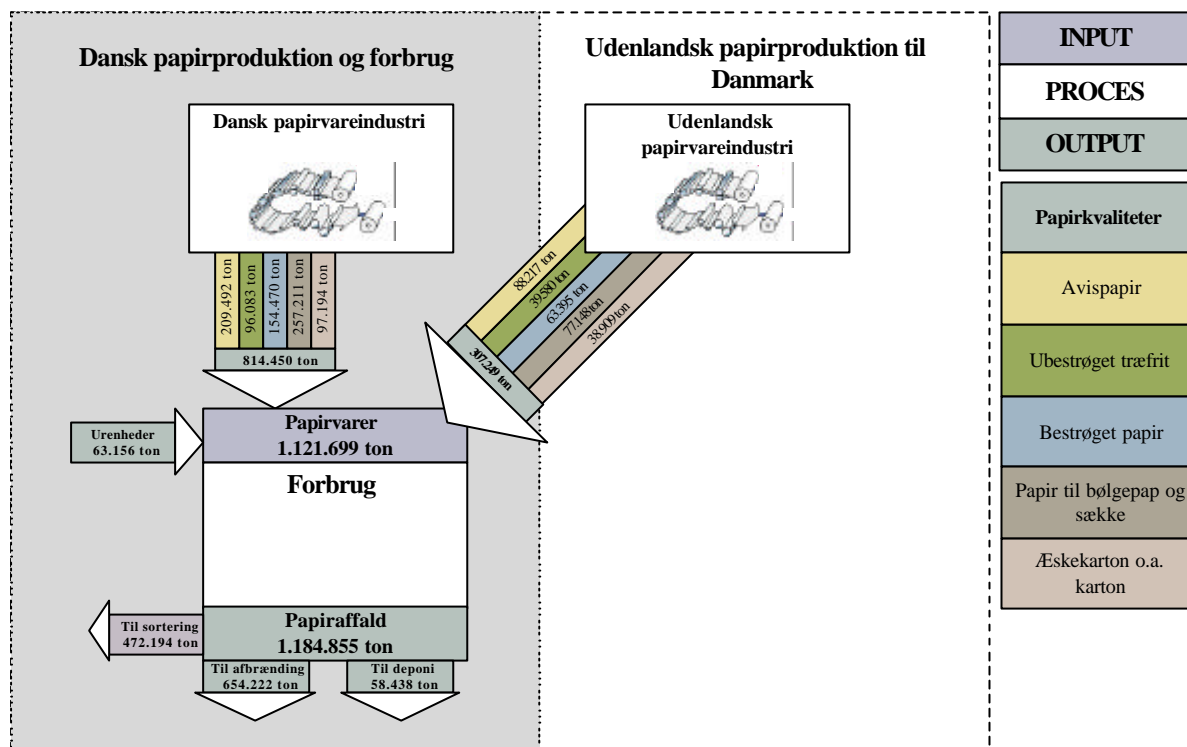
Returpapir – Danmark: Der produceres 182.211 tons afskær, der sorteres til returpapir. Mængden af returpapir der spildes som afskær i papirindustrien er udregnet på baggrund af spildprocenter for konverteringsindustrien på 12,9% [Tønning, 2001, bilag H], avistrykkeri på 12,0% og andet trykkeri på 22,2%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

8.5 Forbrugsfasen – Distribution og forbrug

Der kalkuleres ikke med, at der bliver akkumuleret papir i det danske samfund, da 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.

Danmarks forbrug af papirvarer omfatter 307.249 tons importerede papirvarer og 814.450 tons varer fra den danske papirvareindustri. Når papirvarer er forbrugt og bliver til affald, kan de enten blive deponeret, forbrændt eller blive indsamlet til returpapir. Outputet består ikke af det samme som de papirvarer der kommer ind i denne enhedsproces. I papirfraktionen som indsamles til genbrug er der en større del urenheder, som senere sorteres fra i produktion af returpapirmasse. Det vil sige, at der i forbrugsfasen tilføres papiret en mængde urenheder, som indgår i opgørelsen af papirkredsløbet i genanvendelsesfasen. Disse urenheder er beregnet på baggrund af udnyttelsesprocenten for de danske papirmassefabrikker. Urenhederne udgør tilsammen 63.156 tons. I figur n er massebalancen for enhedsprocessen forbrug vist.



Figur n Massebalance for enhedsprocessen forbrug.

Input

Inputtet består primært af papirvarer, men papirvarerne tilføres også nogle urenheder når de kasseres. Tryk i form af toner, der påføres papiret i forbrugsfasen, eksempelvis i printere og kopimaskiner er ikke medtaget her. Disse er allerede er medtaget i forbindelse med opgørelse af enhedsprocessen papirvareindustri i afsnit 8.4.

Papirvarer

Input fra den danske papirvareindustri udgør 814.450 tons og fra den udenlandske papirvareindustri leveres der 307.249 tons til Danmark. Fordelingen af de mængder der forbruges fremgår af figur o.

| Produkter | Import i tons | Dansk produktion i tons | Forbrug i alt |
|-----------------------------|----------------|-------------------------|------------------|
| Avispapir | 88.217 | 209.492 | 297.709 |
| Ubestrøget træfrit | 39.580 | 96.083 | 135.663 |
| Bestrøget papir | 63.395 | 154.470 | 217.865 |
| Papir til bølgepap og sække | 77.148 | 257.211 | 334.359 |
| Æskekarton og andet karton | 38.909 | 97.194 | 136.103 |
| Total | 814.450 | 307.249 | 1.121.699 |

Figur o Fordeling af forbrug af papirvarer.

Urenheder

De danske returpapirmassefabrikker har en gennemsnitlig udnyttelsesgrad af returpapir på 87%. Derfor antages det at 13% udgøres af urenheder tilført papiret i forbrugsfasen. Urenheder er beregnet som 13% af den samlede mængde indsamlede returpapir. Dermed tilføres der 63.156 tons urenheder.

Output

Outputtet består både af det returpapir der bliver indsamlet, samt det papir der bliver forbrændt og deponeret.

Returpapir

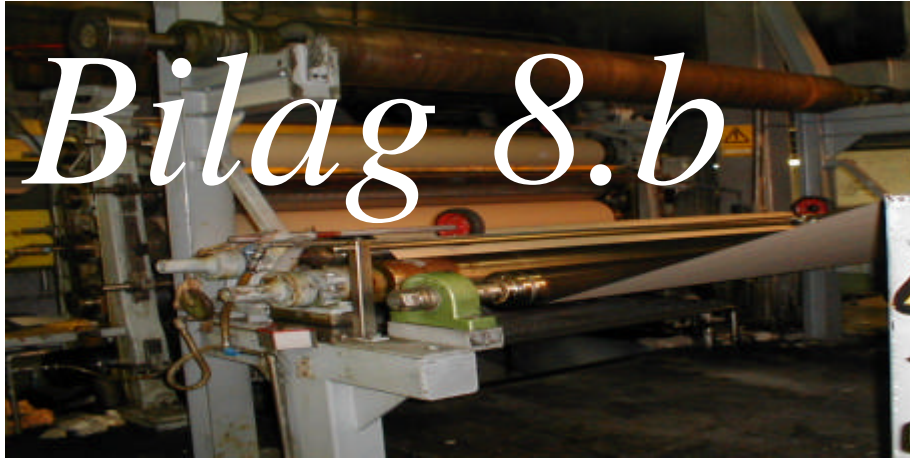
Den indsamlede mængde returpapir fra forbrugsfasen på udgør 472.194 tons. Dette er beregnet som den totale mængde indsamlede returpapir på 654.405 tons [Tønning, 2001, s. 19] fratrukket indsamling af returpapir fra konverteringsindustrien, som er beskrevet i afsnit 8.4.

Papir til forbrænding og deponi

Det papir, der går til forbrænding og deponi, er det samlede input til enhedsprocessen forbrug minus den mængde papir, der indsamles til returpapir.

Det er valgt at fordele affaldsfraktionen papir mellem forbrænding og deponi efter andelen af husholdningsaffald, der går til henholdsvis forbrænding og deponi. Andre affaldskategorier, eksempelvis affald fra 'institutioner, handel og kontor' og 'industriaffald', indeholder naturligvis også større mængder af papir, men da disse affaldskategorier ofte dels er omfattet af gode indsamlingsordninger af papir og dels indeholder store mængder af ikke brændbart affald, vurderes det at behandling af husholdningsaffald giver et fornuftigt billede af, hvor meget der forbrændes, og hvor meget der deponeres.

I 1999 blev 15% af husholdningsaffaldet indsamlet og genbrugt, 78% blev forbrændt og 7% blev deponeret [Miljøstyrelsen, 2000, s. 35-37]. 712.661 tons papir blev ikke indsamlet til genbrug og blev derfor enten brændt eller deponeret. Når delen til genbrug er taget fra, betyder det at 91,8% af affaldet bliver forbrændt og 8,2% bliver deponeret. Det betyder at 654.222 tons forbrændes og 58.438 tons deponeres.



Bilag 8.b Input og output i enhedsprocesser

I dette bilag er der på baggrund af massestrømsanalysen først opstillet massebalancer for hver enhedsproces opgjort i 100% tørstof. Massebalancerne er opgjort pr. 1.000 kg produkt i de pågældende enhedsprocesser. Dette er vist i figur b.

Hernæst er massebalancerne i figur b justeret så vandindholdet for massebalancerne bliver det reelle. Dette er vist i figur c. Tørstofprocenterne brugt i denne justering af figur b er vist 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% | |
| Papiraffald til deponi | 92% | |
| Papiraffald til forbrænding | 92% | |
| Alle øvrige komponenter i massestrømmen | 100% | |

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.

Da der i justeringen til produkternes reelle vægt, vist i figur c, ikke afstemmes med ekstra input af vand, stemmer denne massebalance ikke.

