

find flere miljøvejledninger på [miljoevejledninger.dk](http://miljoevejledninger.dk)

---

# baggrundsdokument for miljøvejledning for skrive- og kopipapir

Udarbejdet af Henrik Fred Larsen, IPU  
28 november 2005

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>4</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>5</b>
1.1 FUNKTIONEL ENHED	5
1.2 MARKEDET FOR PAPIR	5
<b>2 BESKRIVELSE AF PRODUKTGRUPPEN</b>	<b>7</b>
2.1 LIVSFORLØBET FOR PAPIR	7
<b>3 MILJØBELASTNINGER I LIVSFORLØBET FOR KOPIPAPIR</b>	<b>8</b>
3.1 UDVÆLGELSE AF MILJØBELASTNINGER	8
<b>4 MATERIALE- OG ENERGIFORBRUG</b>	<b>10</b>
4.1 MATERIALEFORBRUG	10
4.1.1 <i>Arealanvendelse ved skovbrug</i>	10
4.1.2 <i>Materialeforbrug ved fremstilling af papirmasse</i>	10
4.1.3 <i>Materialeforbrug ved papirproduktion</i>	13
4.1.4 <i>Kemikalieforbrug generelt</i>	13
4.1.5 <i>Materialeforbrug i brugsfasen</i>	13
4.2 ENERGIFORBRUG	13
4.2.1 <i>Energiforbrug ved papirmasse- og papirproduktion</i>	14
4.2.2 <i>Energiforbrug ved brug af papir</i>	15
4.2.3 <i>Energigevinst ved forbrænding</i>	15
4.2.4 <i>Energiforbrug ved genanvendelse</i>	15
<b>5 MILJØBELASTNINGER</b>	<b>17</b>
5.1 GLOBALE MILJØBELASTNINGER	17
5.1.1 <i>Drivhuseffekt</i>	17
5.1.2 <i>Ozonlagsnedbrydning</i>	18
5.2 REGIONALE MILJØBELASTNINGER	18
5.2.1 <i>Forsuring</i>	18
5.2.2 <i>Næringssaltbelastning</i>	18
5.2.3 <i>Kronisk økotoksicitet</i>	19
5.2.4 <i>Kronisk human toksicitet</i>	19
5.3 LOKALE MILJØBELASTNINGER	19
<b>6 ARBEJDSMILJØBELASTNINGER</b>	<b>21</b>
<b>7 ANBEFALINGER OMKRING VALG AF KOPIPAPIR</b>	<b>22</b>
7.1 ANBEFALINGER FØR KØBET	22
7.2 ANBEFALINGER VED SELVE KØBET	22
7.3 ANBEFALINGER VED BRUG AF KOPIPAPIR	22
7.4 ANBEFALINGER VED BORTSKAFFELSE AF KOPIPAPIR	22
7.5 PRIORITERET SPØRGERAMME FOR INDKØB	22
<b>VIDENSCENTRE</b>	<b>24</b>
<b>LITTERATUR</b>	<b>25</b>
<b>REFERENCER</b>	<b>26</b>



# Forord

Dette baggrundsdokument er udarbejdet i projektet ”Revision og nyt koncept for miljøvejledningerne”, udført af Jan Viegand Analyse og Information (JVAI) og Institutet for Produktudvikling (IPU) i 2004-2005 med støtte fra Miljøstyrelsens Program for renere produkter mv. Projektets formål har været at revidere og opdatere Miljøstyrelsens ca. 50 eksisterende miljøvejledninger til indkøbere samt at føre dem over i et nyt koncept. Resultaterne kan ses på web-adressen: [www.miljoevejledninger.dk](http://www.miljoevejledninger.dk). Ansvarlig for den faglige revision og opdatering er IPU, mens JVAI er ansvarlig for koncept og formidling.

Dokumentet erstatter Miljøstyrelsens tidligere baggrundsdokument for produktgruppen ”skrive- og kopipapir”. Da der er tale om en opdatering af baggrundsdokumentets faglige indhold til i dag, er en del af indholdet genbrug fra det tidligere dokument: Birgitte T. Møller, ”Baggrundsdokumentation – Skrive og kopipapir”, Miljøstyrelsen, juni 1999.

Projektet er blevet fulgt af en styregruppe bestående af:

- Rikke Traberg, Miljøstyrelsen (formand)
- Rikke Dreyer, SKI
- Bettina Jensen, DR
- Maj Green, KL
- Jens Peter Bjerg, ARF
- Mette Lise Jensen, CASA
- Christian Poll, IPU
- Jan Viegand, JVAI

# 1 Indledning

Dette baggrundsdokument omfatter miljøbelastningerne i livsforløbet af ”skrive- og kopipapir”, dvs. ved fremstilling, brug og bortskaffelse.

Ved produktgruppen ”skrive- og kopipapir” (i det følgende kaldt kopipapir) forstås papir i forskellige formater (f.eks. A4 og A3) fremstillet af jomfrufibre og/eller recirkulerede fibre, og som anvendes ved kopiering, printning eller til at skrive på. Kopipapir vil typisk være træfrit, dvs. uden indhold af træslib i modsætning til f.eks. avispapir. Silfverberg (1992) omtaler bl.a. papirtypen ”skrivepapir” som en type, der foruden en passende glat overflade også har ”en limningsgrad, der gør det skrivefast”. Endvidere omtales træfri offsetpapirer (typisk optisk blegede og limede) som velegnet til kopimaskiner.

Papir består af sammenfildrede plantefibre tilsat fyldstoffer (f.eks. kridt) og i mange tilfælde også lim m.m. Plantefibrene, også kaldet cellulosefibre, stammer typisk fra nåletræers ved (stammer og grene) (Silfverberg 1992) og udgør typisk minimum 50% af papirets masse. Fibrene kan enten være nye (jomfrufibre) eller stamme fra papirgenanvendelse (recirkulerede fibre). Papir fremstilles således på forskellig vis og af forskellige råvarer, hvilket giver forskellige kvaliteter samt udseende.