Massebalance for enhedsprocesser i 100% tørstof

| | Avispapir | Ubestrøget træfrit | Bestrøget papir | Papir til bølgepap og sække | Æsekarton og andet karton |
|----------------------------|-----------|--------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|
| Forbrug | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Vare | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| - Urenheder | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Til forbrænding | 583 | 583 | 583 | 583 | 583 |
| - Til deponi | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 |
| - Til returpapir | 421 | 421 | 421 | 421 | 421 |
| Papirvareproduktion | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Papirkvalitet | 1.153 | 1.165 | 1.145 | 1.141 | 1.150 |
| - Tryksværte | 22 | 12 | 29 | 0 | 8 |
| - Lim | 0 | 0 | 0 | 28 | 14 |
| - Farve | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Afskær | 175 | 177 | 174 | 175 | 175 |
| - Papirvarer | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Papirproduktion | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Hjelpestoffer | 16 | 210 | 350 | 41 | 54 |
| - Mekanisk | 295 | 0 | 0 | 0 | 315 |
| - Halvkemisk | 0 | 0 | 0 | 123 | 0 |
| - Kemisk | 197 | 666 | 554 | 92 | 315 |
| - Returnmasse | 492 | 124 | 96 | 744 | 316 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Papirkvaliteter | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Papirmasseproduktion - mekanisk | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Træ og savsmuld | 1.031 | 1.031 | 1.031 | 1.031 | 1.031 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Residualer | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| - Mekanisk | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Papirmasseproduktion - halvkemisk | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Træ og savsmuld | 1.333 | 1.333 | 1.333 | 1.333 | 1.333 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Residualer | 333 | 333 | 333 | 333 | 333 |
| - Halvkemisk | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Papirmasseproduktion - kemisk | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Træ og savsmuld | 1.887 | 1.887 | 1.887 | 1.887 | 1.887 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Residualer | 887 | 887 | 887 | 887 | 887 |
| - Kemisk | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Papirmasseproduktion - returmasse | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Returpapir | 1.162 | 1.162 | 1.162 | 1.162 | 1.162 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Residualer | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 |
| - Returnmasse | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Figur b Massebalance pr. 1.000 kg produkt for hver enhedsproces. Alle tal er i 100% tørstof.

Massebalance for enhedsprocesser i reel vægt

| | Avispapir | Ubestrøget træfrit | Bestrøget papir | Papir til bølgepap og sække | Æsekarton og andet karton |
|----------------------------|-----------|--------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|
| Forbrug | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Vare (93% TS) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| - Urenheder (100% TS) | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Til forbrænding (92% TS) | 590 | 590 | 590 | 590 | 590 |
| - Til deponi (92% TS) | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 |
| - Til returpapir (92% TS) | 426 | 426 | 426 | 426 | 426 |
| Papirvareproduktion | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Papirkvalitet (93% TS) | 1.153 | 1.165 | 1.145 | 1.141 | 1.150 |
| - Tryksværte (100% TS) | 20 | 11 | 27 | 0 | 7 |
| - Lim (100% TS) | 0 | 0 | 0 | 26 | 13 |
| - Farve (100% TS) | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Afskær (93% TS) | 175 | 177 | 174 | 175 | 175 |
| - Papirvarer (93% TS) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Papirproduktion | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Hjelpestoffer (100% TS) | 14,88 | 195,31 | 325,50 | 38,02 | 50,54 |
| - Mekanisk (100% TS) | 274,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 292,78 |
| - Halvkemisk (100% TS) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,49 | 0,00 |
| - Kemisk (100% TS) | 183,02 | 619,09 | 514,95 | 85,86 | 292,78 |
| - Returnmasse (100% TS) | 457,56 | 115,60 | 89,55 | 691,63 | 293,89 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Papirkvaliteter (93% TS) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Papirmasseproduktion - mekanisk | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Træ og savsmuld (45% TS) | 2.291 | 2.291 | 2.291 | 2.291 | 2.291 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Residualer (100% TS) | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| - Mekanisk (100% TS) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Papirmasseproduktion - halvkemisk | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Træ og savsmuld (45% TS) | 2.963 | 2.963 | 2.963 | 2.963 | 2.963 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Residualer (100% TS) | 333 | 333 | 333 | 333 | 333 |
| - Halvkemisk (100% TS) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Papirmasseproduktion - kemisk | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Træ og savsmuld (45% TS) | 4.193 | 4.193 | 4.193 | 4.193 | 4.193 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Residualer (100% TS) | 887 | 887 | 887 | 887 | 887 |
| - Kemisk (100% TS) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Papirmasseproduktion - returmasse | | | | | |
| INPUT | | | | | |
| - Returpapir (92% TS) | 1.263 | 1.263 | 1.263 | 1.263 | 1.263 |
| OUTPUT | | | | | |
| - Residualer (100% TS) | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 |
| - Returmasse (100% TS) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Figur c Massebalance pr.1.000 kg produkt for hver enhedsproces. Alle tal er i reel vægt, det vil sige inklusiv vand. Da massebalancen ikke er afstemt med input og output af vand stemmer denne massebalance ikke.



Bilag 8.c Input og output for papirfabrikker

I dette bilag er der på baggrund af de analyserede papirfabrikkers EMAS-miljøredegørelser opstillet massebalancer for hver papirfabrik i 100% tørstof. Papirfabrikkerne er oftest integrerede papir- og papirmassefabrikker, i dette bilag er de delt op på papirmasseproduktion og papirproduktion. Dette er gjort ud fra den antagelse at al spild af massestrømmen af papir (lignin og harpiks i træ samt rejekt fra genanvendelse af papiraffald) sker i papirmasseproduktionen, og al tilsætning af hjælpestoffer sker i papirproduktionen.

Danske papirfabrikker

Dalum Maglemølle

Dalum Maglemølle producerer papirmasse af returpapir.

Papirmasseproduktion

| Input | Tørstofvægt Andel | |
|---------------------|-------------------|---------------|
| Træ | 0 | 0,0% |
| Savsmuld | 0 | 0,0% |
| Returpapir | 84228 | 100,0% |
| I alt input | 84228 | 100,0% |
| Output | Tørstofvægt Andel | |
| Pulp | 53466 | 63,5% |
| Residual | 30762 | 36,5% |
| I alt output | 84228 | 100,0% |

Figur a Massebalance for papirmasseproduktion på Dalum Maglemølle. Papirmasseproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Dalum, 2000]

Dalum Odense

Dalum Odense producerer fint papir og bestrøget papir. Der bruges primært papirmasse fra Dalum Maglemølle, men der importeres desuden 6.781 tons returmasse og 5.400 kemisk papirmasse.

Af den samlede papirproduktion på 95.947 tons er 36.289 sat i kategorien ubestrøget træfrit og 59.659 tons bestrøget papir. Der produceres selvfølgelig ikke ubestrøget træfrit af returpapir, men kvaliteten svarer hertil, og er derfor sat i denne kategori. Andelen af hjælpestoffer det ubestrøgne træfrie papir er 26% og 35% i det bestrøgne papir.

Papirproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Pulp – intern | 53466 | 55,7% |
| Pulp – indkøbt | 12181 | 12,7% |
| Hjælpestof | 30301 | 31,6% |
| I alt input | 95947 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Papir | 95947 | 100,0% |
| I alt output | 95947 | 100,0% |

Figur b Massebalance for papirproduktion på Dalum Odense. Papirproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Dalum, 2000]

SCA Grenaa

SCA producerer papir til bølgepap.

Papirmasseproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Træ | 0 | 0,0% |
| Savsmuld | 0 | 0,0% |
| Returpapir | 208896 | 100,0% |
| I alt input | 208896 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Pulp | 186778 | 89,4% |
| <i>Residual</i> | 22118 | 10,6% |
| I alt output | 208896 | 100,0% |

Figur c Massebalance for papirmasseproduktion på SCA Grenaa. Papirmasseproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [SCA, 2000]

Papirproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Pulp – intern | 186778 | 95,9% |
| Pulp – indkøbt | 0 | 0,0% |
| Hjælpestof | 7918 | 4,1% |
| I alt input | 194696 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Papir | 194696 | 100,0% |
| I alt output | 194696 | 100,0% |

Figur d Massebalance for papirproduktion på SCA Grenaa. Papirproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [SCA, 2000]

Hartmann Tønder

Hartmann Tønder producerer æggebakker og andet formstøbt emballage. Dette hører under kategorien æskekarton og andet karton.

Papirmasseproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Træ | 0 | 0,0% |
| Savsmuld | 0 | 0,0% |
| Returpapir | 41854 | 100,0% |
| I alt input | 41854 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Pulp | 40061 | 95,7% |
| <i>Residual</i> | 1793 | 4,3% |
| I alt output | 41854 | 100,0% |

Figur e Massebalance for papirmasseproduktion på Hartmann Tønder. Papirmasseproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Hartmann, 2000a]

Papirproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Pulp – intern | 40061 | 96,9% |
| Pulp – indkøbt | 0 | 0,0% |
| Hjælpestof | 1272 | 3,1% |
| I alt input | 41333 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Papir | 41333 | 100,0% |
| I alt output | 41333 | 100,0% |

Figur f Massebalance for papirproduktion på Hartmann Tønder. Papirproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Hartmann, 2000a]

Hartmann Skjern

Hartmann Skjern producerer karton til ruller i toiletpapir og køkkenruller og karton som bruges i ringbind.

Papirmasseproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Træ | 0 | 0,0% |
| Savsmuld | 0 | 0,0% |
| Returpapir | 43304 | 100,0% |
| I alt input | 43304 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Pulp | 42412 | 97,9% |
| <i>Residual</i> | 892 | 2,1% |
| I alt output | 43304 | 100,0% |

Figur g Massebalance for papirmasseproduktion på Hartmann Skjern. Papirmasseproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Hartmann, 2000b]

Papirproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Pulp – intern | 42412 | 97,9% |
| Pulp – indkøbt | 0 | 0,0% |
| Hjælpestof | 923 | 2,1% |
| I alt input | 43335 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Papir | 43335 | 100,0% |
| I alt output | 43335 | 100,0% |

Figur h Massebalance for papirproduktion på Hartmann Skjern. Papirproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Hartmann, 2000b]

Udenlandske papirfabrikker

Hylte Mill

Hylte Mill producerer avispapir og er den største leverandør af avispapir til Danmark.

Papirmasseproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Træ | 255258 | 33,7% |
| Savsmuld | 92786 | 12,3% |
| Returpapir | 408480 | 54,0% |
| I alt input | 756524 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Pulp | 684830 | 90,5% |
| Residual | 71694 | 9,5% |
| I alt output | 756524 | 100,0% |

Figur i Massebalance for papirmasseproduktion på Hylte Mill. Papirmasseproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Hylte Mill, 1999]

Papirproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Pulp – intern | 684830 | 97,1% |
| Pulp – indkøbt | 8910 | 1,3% |
| Hjælpestof | 11200 | 1,6% |
| I alt input | 704940 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Papir | 704940 | 100,0% |
| I alt output | 704940 | 100,0% |

Figur j Massebalance for papirproduktion på Hylte Mill. Papirproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Hylte Mill, 1999]

Skoghall Mill

Skoghall Mill producerer æskekarton og er den største leverandør heraf til Danmark.

Papirmasseproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Træ | 491098 | 100,0% |
| Savsmuld | 0 | 0,0% |
| Returpapir | 0 | 0,0% |
| I alt input | 491098 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Pulp | 323713 | 65,9% |
| <i>Residual</i> | 167384 | 34,1% |
| I alt output | 491098 | 100,0% |

Figur k Massebalance for papirmasseproduktion på Skoghall Mill. Papirmasseproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Skoghall, 2000]

Papirproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Pulp – intern | 323713 | 82,6% |
| Pulp – indkøbt | 41630 | 10,6% |
| Hjælpestof | 26656 | 6,8% |
| I alt input | 392000 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Papir | 392000 | 100,0% |
| I alt output | 392000 | 100,0% |

Figur l Massebalance for papirproduktion på Skoghall Mill. Papirproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Skoghall, 2000]

Nymölla Mill

Nymölla Mill producerer ubestrøget træfrit og bestrøget papir, og er den største leverandør heraf til Danmark. Af Nymölla Mills papirproduktion på 398.412 tons (100% tørstof) er 350.122 tons bestrøget papir og 47.739 tons ubestrøget træfrit. Indholdet af hjælpestoffer i bestrøget papir udgør 35% af papiret tørstofvægt og 20% i ubestrøget træfrit.

Papirmasseproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Træ | 516075 | 100,0% |
| Savsmuld | 0 | 0,0% |
| Returpapir | 0 | 0,0% |
| I alt input | 516075 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Pulp | 240618 | 46,6% |
| <i>Residual</i> | 275457 | 53,4% |
| I alt output | 516075 | 100,0% |

Figur m Massebalance for papirmasseproduktion på Nymölla Mill. Papirmasseproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Nymölla Mill, 2000]

Papirproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Pulp – intern | 240618 | 60,4% |
| Pulp – indkøbt | 25704 | 6,5% |
| Hjælpestof | 132090 | 33,2% |
| I alt input | 398412 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Papir | 398412 | 100,0% |
| I alt output | 398412 | 100,0% |

Figur n Massebalance for papirproduktion på Nymölla Mill. Papirproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [Nymölla Mill, 2000]

SCA Obbola

SCA Obbola producerer papir til bølgepap.

Papirmasseproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Træ | 1028717 | 26,5% |
| Savsmuld | 0 | 0,0% |
| Returpapir | 2855376 | 73,5% |
| I alt input | 3884093 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Pulp | 3473706 | 89,4% |
| <i>Residual</i> | 410387 | 10,6% |
| I alt output | 3884093 | 100,0% |

Figur o Massebalance for papirmasseproduktion på SCA Obbola. Papirmasseproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [SCA, 2001]

Papirproduktion

| <i>Input</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Pulp – intern | 3473706 | 95,2% |
| Pulp – indkøbt | 23469 | 0,6% |
| Hjælpestof | 150285 | 4,1% |
| I alt input | 3647460 | 100,0% |
| <i>Output</i> | <i>Tørstofvægt Andel</i> | |
| Papir | 3647460 | 100,0% |
| I alt output | 3647460 | 100,0% |

Figur p Massebalance for papirproduktion på SCA Obbola. Papirproduktionen er angivet i tons 100% tørstof. [SCA, 2001]



Bilag 10.a Energiforbrug til papir- og papirmasseproduktion

I dette bilag opgøres energiforbruget for hver af de fire papirmassetyper og fem papirkvaliteter.

10.1 Forudsætninger

Forudsætninger for og metode til beregningerne er beskrevet i afsnit 10.2 i hovedrapporten.

Allokering

I beregningerne skelnes mellem dansk og udenlandsk produktion. I udlandet produceres al varme på interne CHP anlæg, mens overskydende el sælges og manglende antages at være købt svensk el. I Danmark antages det, at papirfabrikkerne får al varme fra kraftvarmeværker, der samtidig producerer el. Derfor er der foretaget en allokering for varmeproduktionens andel af udvekslingerne. Der er allokeret efter energiindhold.

Data

For papirmasse er fordelingen mellem dansk og udenlandsk produktion ifølge massestrømsanalysen:

| Papirmasse | Andel DK | Andel Udland |
|------------|----------|--------------|
| Mekanisk | 0% | 100% |
| Halvkemisk | 0% | 100% |
| Kemisk | 0% | 100% |
| Returmasse | 43% | 57% |

Figur a Andele af papirmasser der produceres i Danmark og udland.

For produktion af papirkvaliteter er fordelingen:

| Papirkvalitet | Andel DK | Andel Udland |
|-----------------------------|----------|--------------|
| Avispapir | 0% | 100% |
| Ubestrøget træfrit | 2% | 98% |
| Bestrøget papir | 1% | 99% |
| Papir til bølgepap og sække | 22% | 78% |
| Æskekarton og andet karton | 4% | 96% |

Figur b Andele af papirkvaliteter der produceres i Danmark og udland.

Brændværdien for de forskellige typer brændsel er:

| Brændstoftype | Brændværdi |
|--------------------------|------------|
| Olie (MJ/kg) | 42 |
| Gas (MJ/m ³) | 40 |
| Kul (MJ/kg) | 25 |
| Biobrændsel (MJ/kg) | 13 |

Figur c Brændværdier for de forskellige typer brændsel [Meyer et al., 1994, s. 408].

10.2 Energiforbrug til papirmasse

Returmasse

Papirmassefabrikkernes energiforbrug pr. tons papirmasse (100% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 1000 | 434 | 566 |
| Varme (MJ) | 5750 | 2495 | 3255 |
| | | | |
| El (MJ) | 3600 | 1562 | 2038 |
| Varme (MJ) | 5750 | 2495 | 3255 |

Figur d Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirmasseproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 3255 | 3830 | | |
| El i CHP (MJ) | 1356 | 1596 | 682 | 0 |
| Total | | 5425 | 682 | 0 |

Figur e Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirmasseproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el – DK købt (kWh) | 434 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 2495 |

Figur f Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirmasseproduktion.

Kemisk papirmasse

Papirmassefabrikkernes energiforbrug pr. tons papirmasse (100% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 665 | 0 | 665 |
| Varme (MJ) | 13985 | 0 | 13985 |
| | | | |
| El (MJ) | 2393 | 0 | 2393 |
| Varme (MJ) | 13985 | 0 | 13985 |

Figur g Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirmasseproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 13985 | 16453 | | |
| El i CHP (MJ) | 5827 | 6855 | 0 | 2393 |
| Total | | 23308 | 0 | 2393 |

Figur h Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirmasseproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el - DK købt (kWh) | 0 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 0 |

Figur i Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirmasseproduktion.

Halvkemisk papirmasse

Papirmassefabrikkernes energiforbrug pr. tons papirmasse (100% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 1800 | 0 | 1800 |
| Varme (MJ) | 2900 | 0 | 2900 |
| El (MJ) | 6480 | 0 | 6480 |
| Varme (MJ) | 2900 | 0 | 2900 |

Figur j Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirmasseproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 2900 | 3412 | | |
| El i CHP (MJ) | 1208 | 1422 | 5272 | 0 |
| Total | | 4833 | 5272 | 0 |

Figur k Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirmasseproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el - DK købt (kWh) | 0 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 0 |

Figur l Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirmasseproduktion.

Mekanisk papirmasse

Papirmassefabrikkernes energiforbrug pr. tons papirmasse (100% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 2874 | 0 | 2874 |
| Varme (MJ) | 2450 | 0 | 2450 |
| | | | |
| El (MJ) | 10346,4 | 0 | 10346 |
| Varme (MJ) | 2450 | 0 | 2450 |

Figur m Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirmasseproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 2450 | 2882 | | |
| El i CHP (MJ) | 1021 | 1201 | 9326 | 0 |
| Total | | 4083 | 9326 | 0 |

Figur n Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirmasseproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el - DK købt (kWh) | 0 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 0 |

Figur o Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirmasseproduktion.

10.3 Energiforbrug til papirproduktion

Avispapir

Papirfabrikkernes energiforbrug pr. tons papir (93% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 575 | 0 | 575 |
| Varme (MJ) | 5116 | 0 | 5.116 |
| | | | |
| El (MJ) | 2070 | 0 | 2070 |
| Varme (MJ) | 5116 | 0 | 5116 |

Figur p Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 5116 | 6019 | | |
| El i CHP (MJ) | 2132 | 2508 | 0 | 2070 |
| Total | | 8527 | 0 | 2070 |

Figur q Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el - DK købt (kWh) | 0 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 0 |

Figur r Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirproduktion.

Bestrøget papir

Papirfabrikkernes energiforbrug pr. tons papir (93% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 815 | 11 | 804 |
| Varme (MJ) | 7500 | 100 | 7400 |
| El (MJ) | 2934 | 39 | 2895 |
| Varme (MJ) | 7500 | 100 | 7400 |

Figur s Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 7400 | 8706 | | |
| El i CHP (MJ) | 3084 | 3628 | 0 | 2895 |
| Total | | 12334 | 0 | 2895 |

Figur t Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el - DK købt (kWh) | 11 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 100 |

Figur u Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirproduktion.

Ubestrøget træfrit papir

Papirfabrikkernes energiforbrug pr. tons papir (93% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 665 | 16 | 649 |
| Varme (MJ) | 7250 | 176 | 7074 |
| | | | |
| El (MJ) | 2394 | 58 | 2336 |
| Varme (MJ) | 7250 | 176 | 7074 |

Figur v Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 7074 | 8322 | | |
| El i CHP (MJ) | 2947 | 3468 | 0 | 2336 |
| Total | | 11790 | 0 | 2336 |

Figur w Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el - DK købt (kWh) | 16 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 176 |

Figur x Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirproduktion.

Papir til bølgepap og sække

Papirfabrikkernes energiforbrug pr. tons papir (93% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 700 | 157 | 543 |
| Varme (MJ) | 5117 | 1151 | 3966 |
| | | | |
| El (MJ) | 2520 | 567 | 1953 |
| Varme (MJ) | 5117 | 1151 | 3966 |

Figur y Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 3966 | 4666 | | |
| El i CHP (MJ) | 1653 | 1944 | 301 | 0 |
| Total | | 6610 | 301 | 0 |

Figur z Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el - DK købt (kWh) | 157 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 1151 |

Figur æ Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirproduktion.