I det følgende benyttes betegnelserne jomfrueligt papir og genbrugspapir. Førstnævnte er papir fremstillet af jomfrufibre. Sidstnævnte er papir fremstillet af recirkulerede fibre fra genanvendelse, også kaldet genbrugsfibre. Kvaliteten af papiret afhænger typisk ikke af om det er jomfrueligt papir eller genbrugspapir, men af den anvendte produktionsproces. Kvaliteten skal endvidere ses i forhold til den pågældende anvendelse af papiret. Dette gælder også bleget kontra ubleget papir, f.eks. er ubleget papir mere læsevenligt end bleget kridhvidt papir. Pris, arkivbestandighed og egnethed som kopi- og printerpapir er endvidere typisk på samme niveau. For eksempel er arkivbestandigheden af Dalum Papir’s genbrugspapir ca. 100 år og fremstillingsprisen på niveau med jomfrueligt papir (Tang 2005).

## 1.1 Funktionel enhed

Den funktionelle enhed til brug ved beskrivelse af miljøbelastningerne ved fremstilling, brug og bortskaffelse af kopipapir er:

- Et ton papir brugt til enten at skrive på, printe på eller kopiere på

Miljøbelastningerne opgøres hermed pr. ton papir, forstået som papir færdigt til brug men uden emballage. Det færdige papir indeholder typisk 6-10% vand (Dalager et al. 1995). Enkelte steder optræder enheden ”adt” (air dried ton), hvilket er lufttørret ton (10 % vand).

## 1.2 Markedet for papir

Det samlede danske forbrug af jomfrueligt papir (inklusive pap) i 2002 var af størrelsesordenen 1,4 mio. t/år (Tønning & Malmgren-Hansen 2004). Forbruget af kopipapir fremstillet ud fra genbrugsfibre i Danmark er givetvis beskedent. Markedsandelen for en eneste danske producent af genbrugskopipapir, Dalum

Papir, er kun ca. 5% i dag (februar 2005) (Tang 2005). Ifølge sammenslutningen af europæiske papirproducenter (CEPI) udgjorde genbrugspapir kun 8,6 % af den samlede europæiske produktion af grafisk papir (ekskl. avispapir) i 2002 (CEPI 2003).

Markedet for kopipapir kan inddeles efter type afhængig af, hvilken papirmasse papiret er fremstillet af:

- Sulfitmasse (jomfrufibre og bleget), kemisk produceret ved sulfitproces
- Sulfatmasse (jomfrufibre og bleget); kemisk produceret ved sulfatproces
- Recirkulerede fibre, baseret på genanvendt papir, ubleget/bleget

De tre ovennævnte typer papirmasse kan bruges som råvare til fremstilling af kopipapir, og de kan indgå i et hvilket som helst blandingsforhold. Der findes 100% jomfrueligt papir (sulfit/sulfat), 100% genbrugspapir og blandinger af disse. F.eks. fremstiller Dalum Papir udover 100% genbrugspapir også typer der indeholder 25-40% jomfruelige fibre (Tang 2005). Beskrivelsen af produktgruppen tager udgangspunkt i ovennævnte typer.

Ved traditionel anvendelse af kopipapir kan både jomfrueligt papir og genbrugspapir benyttes.

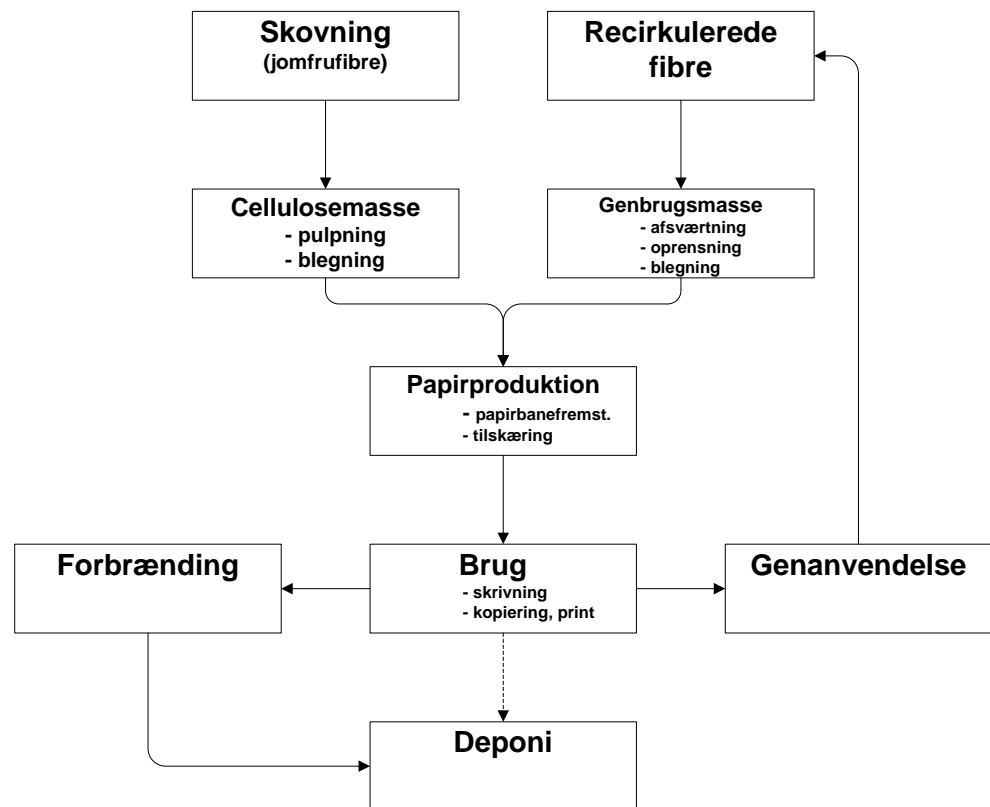
Det danske forbrug af jomfrueligt kopipapir dækkes udelukkende ved import, da der ikke længere forekommer dansk produktion af denne type papir. Hvad angår genbrugspapir, forekommer der, som tidligere nævnt stadig dansk produktion og forbrug af dette i Danmark, men der importeres også genbrugspapir (Tang 2005).

Råvarer til papirproduktionen og selve papirproduktionen er beskrevet generelt i det følgende. Hvad angår genbrugspapir er danske produktionsforhold inddraget.

## 2 Beskrivelse af produktgruppen

### 2.1 Livsforløbet for papir

Livsforløbet (livscyklus) er stort set uafhængigt af papirets tekniske kvaliteter i form af styrke, tykkelse, farve m.m. Der kan forekomme tilfælde, hvor papir med specielle egenskaber vil blive foretrukket, men dette aspekt er ikke inddraget i miljøvurderingen. På figur 1 er livsforløbet for kopipapir vist.



Figur 1. Simplificeret oversigt over livsforløbet for kopipapir.

# 3 Miljøbelastninger i livsforløbet for kopipapir

I dette kapitel angives væsentlige miljøbelastninger i papirs livsforløb. Disse miljøbelastninger beskrives mere detaljeret i de efterfølgende kapitler. Begrebet miljøbelastning dækker her i bred forstand over både ressourceforbrug, (egentlige) miljøbelastninger (belastninger af det ydre miljø) og sundhedsbelastninger. Endvidere inddrages arbejdsmiljø.

Beskrivelse og vurdering af papirs miljøbelastning er baseret på principperne i en livscyklustankegang. Det vil sige, at ressource-, miljø- og sundhedsbelastninger beskrives og vurderes fra udvinding af råmaterialer til produktion, brug og bortskaffelse af papir. På baggrund heraf er der opstillet anbefalinger, der kan anvendes ved indkøb af papir.

Beskrivelse og vurdering af miljøbelastningen gennem livsforløbet omfatter følgende temaer:

- Materiale- og energiforbrug
- Miljøbelastninger globalt, regionalt og lokalt, herunder sundhedsbelastninger
- Arbejdsmiljøbelastninger

## 3.1 Udvalgelse af miljøbelastninger

Vurderingen af papirs miljøbelastning gennem livsforløbet er indledt med en udvælgelse af de processer (herunder emissioner) og materialer, som medfører væsentlige miljøbelastninger gennem papirets livsforløb.

I Tabel 1 er der givet en oversigt over betydende miljøforhold, der indgår i papirs livsforløb. I de efterfølgende afsnit er de væsentligste af disse miljøforhold beskrevet.

<i>Fase:</i> <i>Kategori:</i>	<b>Udvinding og produktion af råvarer og materialer (træ)</b>	<b>Fremstilling af fibermasse (pulp) og papir</b>	<b>Brug af papir</b>	<b>Bortskaffelse af papir</b>
<b>Materialeforbrug</b>	Væsentlig (Arealanvendelse til skovbrug)	Væsentlig (kemikalier)	Væsentlig (papirtype og mængde)	Uvæsentlig
<b>Energiforbrug</b>	Mindre væsentlig (bl.a. transport)	Meget væsentlig (fremstilling af jomfrufibre)	Mindre væsentlig	Væsentlig (energigenvinding)
<b>Miljøbelastninger:</b>	Mindre væsentlig	Meget væsentlig	Uvæsentlig	Væsentlig
- <b>Globale</b>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	-	(Metan fra deponering)
- <b>Regionale</b>	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , AOX, tungmetaller	-	-
- <b>Lokale</b>	-	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , tungmetaller	-	Slam fra recirkulering
<b>Arbejds miljøbelastninger</b>	Træstøv	Papirstøv	(Papirstøv)	(Papirstøv ved indsamling)

Tabel 1. Oversigt over mere eller mindre væsentlige miljøbelastninger og betydende faktorer herfor i livsforløbet for papir.

Som det fremgår af tabel 1, er den væsentligste miljøbelastende fase i livsforløbet af kopipapir produktionsfasen. Årsagen er primært et højt **energiforbrug** til fremstilling af jomfruelige fibre (pulp) fra træ og til fremstillingen af selve papiret med deraf følgende udledningen fra energiproduktionen (f.eks. CO<sub>2</sub>) med mulige miljø- og sundhedseffekter (f.eks. **global opvarmning**).

Der er endvidere en række elementer i tabel 1, som er vurderet til at være mindre væsentlige. Der er givet råd til indkøberen angående disse, hvor det har været muligt, men der er ikke lagt afgørende vægt på disse elementer.

# 4 Materiale- og energiforbrug

## 4.1 Materialeforbrug

Udover arealanvendelse ved skovbrug er materialeforbruget i papirets levetid koncentreret om selve fremstillingen af papirmasse (pulp) og papir. Ved fremstilling af papirmasse benyttes proces- og blegekemikalier og ved papirproduktionen forbruges råvarer primært i form af fyldstoffer, lim m.m. For de forskellige papirmassetyper er en række råvarer og processer fælles, hvilket har ført til følgende inddeling i beskrivelsen af materialeforbruget:

- Arealanvendelse ved skovbrug
- Materialeforbrug ved fremstilling af papirmasse
  - Kort om fremstilling af jomfruelig papirmasse
    - Kemikalieforbrug ved sulfitprocessen
    - Kemikalieforbrug ved sulfatprocessen
  - Kort om fremstilling af genbrugspapirmasse
    - Kemikalieforbrug til genbrugspapirmasse
  - Blegning generelt
  - Slimbekæmpelsesmidler
- Materialeforbrug ved papirproduktion
  - Fyldstoffer, lim m.m.
- Kemikalieforbrug generelt
- Materialeforbrug i brugsfasen

Forbruget af energiråvarer indgår ikke i dette afsnit, men beskrives separat i afsnit 4.2.