Æskekarton og andet karton

Papirfabrikkernes energiforbrug pr. tons papir (93% TS) fordelt på dansk og udenlandsk produktion:

| Energiform | Forbrug | Andel DK | Andel Udland |
|------------|---------|----------|--------------|
| El (kWh) | 680 | 24 | 656 |
| Varme (MJ) | 6050 | 213 | 5837 |
| | | | |
| El (MJ) | 2448 | 86 | 2362 |
| Varme (MJ) | 6050 | 213 | 5837 |

Figur ø Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug fordelt på dansk og udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i udlandet:

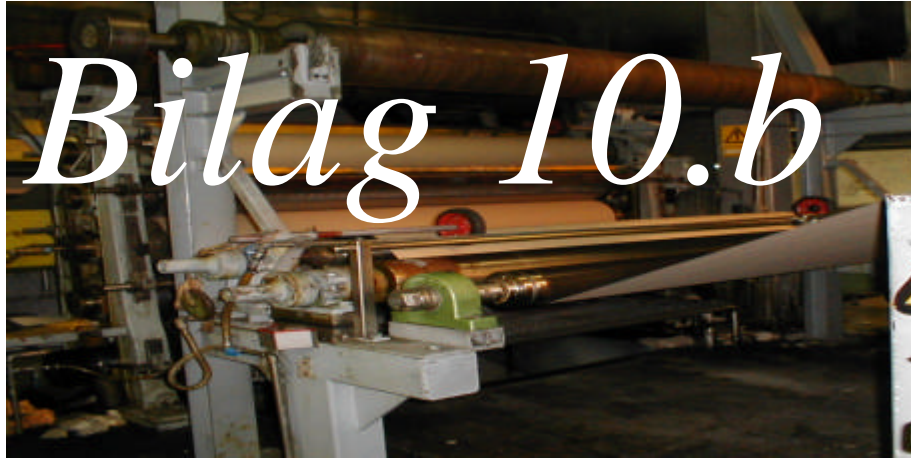
| Energiform | Egenproduktion (MJ) | Brændstof (MJ) | Køb af el (MJ) | Salg af el (MJ) |
|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Varmeproduktion i CHP (MJ) | 5837 | 6867 | | |
| El i CHP (MJ) | 2432 | 2861 | 0 | 2362 |
| Total | | 9729 | 0 | 2362 |

Figur å Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for udenlandsk papirproduktion.

Energiforbrug i Danmark:

| Energiform | Mængde |
|----------------------------|--------|
| Ekstern el - DK købt (kWh) | 24 |
| Varme- Fjernvarme (MJ) | 213 |

Figur aa Energiforbrug af el og varme relateret til det danske papirforbrug for dansk papirproduktion.



Bilag 10.b Opgørelse af skovbrug

I dette bilag opgøres udvekslingerne forbundet med skovning af 1 tons træ (45% tørstof).

Som det fremgår af massestrømsanalysen i kapitel 8 antages det, at træ til Danmarks papirforbrug kan beskrives ud fra nåletræ i Sverige. I forbindelse med skovbrug opgøres kun energi- og råvareforbrug. Der medtages ikke noget transport, idet transporten af træ til papirfabrikkerne medtages herunder. 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.

Data

Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af tømmer, der indgår i papirkredsløbet, er primært baseret på data fra en livscyklusvurdering af tre grafiske produkter udgivet af Miljøstyrelsen [Miljøstyrelsen, 1996]. 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. Udvekslinger forbundet med skovning beregnes ud fra data i databaser i SimaPro. I opgørelsen er det angivet hvilke databaser de enkelte udvekslinger er taget fra.

Allokering

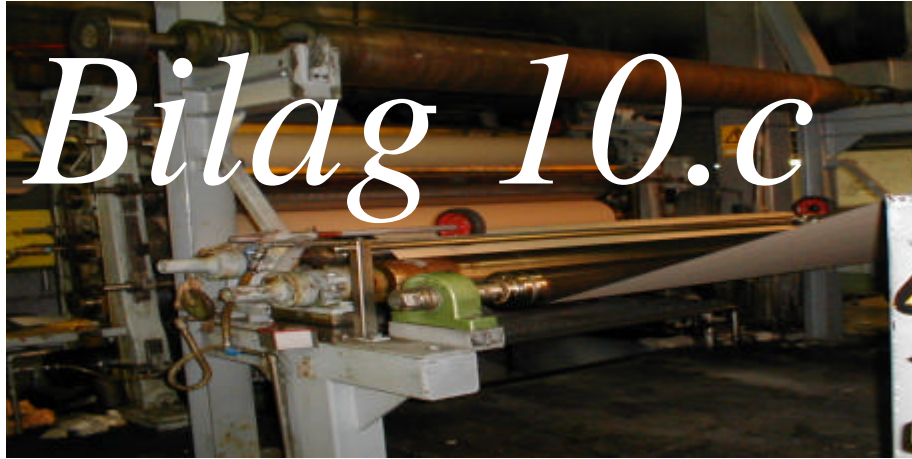
En del papirmasse produceres af affaldstræ fra trævareindustrien, og denne mængde træ kunne således indgå med mindre vægt end tømmer direkte fra skoven, idet savsmuld og andet træaffald kunne karakteriseres som et affaldsstof, der blev nyttiggjort. Det vurderes imidlertid, at savsmuld skal indgå med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

Opgørelse

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

| Udveksling | Mængde | Data (SimaPro-database) | Kilde |
|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------------|
| <i>Energiforbrug</i> | | | |
| Dieselolie til skovning | 0,075 GJ | ETH-ESU 96 | [Miljøstyrelsen, 1996, s. 48] |
| <i>Råvareforbrug</i> | | | |
| Pesticid | 0,203 g | IDEMAT 2001 | [COWI, 2001] |
| Kvælstofgødning | 88,8 g | IDEMAT 2001 | [COWI, 2001] |
| Kalk | 592 kg | Indgår ikke i UMIP | [COWI, 2001] |

Figur a. Energi- og råvareforbrug forbundet med dyrkning og skovning af 1 tons 45% tørstof nåletræ. Udvekslingerne forbundet med dette er beregnet i SimaPro, og indgår i det samlede resultat af livscyklusvurderingen.



Bilag 10.c Opgørelse af papirmasseproduktion

I dette bilag opgøres udvekslingerne 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 udvekslingerne imidlertid opdelt på papirmasse- og papirproduktion. I forbindelse med papirmasseproduktionen opgøres energiforbrug, råvareforbrug, udledninger og affald. Da produktionen af papir og papirmasse sker på integrerede fabrikker, er det valgt at opgøre transport hertil under papirproduktionen. Dette skyldes, at transport herved kan tilbageføres direkte til de forskellige papirkvaliteter, og ikke papirmassetyperne.

Opgørelsen er baseret på udvekslinger forbundet med produktion af et ton (100% TS) papirmasse. Disse er fordelt på:

- Mekanisk papirmasse
- Halvkemisk papirmasse
- Kemisk papirmasse
- Papirmasse af returpapir

Råvarer der indgår i papirmasseproduktionen omfatter primært skovet træ, som er outputtet fra skovbrugsfasen. Da dette råvareforbrug er opgjort i en tidligere fase beskrives det 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.

Data

Data er baseret på [BAT, 2000].

Opgørelse

I figur a er forbrug af råvarer og energi, samt affald og udledninger til produktion af 1 tons (100% tørstof) papirmasse vist. De tilhørende kildehenvisninger er vist i figur b. Der gøres opmærksom på at der i forbindelse med opgørelse af energiforbrug kun har været data omkring el- og varmeforbrug tilgængelige. Derfor er der i bilag 10.a beregnet hvorledes dette er fordelt mellem dansk og udenlandsk produktion. Ydermere er dette delt op mellem forskellige produktionsformer af el og varme.

| Udveksling | Enhed | Returmasse | Kemisk | Halvkemisk | Mekanisk | |
|-----------------------------|-------|------------|---------|------------|----------|--|
| Transport | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Transport af træ | tkm | 0 | 0 | 0 | 0 | Transport af træ medtages under papirproduktion |
| - Transport af returpapir | tkm | 0 | 0 | 0 | 0 | Transport af returpapir medtages under papirproduktion |
| | | | | | | |
| Energi | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Energi – CHP varme | MJ | 3255 | 13985 | 2900 | 2450 | Se kapitel 10.2 under energi og bilag 10.a |
| - Energi – CHP elektricitet | MJ | 1356 | 2393 | 1208 | 1021 | Se kapitel 10.2 under energi og bilag 10.a |
| - Energi – elektricitet S | MJ | 682 | 0 | 5272 | 9326 | BUWAL – Electricity Sweden B250 |
| - Energi – fjernvarme DK | MJ | 2495 | 0 | 0 | 0 | Se kapitel 10.2 under energi og bilag 10.a |
| - Energi – elektricitet DK | kWh | 434 | 0 | 0 | 0 | ELSAM – Elektricitet i Danmark |
| | | | | | | |
| Vandforbrug | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Vandforbrug | m3 | 10375 | 34400 | 32500 | 10000 | Indgår ikke i UMIP |
| | | | | | | |
| Råvarer | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - NaOH | kg | 7,5 | 26,1125 | 10,5 | 10 | BUWAL - NaOH (100%) |
| - O2 | kg | 0 | 7,775 | 0 | 0 | BUWAL – Oxygen B250 |
| - NaClO3 | kg | 0 | 15,575 | 0 | 0 | Ingen data i SimaPro-databaser, undladt |
| - EDTA eller DTPA | kg | 1,25 | 1,055 | 2,5 | 2,5 | Ingen data i SimaPro-databaser, undladt |
| - S | kg | 0,03 | 3,3 | 0 | 0 | BUWAL – Sulphur B250 |
| - SO2 | kg | 0 | 6,52 | 5 | 0 | BUWAL – Sulphur dioxide B250 |
| - H2O2 | kg | 7,5 | 9,87 | 20 | 15 | Se blegemiddel i figur c nedenfor |
| - O3 | kg | 0 | 1,3875 | 0 | 0 | Ingen data i SimaPro-databaser, undladt |
| - MgSO4 | kg | 0 | 0,6675 | 0 | 0 | Ingen data i SimaPro-databaser, undladt |
| - CaO (calciumoxid) | kg | 0 | 6,675 | 0 | 0 | Ingen data i SimaPro-databaser, undladt |
| - MgO | kg | 0 | 2,2 | 0 | 0 | Ingen data i SimaPro-databaser, undladt |
| - NaHSO3 | kg | 0 | 0 | 0 | 6 | Ingen data i SimaPro-databaser, undladt |
| - NaSiO3 (sodiumsilicate) | kg | 12,5 | 0 | 20 | 20 | BUWAL - Sodium silicate B250 |
| - Na2SO3 | kg | 4 | 0 | 27,5 | 0 | BUWAL - Sodium sulphate B250 |
| - H2SO4 | kg | 4,5 | 0 | 0 | 0 | BUWAL – Sulphuric acid B250 |
| - Talc | kg | 6,25 | 0 | 0 | 0 | Indgår ikke i UMIP |
| - Sæbe | kg | 3,25 | 0 | 0 | 0 | Ingen data i SimaPro-databaser, undladt |
| - Retentionsmiddel | kg | 0,675 | 0 | 0 | 0 | Se figur d nedenfor |
| - Farve | kg | 0,3 | 0 | 0 | 0 | IDEMAT – Pigments (general) I |
| - Defoamers | kg | 0,125 | 0 | 0 | 0 | ETH-ESU 96 – Phosphoric acid ETH T 1) |
| - Sizing agents | kg | 18,275 | 0 | 0 | 0 | BUWAL - Starch from potatoes |
| | | | | | | |
| Affald | | | | | | Affaldstype i UMIP |
| - Affald – slam | kg | 0 | 17,7 | 30 | 46 | Bulk waste – other waste |
| - Affald – træaske | kg | 0 | 9 | 0 | 0 | Slag/ashes - slag/ash |
| - Affald – andet aske | kg | 45,4 | 14 | 7 | 0 | Slag/ashes - slag/ash |
| - Affald – fiber og coating | kg | 0 | 5 | 0 | 0 | Bulk waste - Paper/board packaging |
| - Affald – træ | kg | 2,8 | 6 | 0 | 8,8 | Bulk waste – wood |
| - Affald – hazardous | kg | 0 | 0,2 | 10 | 0,3 | Hazardous waste – chemical waste |
| - Affald – andet | kg | 75,1 | 0 | 0 | 2,5 | Bulk waste - prod. waste unspecified |