### 4.1.1 Arealanvendelse ved skovbrug

Et bæredygtigt skovbrug er vigtigt for at sikre fremtidig udnyttelse, evt. urbefolkningers rettigheder, biologisk mangfoldighed og rekreativ værdi. Certificeringsordninger for bæredygtigt skovbrug eksisterer i dag (f.eks. i regi af FSC, Forest Stewardship Council). Det er således muligt at stille krav til papirs indhold af fibre, der stammer fra certificeret bæredygtigt skovbrug (Baggrundsnotat 2003). I kriterierne til EU's miljømærke Blomsten (EU Kommissionen 2002) stilles krav om at mindst 10 % af anvendte jomfruelige fibre skal stamme fra certificeret bæredygtigt skovbrug. Tilsvarende stilles krav om 20 % certificerede fibre i kriterierne for Svanen (Nordisk Miljømærkning 2005, 2003a, 2003b) med undtagelser, hvis der indgår returfibre. Svanens og Blomstens kriterier revideres regelmæssigt og nyeste opdaterede versioner vil kunne findes på [www.ecolabel.dk](http://www.ecolabel.dk).

### 4.1.2 Materialeforbrug ved fremstilling af papirmasse

Materialeforbruget til fremstilling af papir afhænger naturligvis af papirtypen. Til fremstilling af papirmasse anvendes en række kemikalier udover den primære råvare, som er jomfrufibre og/eller recirkulerede fibre. Dette afsnit bygger på kilderne Dalager et al. (1995) og Miljøstyrelsen (1994), medmindre andet er anført.

### **Kort om fremstilling af jomfruelig papirmasse**

Ved fremstilling af jomfruelig papirmasse, henholdsvis sulfit og sulfat, benyttes i princippet den samme proces. Træflis koges sammen med kemikalier for at adskille fibre og lignin, hvor lignin er et naturligt bindemiddel, som holder fibrene i træet sammen. Herved fås en fibermasse samt en kogevæske bestående af kemikalier og træsubstans (primært lignin). Kemikalierne i kogevæsken kan, for både sulfat og sulfit processens vedkommende, inddampes og genindvindes. Det samlede kemikalieforbrug og ressourceforbrug bliver dermed mindre.

#### *Kemikalieforbrug ved sulfitprocessen*

Til kogning af træflisen benyttes sulfitter af typen natriumsulfit, magnesiumsulfit og calciumsulfit. Efter kogning er sulfitmassen grågul. Typisk benyttes brintperoxid til blegning af sulfitmasse. Papirmassen kan dog også bleges med oxiderende chlorforbindelser som chlogas, chlordioxid, hypochlorit eller med andre blegemidler.

#### *Kemikalieforbrug ved sulfatprocessen*

Til processen benyttes kemikalier som natriumsulfid, natriumhydroxid, natriumsulfat og slimbekæmpelsesmidler (slimicider). Sidstnævnte anvendes for at forhindre mikrobiel vækst og deraf følgende slimdannelse. Efter kogning er sulfatmassen mørkebrun, og anvendes den til fremstilling af kopipapir, skal den bleges. Blegemidlerne er chlogas, chlordioxid, hypochlorit, natriumhypochlorit, natriumhydroxid med flere.

### **Kort om fremstilling af genbrugspapirmasse**

Ved genanvendelse af indsamlet papir opløses papiret i vand, og cellulosefibrene adskilles fra hinanden. Herved fås en papirmasse, som ligner jomfruelig papirmasse. Under denne proces fjernes urenheder i form af papirklips, hæfteklammer med mere i en si. Trykfarver/tryksvætte (toner) udvaskes ved en afsværtningsproces ("de-inking"), hvor sæbebobler opfanger trykfarven, der efterfølgende centrifugeres fra. Procesvandet herfra kan recirkuleres. Brug af slimicider undgås ved rengøring samt opvarmning af procesvandet til 80°C (Christiansen et al., 1990).

#### *Kemikalieforbrug til genbrugspapirmasse*

Natriumsæbe tilsættes den opslemmede genbrugspapirmasse, hvorved urenheder som fyldstoffer og tryksvætte kan skummes af som slam. Til oprensning af genbrugsfibre kan natriumhydroxid, kompleksdanner, brintperoxid og vandglas anvendes. Til blegning kan anvendes brintperoxid, natriumhydroxid eller andre blegemidler (Christiansen et al., 1990). Dalum Papir A/S anvender dog ikke kompleksdannere i dag og der er forbud mod at anvende disse i kriterierne for det tyske miljømærke Der Blaue Engel (Tang 2005).

### **Blegning generelt**

Blegning af papirmasse giver større lyshed, hvilket udtrykkes i procent ISO. Helt hvid og bleget papirmasse har lysheden 90% ISO. Sulfat-, sulfit- og genbrugspapirmasse har forskellig lyshed og får forskellig lyshed afhængig af blegeprocessen, se tabel 2.

<i>Blegningstype</i>	<i>Papirmasse</i>		
	<b>Sulfit</b>	<b>Sulfat</b>	<b>Genbrug</b>
<b>Ubleget</b>	≤ 70	23 – 31	
<b>Natriumsulfid- og natriumhydroxid</b>	70 – 75	ca. 50	
<b>Brintperoxid</b>	ca. 75.		58 – 70
<b>Klor</b>	≤ 92	80 – 90	≤ 90

Tabel 2. Lysheden af henholdsvis bleget og ubleget sulfit-, sulfat- og genbrugspapirmasse er angivet for nogle udvalgte blegemidler. Helt hvidt skrivepapir har lysheden 90% ISO. De angivne værdier er proces- samt træsortafhængige og angivet i procent ISO.

Ved blegning af papirmasse foretrækkes brintperoxid (såkaldt TCF blegning) fremfor chlorforbindelser, set ud fra en miljømæssig synsvinkel. Brug af klorholdige blegemidler medfører dannelse af klorerede organiske forbindelser (såkaldte AOX'er), hvoraf nogle (f.eks. dioxin) er meget giftige for vandlevende organismer og mennesker, nedbrydes meget langsomt og ophobes i f.eks. fisk. Ved anvendelse af klorholdige blegemidler bør klordioxid (såkaldt ECF blegning) foretrækkes frem for klorgas, idet dannelsen af klorerede organiske forbindelser og specielt de meget giftige herved begrænses væsentligt (INFRAS, 1998).

Forbehandling af jomfruelig papirmasse med natriumsulfid og natriumhydroxid inden den bleges, kan reducere behovet for klorholdige blegekemikalier og erstatte det helt for sulfitpapirmasse's vedkommende. Blegning med chlordioxid kan erstattes af brintperoxid og ozon (TCF blegning), hvilket er mindre belastende for såvel arbejdsmiljø som det ydre miljø (IVL, 1996). Det skal dog bemærkes, at TCF-blegning har nogle miljømæssige ulemper i forhold til ECF. TCF-blegning kan medføre et større energiforbrug, idet der må koges længere tid på cellulosemassen, hvis en given lyshed skal opnås. Et svensk forskningsprojekt (KAM; Kretsloppsanpassad Massafabrik, MISTRA-programmet, 2000) beregner at energibalancen forværres med ca. 10%. Ved længere kogetid svækkes fibrenes styrke desuden, hvilket kan medføre at man må anvende papir med højere gramvægt, hvis en given papirstyrke er nødvendig. Ved TCF-blegning må man desuden anvende kompleksbindere som EDTA for at træets naturlige spormetaller ikke skal forstyrre blegeprocessen. EDTAs evne til at kompleksbinde metaller kan dog medføre at metallerne, i stedet for at blive "fanget" i renseanlæg, ender i vandmiljøet med deraf følgende mulige uønskede effekter. Ved at fremstille papir af sulfitmasse frem for sulfatmasse vil behovet for klorblegemidler være mindre, idet sulfitmassen har en lysere farve.

Ifølge kriterierne for den Nordiske Svane (Nordisk Miljømærkning, 2005, 2003a, 2003b) og EU Blomsten (EU Kommissionen, 2002) må klorgas til blegning ikke anvendes ved fremstilling af miljømærket papir.

### **Slimbekæmpelsesmidler**

Slimbekæmpelsesmidler (biocider) anvendes både under papirmasseproduktionen og selve papirproduktionen for at undgå slimdannelse på grund af mikrobiel vækst i bl.a. vandige opløsninger, der recirkuleres. Rester af midlerne vil kunne ende i det spildevand, der afledes til recipient (f.eks. en fjord). Da disse stoffer jo af funktionsmæssige årsager typisk er meget giftige for vandlevende organismer, er det vigtigt, at de nedbrydes og ikke ophobes i vandlevende organismer (bioakkumuleres).

I Danmark er to biocider til slimbekæmpelse i forbindelse med industriel papir- og cellulosefremstilling godkendt. Det drejer sig om aktivstofferne 2-bromo-2-

nitropropan-1,3-diol (Bronopol) og 2,2-dibrom-2-cyanoacetamid, som bl.a. indgår i de godkendte produkter Protectol BN, Protectol BN 18, Intace B 100 og Microbiocide B-6012 (Miljøstyrelsen, 2004a). Slimbekæmpelsesmidlet Kathon (blanding af aktivstofferne: 5-kloro-2-methyl-isothiazolin-3-on og 2-methyl-2-isothiazolin-3-on) anvendes også i papirindustrien. Disse to stoffer bioakkumulerer ikke men er ikke let nedbrydelige. Endvidere er i hvert fald visse af denne type stoffer, dvs. isothiazolinoner, stærkt sensibiliserende ved hudkontakt, f.eks. 2-octyl-2H-isothiazol-3-on (Miljøstyrelsen, 2004b).

#### 4.1.3 Materialeforbrug ved papirproduktion

Fyldstoffer, lim og andre hjælpestoffer iblandes papirmassen inden forarbejdning til papir. Fyldstofferne er typisk kridt, ler (kaolin), titandioxid og/eller talkum. Mængden af fyldstof, der tilsættes, er i størrelsesordenen 25% af den færdige papirvægt for kopipapir (Tang 2005). Tilsætning af fyldstoffer vurderes til ikke at være væsentlig for papirets samlede miljøbelastning. Lim af typen stivelseslim tilsættes i nogle papirmasser

#### 4.1.4 Kemikalieforbrug generelt

Generelt er kemikalieforbruget større ved produktion af jomfrueligt papir sammenlignet med genbrugspapir. Dette skyldes ikke mindst brugen af blegekemikalier og cellulosekogning. Der kan dermed spares kemikalier ved at anvende genbrugspapir som råvare til papirproduktion.

I det nordiske miljømærke Svanen (Nordisk Miljømærkning, 2005, 2003a, 2003b) og EU Kommissionens mærke Blomsten (EU Kommissionen, 2002) stilles krav til de anvendte kemikalier. Kort sagt må der ikke anvendes potentielt bioakkumulerbare slimicider, og tensider til afsværtning af genbrugsfibre skal være let nedbrydelige. Ydermere må der bl.a. ikke anvendes tensider af typen [alkylphenolethoxylater](#). For visse andre typer kemikalier, f.eks. restmonomerer og skumdæmpere (kun Svanen), er der krav om at de ikke må være miljøfareklassificeret med R50/53, R51/53 eller R52/R53 samt ikke være kræftfremkaldende eller reproduktionsskadende (R45, R46, R49, R60, R61). Endvidere stiller både Blomsten og Svanen krav til brugen af farvestoffer: metalkompleksfarver og –pigmenter må ikke anvendes og [azofarvestoffer](#), der kan fraspalte kræftfremkaldende arylaminer, må heller ikke anvendes. Desuden stilles krav til indhold af tungmetalurenheder i farvestoffer samt at miljøfarlige farvestoffer (som skal tildeles R50, R50/53, R51/53, R52/53, R52 eller R53) ikke må anvendes.