| Udledninger | | | | | | Recipient |
|--------------------------------|----|--------|---------|--------|-------|---------------------------|
| - COD | kg | 2 | 12,985 | 15 | 3,5 | Vand – Indgår ikke i UMIP |
| - BOD | kg | 0,075 | 0,76575 | 0,75 | 0,35 | Vand – Indgår ikke i UMIP |
| - TSS (Total suspended solids) | kg | 0,15 | 0,9215 | 0,75 | 0,35 | Vand – Indgår ikke i UMIP |
| - AOX som Cl | kg | 0,5 | 0,11125 | 0 | 0 | Vand |
| - N-total | kg | 0,055 | 0,18038 | 0,15 | 0,07 | Vand |
| - P-total | kg | 0,0055 | 0,01943 | 0,0075 | 0,007 | Vand |
| - EDTA eller DTPA | kg | 1,25 | 1,055 | 2,5 | 2,5 | Vand – Indgår ikke i UMIP |
| - Cd | G | 0 | 0,16785 | 0 | 0 | Vand |
| - Pb | g | 0 | 1,1365 | 0 | 0 | Vand |
| - Cu | g | 0 | 1,4815 | 0 | 0 | Vand |
| - Cr | g | 0 | 0,8845 | 0 | 0 | Vand |
| - Ni | g | 0 | 1,6345 | 0 | 0 | Vand |
| - Zn | g | 0 | 21,572 | 0 | 0 | Vand |

Figur a Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 tons (100% TS) forskellige typer papirmasse.

1) Ifølge [BAT, 2000, s. 240] kan defoamers bestå af phosphoric acid esters, vegetable oil products, fatty acids ethoxylates, polyoxiethylene og fatty acid derivatives. Det antages at defoamers udelukkende består af Phosphoric acid.

| Udveksling | Kilde – returmasse | Kilde – kemisk | | Kilde – halvkemisk | Kilde – mekanisk |
|---------------------------|---------------------|---|--|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Sulfatpulp (89%) | Sulfitpulp (11%) | | |
| Transport | | | | | |
| - Transport af træ | | | | | |
| - Transport af returpapir | | | | | |
| Energi | | | | | |
| - Energi – elektricitet | [BAT, 2000, s. xi] | [BAT, 2000, s. 53, tabel 2.24 og s. 54, tabel 2.26] | [BAT, 2000, s. vii] | [BAT, 2000, s. 185, tabel 4.13] | [BAT, 2000, s. 184, tabel 4.12] |
| - Energi – varme | [BAT, 2000, s. xi] | [BAT, 2000, s. 53, tabel 2.24 og s. 54, tabel 2.26] | [BAT, 2000, s. vii] | [BAT, 2000, s. 185, tabel 4.13] | [BAT, 2000, s. 184, tabel 4.12] |
| Vandforbrug | | | | | |
| - Vandforbrug | [BAT, 2000, s. 239] | [BAT, 2000, s. iii] | [BAT, 2000, s. 132] | [BAT, 2000, s. 176] | [BAT, 2000, s. 239] |
| Råvarer | | | | | |
| - NaOH | | [BAT, 2000, s. 51] | [BAT, 2000, s. 136] | [BAT, 2000, s.182] | |
| - O2 | | [BAT, 2000, s. 51] | [BAT, 2000, s. 136] | | |
| - NaClO3 | | [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] | | |
| - SO2 | | [BAT, 2000, s. 51] | [BAT, 2000, s. 136] | [BAT, 2000, s.182] | |
| - H2O2 | [BAT, 2000, s. 241] | [BAT, 2000, s. 51] | [BAT, 2000, s. 136] | [BAT, 2000, s.182] | [BAT, 2000, s. 241] |
| - O3 | | [BAT, 2000, s. 51] | [BAT, 2000, s. 136] | | |
| - MgSO4 | | [BAT, 2000, s. 51] | | | |
| - CaO (calciumoxid) | | [BAT, 2000, s. 51] | | | |
| - MgO | | | [BAT, 2000, s. 136] | | |
| - NaHSO3 | | | | | |
| - NaSiO3 | | | | [BAT, 2000, s.182] | |
| - Na2SO3 | | | | [BAT, 2000, s.182] | |
| - KOH | [BAT, 2000, s. 241] | | | | [BAT, 2000, s. 241] |
| - KsiO | [BAT, 2000, s. 241] | | | | [BAT, 2000, s. 241] |
| - KSO3 | [BAT, 2000, s. 241] | | | | [BAT, 2000, s. 241] |
| - H2SO4 | [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] |
| - Retentionsmiddel | [BAT, 2000, s. 232] | | | | [BAT, 2000, s. 232] |
| - Farve | [BAT, 2000, s. 232] | | | | [BAT, 2000, s. 232] |
| - Biocider | [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] |
| - Stivelse | [BAT, 2000, s. 232] | | | | [BAT, 2000, s. 232] |
| Affald | | | | | |
| - Affald – slam | | [BAT, 2000, s. 49] | [BAT, 2000, s. 139] | [BAT, 2000, s.175] | [BAT, 2000, s.174] |
| - Affald – træaske | | [BAT, 2000, s. 49] | Antaget til samme værdi som sulfatpulp | | |
| - Affald – andet aske | [BAT, 2000, s. 234] | [BAT, 2000, s. 49] | Antaget til samme værdi som sulfatpulp | [BAT, 2000, s.175] | |

| | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------|--|----------------------|----------------------|
| - Affald – fiber og coating | | [BAT, 2000, s. 49] | Antaget til samme værdi som sulfatpulp | | |
| - Affald – træ | [BAT, 2000, s. 234] | [BAT, 2000, s. 49] | Antaget til samme værdi som sulfatpulp | | [BAT, 2000, s.174] |
| - Affald – hazardous | | [BAT, 2000, s. 49] | Antaget til samme værdi som sulfatpulp | [BAT, 2000, s.175] | [BAT, 2000, s.174] |
| - Affald – andet | [BAT, 2000, s. 232 og 234] | | | | [BAT, 2000, s.174] |
| Udledninger | | | | | |
| - 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 | [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] | | |
| - Zn | | [BAT, 2000, s. 38] | [BAT, 2000, s. 136] | | |

Figur b Kilder til figur a.

Udvekslinger i forbindelse med kemisk papirmasse er et vægtet gennemsnit af 89% sulfatpulp og 11% sulfatpulp [BAT, 2000].

Blegemiddel

Til blegning er der kun medtaget udvekslinger i form af energiforbrug til produktion af brintoverilte (H_2O_2)

Til produktion af 1 kg blegemiddel er der følgende energiforbrug:

| Blegemiddel | Enhed | Udveksling | Data (SimaPro-database) | Kilde |
|---------------|-------|------------|---------------------------------|--------------------|
| <i>Energi</i> | | | | |
| Elektricitet | KWh | 3,5 | BUWAL – Electricity Sweden B250 | [BAT, 2000, s. 56] |

Figur c Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 kg blegemiddel.

Retentionsmiddel

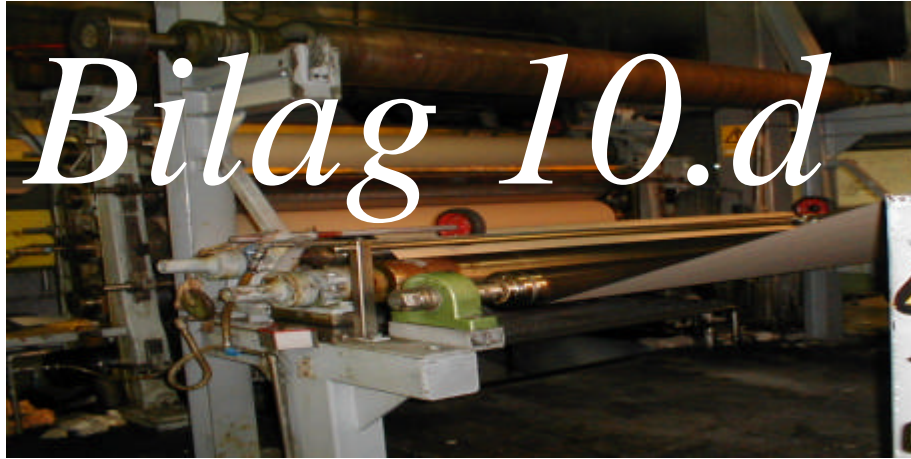
Retentionsmiddel kan være mange forskellige stoffer, eksempelvis alum, sodium aluminat, polyaluminiumchlorid, stivelse, harpiks, aniotiske polyacrylamider, ikke-ioniske polyacrylamider [BAT, 2000, s. 240].

Det er valgt at opgøre retentionsmiddel som bestående af 50% alum og 50% stivelse.

Til produktion af 1 kg retentionsmiddel er der følgende udvekslinger:

| Blegemiddel | Enhed | Udveksling | Data (SimaPro-database) |
|----------------------|-------|------------|------------------------------|
| <i>Råvareforbrug</i> | | | |
| - Alum | kg | 0,50 | Data Archive – Alum earth |
| - Stivelse | Kg | 0,50 | BUWAL - Starch from potatoes |

Figur d Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 kg retentionsmiddel.



Bilag 10.d Opgørelse af papirproduktion

I dette bilag opgøres udvekslingerne forbundet med produktion af 1 tons papir (93% tørstof).

Papirproduktion 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 udvekslingerne imidlertid opdelt på papirmasse- og papirproduktion. I forbindelse med papirproduktionen opgøres energiforbrug, råvareforbrug, transport, affald og udledninger.

Opgørelsen er baseret på udvekslinger forbundet med produktion af et tons (93% TS) papir. Der er opgjort udvekslinger for 1 tons for hver af følgende papirkvaliteter:

- Avispapir
- Ubestrøget træfrit
- Bestrøget papir
- Papir til bølgepap og sække
- Æskekarton og andet karton

Råvarer der indgår i papirproduktionen omfatter primært kemikalier og hjælpestoffer, der tilsættes papiret. Papirmassen medtages ikke, da denne er opgjort i en tidligere fase.