#### 4.1.5 Materialeforbrug i brugsfasen

Det primære materialeforbrug i brugsfasen er af selve papiret, som jo her er defineret som den funktionelle enhed (se afsnit 1.1). Hvis man i stedet definerer den funktionelle enhed som f.eks. den færdige kopi vil spild (fejlkopier) og hvorvidt man f.eks. kopier på begge sider eller ej have stor betydning for det samlede materialeforbrug.

## 4.2 Energiforbrug

Det største energiforbrug i papirets livsforløb sker ved fremstilling af papirmasse og papir. Der forbruges desuden [energi](#) i brugsfasen ved kopiering og ved printning samt i mindre omfang ved skovning og transport. Ved bortskaffelse via

forbrændingsanlæg er der energigevinst i form af varmeproduktion.

Energiforbruget er her inddelt i følgende udvalgte områder:

- Energiforbrug ved papirmasse- og papirproduktion
- Energiforbrug ved brug af papir
- Energigevinst ved forbrænding
- Energiforbrug ved genanvendelse

Energi findes i form af elektricitet, træ, fossile brændsler m.m. Hvilken energikilde, der benyttes til de forskellige processer, er i høj grad geografisk betinget, dvs. det afhænger af hvilke energiressourcer, der er tilgængelige. I vurdering af det absolutte energiforbrug er der ikke skelnet mellem forskellige energiformer, medmindre det har været beskrevet i den benyttede litteratur.

Miljøbelastning som følge af et energiforbrug ses dels ved udvinding af råvarer (olie, gas og kul), dels ved konvertering af energien (f.eks. fremstilling af elektricitet) og skyldes især luftemissioner og behandling af fast affald. De relaterede miljøbelastninger ved forbrug af energi er beskrevet som henholdsvis globale, regionale og lokale miljøeffekter i kapitel 5.

#### 4.2.1 Energiforbrug ved papirmasse- og papirproduktion

I denne gennemgang opdeles i papirmasstype og ikke i bleget kontra ubleget papir. Men typisk vil det gælde, at energiforbruget er højere, når papirmassen er bleget, idet det kræver flere procestrin.

##### **Jomfruelig papirmasse**

Fremstilling af jomfruelig papirmasse og papirproduktionen er i de nordiske lande ofte en integreret produktion. Dette er økonomisk og ressourcemæssigt fordelagtigt, idet energiforbruget til produktionen hovedsageligt kan dækkes af biomasse i form af bark, flis og lignin fra træ.

Jomfruelig papirmasse fremstilles ved at koge træflis og kemikalier. Kogevæskens energiindhold kan udnyttes i andre processer f.eks. ved el-produktion. Jomfruelig papirmasse fremstilles dermed i Norden overvejende på basis af fornyelige energikilder som træ, og derudover anvendes en mindre mængde gas, olie og elektricitet (Frees et al. 2004; Dalager et al. 1995).

##### **Genbrugspapirmasse**

Fremstilling af genbrugspapirmasse er væsentlig mindre energikrævende end fremstilling af jomfruelig papirmasse, se tabel 3. Energikilderne er typisk naturgas og elektricitet (Frees et al. 2004; Dalager et al. 1995).

##### **Papirproduktion**

Ved papirproduktionen forarbejdes papirmasse til papir. Processen er uafhængig af typen af papirmasse. Ved papirproduktionen benyttes typisk energi i form af elektricitet, olie og gas.

I tabel 3 er energital for svensk produceret jomfrueligt papir og genbrugspapir produceret i Danmark vist. Af tabellen ses, at forbruget af fossil energi er størst ved produktion af genbrugspapir, og at det samlede energiforbrug er størst ved produktion af jomfrueligt papir. Sidstnævnte forhold er påvist i flere undersøgelser, f.eks. Frees et al. (2004), INFRAS (1998), Dalager et al. (1995) og Christiansen et al. (1990). Mængden af fornybar energi anført i tabellen er baseret på træmasse og udgør i dette tilfælde, hvor data fra svenske papirmøller er anvendt, omkring halvdelen af det samlede energiforbrug for produktion af jomfrueligt papir.

Andelen af fornybar energi er dog reelt større, da der i tabel 3 ikke er taget hensyn til at svensk gennemsnits el er baseret på 49% vandkraft (også fornybar energi) (IEA 2001). At der i tabel 3 heller ikke er taget hensyn til at dansk gennemsnits el er baseret på ca. 12% vindkraft (også fornybar energi) (Energistyrelsen 2003) ophæver kun delvist dette forhold mht. sammenligningen mellem jomfrueligt papir og genbrugspapir.

<i>Papirtype</i>	<b>Jomfrueligt papir</b>	<b>Genbrugspapir</b>
<b>Fornybar energi (GJ/adt)</b>	16	0
<b>Fossil energi (GJ/adt)</b>	15*	18**
<b>I alt (GJ/adt)</b>	31	18

\* Heraf udgør el (som primær energi) 80%

\*\* Heraf udgør el (som primær energi) 50%

Tabel 3. Energiforbrug (primær energi) ved samlet produktion fra træ henholdsvis recirkulerede fibre til færdigt papir. Tallene er angivet i enheden GJ/adt, dvs. Giga Joule ( $10^9$  Joule) per lufttørrer ton papir (Frees et al. 2004).