Data

Opgørelsen er baseret på data fra BAT noter om pulp og papir.

Opgørelse

I figur a er forbrug af råvarer og energi, affald, transport og udledninger til produktion af 1 tons 93% tørstof papir vist. De tilhørende kildehenvisninger er vist i figur b.

| Udveksling | Enhed | Avispapir | Bestrøget papir | Ubestrø- get træfrit | Bølgepap | Æskekar- ton | |
|-----------------------------|-------|-----------|--------------------|----------------------------|----------|-----------------|---|
| Transport | | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Lastbil A | tkm | 279,27 | 426,31 | 519,16 | 700,72 | 379,67 | BUWAL - Truck 40t B250, se figur f nedenfor |
| - Lastbil B | tkm | 75,72 | 27,26 | 35,19 | 0 | 89,47 | BUWAL - Truck 16t B250, se figur f nedenfor |
| - Skib | tkm | 0 | 107,58 | 0 | 0 | 0 | BUWAL - Coaster 1, se figur f nedenfor |
| Energi | | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Energi - CHP varme | MJ | 5116 | 7400 | 7074 | 3966 | 5837 | Se kapitel 10.2 under energi og bilag 10.a. |
| - Energi - CHP elektricitet | MJ | 2070 | 2895 | 2336 | 1653 | 2362 | Se kapitel 10.2 under energi og bilag 10.a. |
| - Energi - elektricitet | kWt | 0 | 0 | 0 | 84 | 0 | BUWAL - Electricity Sweden B250 |
| - Energi - fjernvarme DK | MJ | 0 | 100 | 176 | 1151 | 213 | Se kapitel 10.2 under energi og bilag 10.a. |
| - Energi - elektricitet | kWt | 0 | 11 | 16 | 157 | 24 | ELSAM – Elektricitet i Danmark |
| Vandforbrug | | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Vandforbrug | kg | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | Indgår ikke i UMIP |
| Råvarer | | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Højepstoffer | kg | 14,88 | 325,5 | 195,31 | 38,02 | 50,54 | Se figur c nedenfor |
| - Retentionsmiddel | kg | 8,97 | 8,97 | 8,97 | 8,97 | 8,97 | Se figur e nedenfor |
| Affald | | | | | | | Affaldstype i UMIP |
| - Slam | kg | 19,05 | 12,70 | 12,7 | 25,40 | 19,05 | Bulk waste – other waste |
| - Andet | kg | 7,54 | 5,10 | 5,10 | 9,98 | 7,54 | Bulk waste - prod. waste unspecified |
| Udledninger | | | | | | | Recipient |
| - COD | kg | 1,68 | 1,00 | 1,25 | 2,10 | 1,55 | Vand – Indgår ikke i UMIP |
| - BOD | kg | 0,33 | 0,20 | 0,20 | 0,45 | 0,33 | Vand – Indgår ikke i UMIP |
| - TSS | kg | 0,48 | 0,30 | 0,30 | 0,65 | 0,48 | Vand – Indgår ikke i UMIP |
| - AOX som Cl2 | kg | 0,008 | 0,005 | 0,005 | 0,010 | 0,008 | Vand |
| - N-total | kg | 0,20 | 0,13 | 0,13 | 0,26 | 0,20 | Vand |
| - P-total | kg | 0,011 | 0,007 | 0,007 | 0,014 | 0,011 | Vand |

Figur a Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 tons (100% TS) forskellige papirkvaliteter.

| Udveksling | Avis | Bestrøget papir | Ubestrøget træfrit | Bølgepap | Æskekarton |
|-----------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|---|---|
| Transport | | | | | |
| - Lastbil A | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. |
| - Lastbil B | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. |
| - Skib | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. | Se figur f nedenfor. |
| Energi | | | | | |
| - Energi - CHP varme | 2) | [BAT, 2000, s. 411] | [BAT, 2000, s. 411] | [SCA, 2000] | 2) |
| - Energi - CHP elektricitet | [BAT, 2000, s. 341] | [BAT, 2000, s. 411] | [BAT, 2000, s. 411] | [BAT, 2000, s. 341] | [BAT, 2000, s. 341] |
| - Energi - elektricitet | [BAT, 2000, s. 341] | [BAT, 2000, s. 411] | [BAT, 2000, s. 411] | [BAT, 2000, s. 341] | [BAT, 2000, s. 341] |
| - Energi - fjernvarme DK | 2) | [BAT, 2000, s. 411] | [BAT, 2000, s. 411] | [SCA, 2000] | 2) |
| - Energi - elektricitet | [BAT, 2000, s. 341] | [BAT, 2000, s. 411] | [BAT, 2000, s. 411] | [BAT, 2000, s. 341] | [BAT, 2000, s. 341] |
| 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. |
| Råvarer | | | | | |
| - Hjælpestoffer | Se bilag 8.c | Se bilag 8.c | Se bilag 8.c | Se bilag 8.c | Se bilag 8.c |
| - Retentionsmiddel | Sættes til det samme som Bølgepap. | Sættes til det samme som Bølgepap. | Sættes til det samme som Bølgepap. | [SCA, 2000] | Sættes til det samme som Bølgepap. |
| Affald | | | | | |
| - Slam 100% TS | 3) | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 328] | 1) | 4) |
| - Andet, 100% TS | 3) | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 328] | [SCA, 2000] | 4) |
| Udledninger | | | | | |
| COD | 3) | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. 378] | 4) |
| BOD | 3) | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. 378] | 4) |
| TSS | 3) | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. 378] | 4) |
| AOX | 3) | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. xii] | 1) | 4) |
| N-total | 3) | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. xii] | 1) | 4) |
| P-total | 3) | [BAT, 2000, s. xii] | [BAT, 2000, s. xii] | 1) | 4) |

Figur b Kilder til figur a.

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

Hjælpestoffer

Opgørelsen af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 kg hjælpestoffer er vist i figur c. Kilde angivelserne til figur c er vist i figur d.

| Råvarer | Enhed | Avispapir | Bestrøget papir | Ubestrøget træfrit | Bølgepap | Æskekarton | Udvekslings navn i SimaPro |
|---|-------|-----------|-----------------|--------------------|----------|------------|-----------------------------------|
| - Fillers (CaCO ₃), 73% TS) | kg | | 0,45 | 0,83 | | 0,42 | Råstof, chalk |
| - Coatingmateriale | | | | | | | |
| - CaCO ₃ , 73% TS | kg | | 0,23 | | | 0,21 | Råstof, chalk |
| - Kaolin, 73% TS | kg | | 0,23 | | | 0,21 | BUWAL – Kaolin B250 |
| - Sizing agents (Starch, 100% TS) | kg | 1,00 | 0,09 | 0,17 | 0,99 | 0,15 | BUWAL – Starch from potatoes |
| - Farve | kg | | | | 0,01 | 0,001 | IDEMAT 2001 – Pigment (general) 1 |

Figur c Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 kg hjælpestoffer.

| Råvarer | Avis | Bestrøget papir | Ubestrøget træfrit | Bølgepap | Æskekarton |
|---|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|
| - Fillers (CaCO ₃), 73% TS) | [BAT, 2000, s. 330] | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 330] | 1) |
| - Coatingmateriale | | | | | |
| - CaCO ₃ , 73% TS | [BAT, 2000, s. 330] | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 330] | 1) |
| - Kaolin, 73% TS | [BAT, 2000, s. 330] | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 330] | 1) |
| - Sizing agents (Starch, 100% TS) | Sættes til det samme som bølgepap. | [BAT, 2000, s. 328] | [BAT, 2000, s. 328] | [SCA, 2000] | 1) |
| - Farve | [BAT, 2000, s. 330] | [BAT, 2000, s. 330] | [BAT, 2000, s. 330] | [SCA, 2000] | 2) 1) |

Figur d Kilder til figur c.

- 1) Æskekarton sættes til et gennemsnit af bestrøget og bølgepap.
- 2) 2) Farve er antaget at være ren pigment.

Retentionsmiddel

Retentionsmiddel kan være mange forskellige stoffer, eksempelvis alum, sodium aluminat, polyaluminiumchlorid, stivelse, harpiks, aniotiske polyacrylamider, ikke-ioniske polyacrylamider [BAT, 2000, s. 240]. Det er valgt at opgøre retentionsmiddel som bestående af 50% alum og 50% stivelse.

Til produktion af 1 kg retentionsmiddel er der følgende udvekslinger:

| Blegemiddel | Enhed | Udveksling | Data (SimaPro-database) |
|---------------|-------|------------|------------------------------|
| Råvareforbrug | | | |
| - Alum | Kg | 0,50 | Data Archive – Alum earth |
| - Stivelse | Kg | 0,50 | BUWAL - Starch from potatoes |

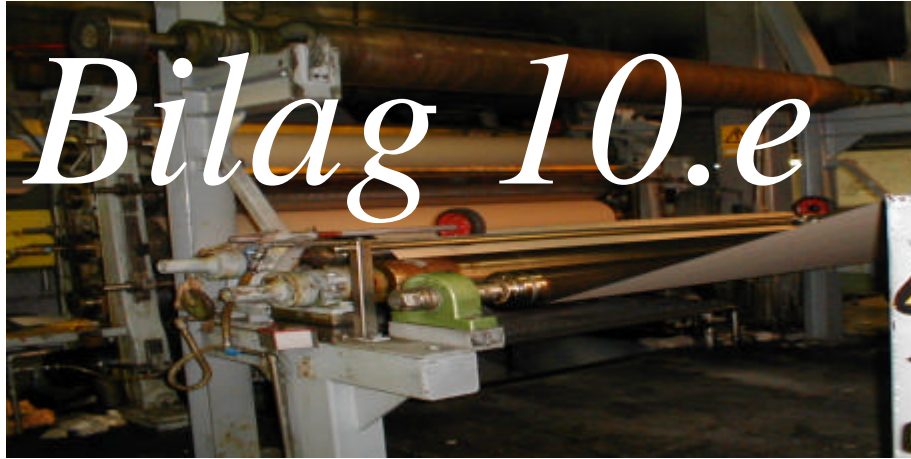
Figur e Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 kg retentionsmiddel.

Transport

I figur f er opgørelse af transport vist for 1 tons af de forskellige papirkvaliteter.

| Avispapir | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|---------|---------------|--------------|----------------|-------|------------------------------|
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Skov-Hyltebruk | Træ | 1,39634 | Lastbil | 200 | 279,268 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Jönköping-Hyltebruk | Returpapir | 0,57798 | Lastbil | 131 | 75,71538 | 2) | BUWAL - Truck 16t B250 |
| SUM lastbil A | | | | | 279,268 | | BUWAL - Truck 40t B250 |
| SUM lastbil B | | | | | 75,7154 | | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Bestrøget papir | | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Skov-Nymölla | Træ | 2,13157 | lastbil | 200 | 426,314 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Jönköping-Nymölla | Returpapir | 0,11312 | lastbil | 241 | 27,26192 | 2) | BUWAL - Truck 16t B250 |
| England-Nymölla | Kaolin | 0,07419 | skib | 1450 | 107,5755 | 3) | BUWAL - Coaster 1 |
| SUM lastbil A | | | | | 426,314 | | BUWAL - Truck 40t B250 |
| SUM lastbil B | | | | | 27,2619 | | BUWAL - Truck 16t B250 |
| SUM skib | | | | | 107,576 | | BUWAL - Coaster 1 |
| Ubestrøget træfrit | | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Skov-Nymölla | Træ | 2,59578 | lastbil | 200 | 519,156 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Jönköping-Nymölla | Returpapir | 0,14602 | lastbil | 241 | 35,19082 | 2) | BUWAL - Truck 16t B250 |
| SUM lastbil A | | | | | 519,156 | | BUWAL - Truck 40t B250 |
| SUM lastbil B | | | | | 35,1908 | | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Papir til bølgepap og sække | | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Skov-Obbola | Træ | 0,69924 | Lastbil | 200 | 139,848 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Stockholm-Obbola | Returpapir | 0,87364 | Lastbil | 642 | 560,8769 | 4) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| SUM lastbil A | | | | | 700,725 | | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Æskekarton og andet karton | | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Skov-Skoghäll | træ | 1,89834 | Lastbil | 200 | 379,668 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Jönköping-Skoghäll | returpapir | 0,37124 | Lastbil | 241 | 89,46884 | 2) | BUWAL - Truck 16t B250 |
| SUM lastbil A | | | | | 379,668 | | BUWAL - Truck 40t B250 |
| SUM lastbil B | | | | | 89,4688 | | BUWAL - Truck 16t B250 |

Figur f Opgørelse af transportafstande for papirproduktion. 1) Det antages at der i gennemsnit er 200 km fra skov til papirfabrik. 2) Jönköping ligger ca. midt i den mest befolkede del af Sverige, samt midt imellem Sveriges tre største byer (Stockholm, Göteborg og Malmö), derfor antages Jönköping som et gennemsnit for hvor returpapir indsamles fra. 3) Kaolin importeres fra England, søvejen er udmålt på et landkort [Lademann, 1984, s. 128]. 4) Det antages at Obbola modtager papir fra Stockholm.



Bilag 10.e Opgørelse af papirvareindustri

I dette bilag opgøres udvekslingerne forbundet med produktion af 1 tons papirvare (93% tørstof).

Papirvareindustrien omfatter trykning af aviser, andet tryk samt konverteringsindustrien, som primært laver bølgepap og sække samt æsker.

Opgørelsen er baseret på udvekslinger forbundet med produktion af et ton (93% TS) papirvare. Dette er fordelt på:

- Aviser
- Vare af ubestrøget træfrit
- Vare af bestrøget papir
- Bølgepap og sække
- Varer af æskekarton og andet karton

Råvarer der indgår i papirproduktionen omfatter primært tryksværte, lim og farve. Desuden bruges der en række proceskemikalier på trykkerierne

Data

Opgørelsen er baseret på data i [COWI, 2001] fra COWI, som har analyseret trykkeribranchen, hvor energi- og råvareforbrug, udledninger og affald er opgjort. Transportafstande er fundet i [Shell GeoStar, 2001] og udfra en antagelse om, at al trykkeri og konverteringsindustri i Danmark ligger i Århus, det vil sige ca. midt i Danmark. Transporten udgøres af transport af papirkvaliteterne til Århus fra de fire svenske papirfabrikker, der antages at producere al papir til Danmark. Disse fabrikker er vist i figur a.

| Papirkvalitet | Fabrik |
|-----------------------------|--|
| Avispapir | Hylte Mill, Hyltebruk, Sverige |
| Ubestrøget træfri | Nymölla Mill, Nymölla, Sverige |
| Bestrøget papir | Nymölla Mill, Nymölla, Sverige |
| Papir til bølgepap og sække | SCA Containerboard Nordic, Obbola, Sverige |
| Æskekarton og andet karton | Skoghall Mill, Skoghall |

Figur a. Lokaltiteter for de fire papirfabrikker, som antages at producere al papir til Danmarks forbrug, når transport afstande skal opgøres.

Opgørelse

I figur b er forbrug af råvarer og energi, affald, transport og udledninger til produktion af 1 tons 93% tørstof papirvarer vist. De tilhørende kildehenvisninger er vist i figur c.

| Udveksling | Enhed | Aviser | Bestrøget papir | Ubestrøget træfrit | Bølgepap | Æske- karton | Udvekslings navn i SimaPro |
|--|-------|-------------|--------------------|-----------------------|----------|-----------------|---|
| Transport | | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Lastbil | tkm | 494,52 | 463,24 | 471,36 | 0 | 566,98 | BUWAL - Truck 40t B250, se figur e |
| - Skib | tkm | 0 | 0 | 0 | 1485,75 | 0 | BUWAL - Coaster 1, se figur e |
| Andel af papirkvalitet der trykkes på | | 87% | 75% | 30% | 0% | 20% | Se figur 8.n i kapitel 8.6. |
| Andel af papirkvalitet der limes og farves | | 0% | 0% | 0% | 100% | 100% | Se figur 8.n i kapitel 8.6. |
| Energi | | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - El | GJ | 1,393 | 1,040 | 0,364 | 0,623 | 0,863 | ELSAM – Elektricitet i Danmark |
| - Fjernvarme | GJ | 0,909 | 0,885 | 0,310 | 0,000 | 0,204 | Se kapitel 10.2 under energi og bilag 10.a |
| - Naturgas | GJ | 0 | 1,092 | 0,382 | 0,000 | 0,251 | BUWAL - Heat gas B250 |
| Vandforbrug | | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Vandforbrug | kg | 367,06 1 | 721,682 | 252,589 | 0 | 165,987 | Indgår ikke i UMIP |
| Råvarer | | | | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Tryksværte | kg | 20,00 | 26,73 | 10,88 | 0 | 7,17 | Se figur d nedenfor. |
| - Lim (majsstivelse) | kg | 0 | 0 | 0 | 26,36 | 13,2 | BUWAL - Starch from corn |
| - Farve | kg | 0 | 0 | 0 | 4,68 | 2,34 | IDEMAT - Pigments (general) 1 |
| - Toluen | kg | 0 | 2,796 | 0,979 | 0 | 0,643 | Industry data - Toluene A |
| - Isopropanol, (massefylde 0,78 kg/l) | kg | 0 | 2,152 | 0,753 | 0 | 0,495 | Ingen data i SimaPro-databaser, medtages ikke |
| - Fugtevandsadditiv, 50% Hydrofix og 50% Substifix | kg | 1,759 | 1,470 | 0,515 | 0 | 0,338 | Ingen data i SimaPro-databaser, medtages ikke |
| - Dækpapir | kg | 2,706 | 0 | 0 | 0 | 0 | BUWAL - Kraftliner brown S B250 |
| Affald | | | | | | | Affaldstype i UMIP |
| - Overskudstrykfarve | kg | 0,467 | 0,495 | 0,173 | 0 | 0,114 | Hazardous waste – chemical waste |
| - Papiraffald, afskær | kg | 136,36 | 286,7 | 100,3 | 225,1 | 291,05 | Sendes til returpapir |
| Udledninger | | | | | | | Recipient |
| - Fugtevand som ethanol | kg | 1,6711 | 0,588 | 0,2059 | 0 | 0,1353 | Vand |
| - Toluen | kg | 0 | 0,222 | 0,0777 | 0 | 0,0511 | Luft |
| - Isopropanol | kg | 0 | 0,861 | 0,3013 | 0 | 0,1980 | Luft |

Figur b Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 tons (93% TS) forskellige papirvarer.

| Udveksling | Avis | Bestrøget papir | Ubestrøget træfrit | Bølgepap | Æskekarton |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Transport | | | | | |
| - Lastbil | Se figur e nedenfor | Se figur e nedenfor | Se figur e nedenfor | Se figur e nedenfor | Se figur e nedenfor |
| - Skib | Se figur e nedenfor | Se figur e nedenfor | Se figur e nedenfor | Se figur e nedenfor | Se figur e nedenfor |
| Energi | | | | | |
| - El | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - Fjernvarme | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - Naturgas | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| Vandforbrug | | | | | |
| - Vandforbrug | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| Råvarer | | | | | |
| - Trykning opgjort i kg trykfarve | Se bilag 8.c | Se bilag 8.c | Se bilag 8.c | Se bilag 8.c | Se bilag 8.c |
| - Lim (majsstivelse) | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - Farve | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 2) 1) |
| - Toluen | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - Isopropanol, massefylde er 0,78 kg/l. | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - Fugtevandsadditiv, 50% Hydrofix og 50% Substifix | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - Dækpapir | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| Affald | | | | | |
| - Overskudstrykfarve | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - returpapir, afskær | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| Udledninger | | | | | |
| - Fugtevand som ethanol | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - Toluen | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |
| - Isopropanol | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [COWI, 2001] | [SCA, 2001, Finn Dyrbye] | 1) |

Figur c Kilder til figur b.

1) Der haves ingen oplysninger på varer af æskekarton og andet karton. Derfor er værdierne udregnet efter andele der trykkes på og andele der limes og farves.