Ved at sammenholde de totale energiforbrug i tabel 3 ses at der kan spares energi ved at benytte genbrugspapirmasse som råvare ved fremstilling af papir. Ligeledes kan der spares energi ved at benytte ubleget papirmasse som råvare frem for bleget, idet der spares nogle procestrin (Dalager et al. 1995).

Størrelsen af det samlede energiforbrug i GJ/t ved papirmasse- og papirproduktion kan formuleres som spørgsmål til papirleverandører. Det samlede energiforbrug bør være mindst muligt ved papirproduktion. Oplysninger om energikilder er problematiske at fremskaffe og anvende til miljøvurdering. Energakilder er derfor ikke formuleret som et direkte spørgsmål til papirleverandører, men er indirekte med, idet luftemissioner skal oplyses af producenten.

#### 4.2.2 Energiforbrug ved brug af papir

Benyttes papiret i kopimaskine eller kontorprinter, forbruges energi i form af elektricitet. Der er flere måder, hvorpå elforbruget kan minimeres. Såvel printer som kopimaskine kan være med f.eks. såkaldte "standby", "sleep" eller "auto-shut-off" funktioner, som bevirker et reduceret elforbrug, når maskinen ikke er i brug. Disse funktioner kan reducere elforbruget væsentligt, se Miljøvejledning for kopimaskiner.

#### 4.2.3 Energigevinst ved forbrænding

Ved forbrænding af affaldspapir i et forbrændingsanlæg opnås en energigevinst. I størrelsesordenen 70-80% af papirets energiindhold kan udnyttes i forbrændingsanlæg (Larsen et al. 2004a; Dalager et al. 1995)

#### 4.2.4 Energiforbrug ved genanvendelse

Ved genanvendelse af papir anvendes energi til opblanding af det indsamlede papir dvs. presning og ved lagring af papiret. Energiforbrug til presning og lagring afhænger af, hvilke maskiner der bruges. I tidligere undersøgelser af energiforhold ved genanvendelse af papir er energiforbruget til presning og lagring vurderet til at være marginalt i forhold til det samlede energiforbrug (Christiansen et al. 1990).

Energimæssigt kan det bedre betale sig at genanvende papir frem for at producere nyt papir af træ.

I Danmark er det en politisk målsætning, at materialer som papir skal forsøges genanvendt i videst mulig udstrækning, og det anbefales til indkøbere, at genbrugspapir vælges, såfremt det er muligt i en konkret anvendelsessituation. Der er formuleret et spørgsmål til papirproducenten i checklisten om, hvorvidt recirkulerede fibre indgår i papiret.

# 5 Miljøbelastninger

Miljøbelastningerne for kopipapir belyses ud fra henholdsvis globale, regionale og lokale belastninger. Mens det globale perspektiv omfatter hele jordkloden, strækker det regionale område sig over større områder som eksempelvis lande, landsdele og større byer. Lokale belastninger har derimod kun betydning for nærområdet, f.eks. en bestemt sø eller skov, en bydel eller naboer.

## 5.1 Globale miljøbelastninger

Globale miljøbelastninger omfatter to kategorier: **Drivhuseffekten** (global opvarmning), der giver en opvarmning af jordens atmosfære og **ozonnedbrydning**, dvs. nedbrydningen af ozonlaget, der medfører en kraftigere UV-stråling ved jordoverfladen.

### 5.1.1 Drivhuseffekt

Drivhuseffekt foranlediges af emission af drivhusgasser som kuldioxid (CO<sub>2</sub>) og metan (CH<sub>4</sub>).

Det væsentligste bidrag til drivhuseffekten i papirets livscyklus kommer fra CO<sub>2</sub>-emissioner ved forbrænding af fossile brændsler, f.eks. ved el-produktion. Elektricitetsforbruget forekommer som tidligere beskrevet ved fremstilling af papirmassen og papir, men kan også i mindre omfang forekomme i brugsfasen ved kopiering og printning. I det omfang papir deponeres, kan der som konsekvens af iltfri nedbrydning i depotet, udledes metan, som bidrager til drivhuseffekten.

Da træ indeholder kulstof vil det ved forbrænding danne kuldioxid. Den ved forbrændingen udsendte CO<sub>2</sub>-mængde modsvarer den, der ved fotosyntesen er indbygget i træmassen under træets vækst. Forbrænding af biomasse (træ og papir) er således CO<sub>2</sub>-neutral og bidrager dermed ikke til drivhuseffekten.

Er papirmassen produceret i Sverige ved brug af svensk el, er der imidlertid som gennemsnitsværdi betragtet umiddelbart kun et ubetydeligt bidrag til drivhuseffekten. Svensk el-produktion er primært baseret på vandkraft med 49%, kernekraft med 45% og biomasse (f.eks. træ) med 2%, mens brugen af fossile brændstoffer kun udgør 4% (IEA 2001). Det skal dog bemærkes, at en nyere undersøgelse (Pacca & Horvath 2002) peger på, at produktion af el ved vandkraft i hvert fald i mindre omfang kan bidrage til drivhuseffekten som konsekvens af bl.a. metanafgivelse fra det opdæmmede (oversvømmede) land. Endvidere giver el produceret ved kernekraft anledning til andre typer af miljøproblemer og risici f.eks. problemer med radioaktivt affald. Disse forhold er ikke vurderet her. Dansk produceret elektricitet er primært baseret på fossile brændsler, dvs. kul (55%), naturgas (21%) og olie (5%). Den øvrige del (19%) bidrager stort set ikke til drivhuseffekten og er domineret af vindkraft (12%) (Energistyrelsen 2003).

Organisk stof i deponeret affald vil med tiden blive omsat, hvilket medfører dannelse af kuldioxid og metan. Metan er ligesom kuldioxid en drivhusgas, men den virker 25 gange kraftigere set over en 100 års periode. Derfor bør papiraffald ikke deponeres, men forbrændes med energiudnyttelse. Metan-afgivelse fra

lossepladser (papirdeponier) opsamles og udnyttes dog i stigende grad som energikilde i Europa (Larsen et al. 2004b).