Tryksværte

I figur d er udvekslingerne forbundet med produktion af 1 kg tryksværte angivet.

| Udvekslinger | Enhed | Aviser | Bestrøget papir, Ubestrøget træfrit og Æskekarton | Data (SimaPro-databaser) | Kilde |
|--------------------------------------|-------|--------|---|--|--------------|
| Råvarer | | | | | |
| - Pigmenter | kg | 0,0596 | 0,205 | IDEMAT 2001 – Pigment (general) 1 | [COWI, 2001] |
| - Carbon Black | kg | 0,1281 | 0 | IDEMAT - Carbon black I | [COWI, 2001] |
| - Alkydharpiks (energi: 2MJ/kg) | kg | 0,0463 | 0 | Ingen data i SimaPro-databaser, kun energi er medtaget | [COWI, 2001] |
| - Toluen | kg | 0 | 0,0439 | Industry data - Toluene A | [COWI, 2001] |
| - Phenolharpiks (energi: 2MJ/kg) | kg | 0,0833 | 0,0918 | Ingen data i SimaPro-databaser, kun energi er medtaget | [COWI, 2001] |
| - Additiver | kg | 0,0224 | 0,060 | Ingen data i SimaPro-databaser, medtages ikke | [COWI, 2001] |
| - Gilsonit | kg | 0 | 0,0039 | Ingen data i SimaPro-databaser, medtages ikke | [COWI, 2001] |
| - Mineralolie | kg | 0,1670 | 0,217 | ETH-ESU 96 - Naphtha refinery Europe T | [COWI, 2001] |
| - Naturharpiks (energi: 2MJ/kg) | kg | 0,0610 | 0,132 | Ingen data i SimaPro-databaser, kun energi er medtaget | [COWI, 2001] |
| - Fyldstof hvid 19 | kg | 0,0160 | 0 | Ingen data i SimaPro-databaser, medtages ikke | [COWI, 2001] |
| - Kulbrinte-harpiks (energi: 2MJ/kg) | kg | 0 | 0,068 | Ingen data i SimaPro-databaser, kun energi er medtaget | [COWI, 2001] |
| - Vegetabilsk olie | kg | 0,4163 | 0,058 | 1) | [COWI, 2001] |
| - Petroleumsdestilat | kg | 0 | 0,120 | ETH-ESU 96 - Kerosine stock Europe T | [COWI, 2001] |
| Energi | | | | | |
| - El (til harpiks produktion) | MJ | 0,3810 | 0,584 | BUWAL - Electricity Sweden B250 | [COWI, 2001] |

Figur d Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med produktion af 1 kg tryksværte.

1) Vegetabilsk olie er antaget at have samme udvekslinger som sojaolie. Sojaolie defineres udelukkende ved energiforbruget som er 0,073 kWh, 0,017 kg fuelolie og 0,00215 kg hexan udledt til luft [ATV, 1996, s. 34].

Transport

I figur e er opgørelse af transport vist for 1 tons af forskellige papirvarer.

| Avispapir | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|---------|---------------|--------------|---------|-------|------------------------------|
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Hyltebruk-Århus | Avispapir | 1,07272 | Lastbil | 461 | 494,52 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Bestrøget papir | | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Nymölla-Århus | bestrøget | 1,06491 | Lastbil | 435 | 463,24 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Ubestrøget træfrit | | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Nymölla-Århus | ubestrøget | 1,08359 | Lastbil | 435 | 471,36 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Papir til bølgepap og sække | | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Obolla-Århus | bølgepap | 1,06125 | Skib | 1400 | 1485,75 | 2) | BUWAL - Truck 40t B250 |
| Æskekarton og andet karton | | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Skoghall-Århus | æsker | 1,06978 | Lastbil | 530 | 566,98 | 1) | BUWAL - Truck 40t B250 |

Figur e Opgørelse af transportafstande for papirvareproduktion.

1) Århus ligger ca. midt i Danmark, derfor er Århus valgt som et gennemsnit for hvor papirvareindustrien ligger.

2) Ifølge [Møller, 2001] sejles papiret. Søvejen er udmålt på et landkort [Lademann, 1984, s. 130].

Mængden af papirkvaliteter der skal transporteres er inklusiv afskær, men da der i 1 tons papirvare, som transport er opgjort i forhold til, indgår noget tryksvæerte, lim og farve er værdierne en smule mindre end i bilag 8.c.



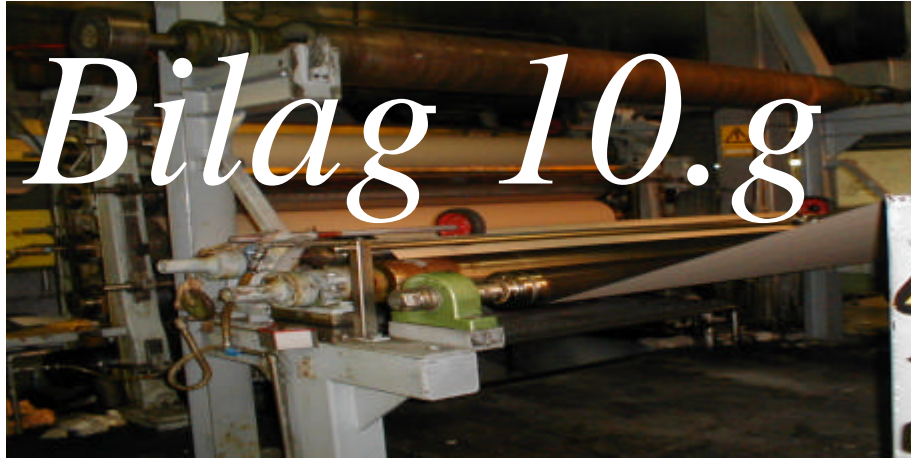
Bilag 10.f Opgørelse af udveklinger i forbrugsfasen

I dette bilag opgøres udvekslingerne forbundet med Danmarks papirforbrug.

Den eneste udveksling der er medregnet i forbrugsfasen er transport fra papirvareindustrien til forbrugeren. Dette fremgår af figur a nedenfor, hvor transport af 1 tons af hver af papirvarerne er opgjort.

| Aviser | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|--------|---------------|--------------|-----|------------------------------|
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Århus-Danmarks indb. | Avispapir | 1 | lastbil | 234 | 234 | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Varer af bestrøget papir | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Århus-Danmarks indb. | bestrøget | 1 | lastbil | 234 | 234 | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Varer af ubestrøget træfrit | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Århus-Danmarks indb. | ubestrøget | 1 | lastbil | 234 | 234 | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Varer af papir til bølgepap og sække | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Århus-Danmarks indb. | Bølgepap | 1 | lastbil | 234 | 234 | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Varer af æskekarton og andet karton | | | | | | |
| Strækning | Emne | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Århus-Danmarks indb. | Æsker | 1 | lastbil | 234 | 234 | BUWAL - Truck 16t B250 |

Figur f Opgørelse af transport for forbrugsfasen. Transportafstandene er regnet som afstanden mellem Århus til et gennemsnit af afstandene til København, Odense, Aalborg og Esbjerg vægtet efter indbyggertal. Det vil sige transportafstandene regens som fra Århus til en gennemsnitsafstand til forbrugeren.



Bilag 10.g Opgørelse af affaldsfasen

I dette bilag opgøres udvekslingerne forbundet med bortskaffelse af papiraffald fra Danmarks papirforbrug.

Denne fase består af bortskaffelse af papiraffald til deponering og til forbrænding. Ved deponering medtages transport af papiraffaldet samt mængde der deponeres. Papiraffald til forbrænding udgøres af transport til forbrændingsanlæg og forbrænding på forbrændingsanlæg. Den mængde papiraffald, der går til genanvendelse, er beskrevet under papirmasseproduktion i bilag 10.c, hvor transport af dette er medtaget.

Data

Opgørelsen er baseret på de opgjorte mængder af papiraffald i massestrømsanalysen i kapitel 8. Data for udvekslinger i forbindelse med forbrænding på et affaldsforbrændingsanlæg er fra BUWAL. Dog er der i disse oplysninger ikke medtaget energiudvinding af det afbrændte affald. Derfor er dataene for affaldsforbrændingsanlægget udvidet med fortrængning af el og varme, der ellers skulle have været produceret på danske elværker og fjernvarmeanlæg.

Energiindvindingen fra forbrænding af papiraffald er taget ud fra en gennemsnitlig brændværdi for affald på 10,5 MJ/kg affald og virkningsgrader på 23% for el og 57% for varme [Energistyrelsen, 1995, s. 29]. Data for den el og varme der fortrænges er beskrevet under beskrivelsen af energi i afsnit 10.2 i hovedrapporten.

Opgørelse

I figur a er transport, energi og affald i forbindelse med 1 tons forbrugt papirvare (93%TS) vist. De tilhørende kildehenvisninger er vist i figur b.

| Udveksling | Enhed | Papiraffald til forbrænding | Papiraffald til deponi | |
|---------------------------|-------|-----------------------------|------------------------|---|
| Transport | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Lastbil B | tkm | 49.778.000 | 2.541.000 | BUWAL - Truck 16t B250, se figur x nedenfor |
| Energi | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Energi - fjernvarme DK | PJ | -4,256 | 0 | Se kapitel 10.2 under energi. |
| - Energi – elektricitet | TJ | -1,717 | 0 | ELSAM – Elektricitet i Danmark |
| Affald | | | | Affaldstype i UMIP |
| - Papiraffald | tons | 0 | 63.520 | Bulk waste - Paper/board packaging |
| Affaldsforbrænding | | | | Data (SimaPro-databaser) |
| - Papiraffald | tons | 711.111 | 0 | BUWAL - Incin. Paper 2000 B250 og 1) |

Figur a Opgørelse af udvekslinger i forbindelse med 1 tons forbrugt papirvare (93%TS).

1) Som beskrevet ovenfor er det anvendte affaldsforbrændingsanlæg udvidet til at indvinde energiindholdet i det forbrændte affald.

| Udveksling | Papiraffald til forbrænding | Papiraffald til deponi |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Transport | | |
| - Lastbil B | Se figur c nedenfor. | Se figur c nedenfor. |
| Energi | | |
| - Energi - fjernvarme DK | 1) | |
| - Energi – elektricitet | 1) | |
| Affald | | |
| - Papiraffald | | Figur 8.d i kapitel 8. |
| Affaldsforbrænding | | |
| - Papiraffald | Figur 8.d i kapitel 8. | |

Figur b Kilder til figur a.

1) Den fortrængte energi ved afbrænding af papiraffald er udregnet udfra mængden på 711.000 tons, en brændværdi på 10,5 MJ/kg, elvirkningsgrad på 23% og varmevirkningsgrad på 57%.

Transport

I figur c er opgørelse af transport vist for 1 tons forbrugt papirvare.

| Papiraffald til Deponering | | | | | | |
|-----------------------------|---------|---------------|--------------|------------|-------|------------------------------|
| Strækning | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Indsamling af papiraffald | 63.520 | Lastbil | 20 | 1.270.400 | 1) | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Transport til deponi | 63.520 | Lastbil | 20 | 1.270.400 | 2) | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Papiraffald til forbrænding | | | | | | |
| Strækning | Mængde | Transportform | Afstand i km | tkm | Noter | Udvekslingens navn i SimaPro |
| Indsamling af papiraffald | 711.111 | Lastbil | 20 | 14.222.220 | 1) | BUWAL - Truck 16t B250 |
| Til forbrændingsanlæg | 711.111 | Lastbil | 50 | 35.555.550 | 2) | BUWAL - Truck 16t B250 |

Figur c Opgørelse af transport for affaldsfasen.

1) Transportafstandene for indsamling af papiraffald er anslået til at være 20 km.

2) Transportafstandene til deponi og forbrændingsanlæg er anslåede. Afstanden er 30 km længere til et forbrændingsanlæg fordi der er færre affaldsforbrændingsanlæg end deponier.