### 5.1.2 Ozonlagsnedbrydning

Ozonlaget nedbrydes af flere typer gasser, hvoraf de vigtigste er CFC og haloner. I livscyklus for papir er der ikke fundet emission af ozonlagsnedbrydende gasser, og kopipapir vurderes derfor ikke at bidrage til nedbrydning af ozonlaget.

## 5.2 Regionale miljøbelastninger

Regionale belastninger omfatter traditionelt [forsuring](#) og [fotokemisk ozondannelse](#), dvs. dannelse af ozon ved jordoverfladen samt belastning af vandmiljøet med næringssalte ([næringssaltbelastning](#)) Hertil kommer kronisk [økotoksicitet og toksicitet for mennesker i miljøet](#).

### 5.2.1 Forsuring

Forsuring foranlediges primært af luftudledning af svovl- og nitrogenforbindelser som svovldioxid (SO<sub>2</sub>) og nitrogenoxider (NO<sub>x</sub>). Bidraget til forsuring i livscyklus for papir kommer dels fra energiforbruget ved fremstilling af papirmasse og produktion af papir samt i mindre omfang fra skovning og fra brugen af papir.

Der kan forekomme procesrelaterede udledninger af svovlforbindelser ved fremstilling af sulfatmasse (ubleget og bleget). Det har ikke været muligt at kvantificere disse udledninger, som afhænger af de konkrete produktionsforhold såsom hvilke kemikalier der anvendes.

Energiforbrug i form af typisk produceret elektricitet samt direkte brug af brændsler (f.eks. kul og olie) medfører emission af både svovldioxid og nitrogenoxider.

Forbrug af dansk produceret elektricitet medfører en gennemsnitlig emission i størrelsesordenen af henholdsvis 0,4 g SO<sub>2</sub>/kWh og 1,3 g NO<sub>x</sub>/kWh (E2 2003; Elsam 2003).

Forbrug af brændsler som kul, olie og gas foranlediger emission af SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>. Emissionernes størrelse er afhængig af det specifikke brændsels sammensætning (f.eks. svovlindhold), forbrændingsteknik, røgrensning m.m. Emissionen af svovldioxid fra afbrænding af kul og olie kan f.eks. udgøre henholdsvis 0,8-3 g SO<sub>2</sub>/kg kul (Stignæsværket 2003; Avedøreværket 2003) og ca. 14 g SO<sub>2</sub>/kg olie (Kyndbyværket 2003). Ved brug af gas udledes der ikke svovldioxid. Emission af nitrogenoxider kan f.eks. udgøre henholdsvis 2-6 g NO<sub>x</sub>/kg kul (Stignæsværket 2003; Avedøreværket 2003), ca. 5 g NO<sub>x</sub>/kg olie (Kyndbyværket 2003) og 2-9 g NO<sub>x</sub>/kg gas (Svanemølleværket 2003; Helsingør Kraftvarmeværk 2003; Kraftvarmeværket ved DTU 2003). I modsætning hertil kan emission fra fyring med biomasse (halm/træflis) f.eks. kun udgøre henholdsvis 0,1 g NO<sub>x</sub>/kg biomasse og 0,6 g SO<sub>2</sub>/kg biomasse (Masnedø Kraftvarmeværk 2003).

### 5.2.2 Næringssaltbelastning

Næringssaltbelastning forårsages af udledning af næringssalte til vandmiljøet enten direkte eller indirekte via luftemissioner. Belastninger af jordmiljøet (f.eks. næringsfattige heder) kan også inddrages men er ikke behandlet her. Næringssalte defineres her som forbindelser, der indeholder biologisk tilgængeligt kvælstof (N)

og/eller fosfor (P), f.eks. som bundet i organisk materiale eller typisk i form af nitrat (ammonium/ammoniak) og fosfat. Disse næringssalte er ofte den begrænsende faktor for øget plantevækst i vandmiljøet. Derfor vil forøgede mængder af næringssalte i vandmiljøet kunne medføre opblomstring af alger med efterfølgende iltsvind m.m. (eutrofiering).

Hvad angår papir er emissionen af NO<sub>x</sub> fra afbrænding af fossile brændsler den væsentligste bidragsyder til næringssaltbelastning. Udledning af organisk stof (såkaldt COD) fra især papirmassefremstilling bidrager dog også direkte til et forøget iltforbrug og hermed iltsvind i vandmiljøet.

### 5.2.3 Kronisk økotoksicitet

Udledning af specifikke kemiske stoffer kan også føre til belastning af det ydre miljø. Stoffer, der er meget giftige for dyr og planter eller mindre giftige stoffer, som udledes i større mængder, kan påvirke miljøet. F.eks. er metallerne bly, kviksølv og kadmium meget giftige over for vandlevende organismer og udviser høj kronisk økotoksicitet. Disse metaller samt flere andre udledes bl.a. ved afbrænding af fossilt brændstof ved fremstilling af f.eks. elektricitet.

De kemikalieemissioner i livsforløbet af papir, der bidrager væsentligt til miljøbelastningskategorien for kronisk økotoksicitet, er især forbundet med energiproduktionen. Det drejer sig bl.a. om emission af metaller, f.eks. strontium (Larsen et al. 2004a). Hertil kommer, at der ved papirmasseproduktionen også udledes metaller til vandmiljøet. Desuden udledes AOX med spildevandet som, især hvis blegningen af papirmassen foregår med frit klor, kan indeholde polyklorerede bifenyler (PCB) samt dioxin. Flere af disse stoffer er meget giftige for planter og dyr i vandmiljøet.

### 5.2.4 Kronisk human toksicitet

Udover at de tidligere nævnte miljøbelastninger (f.eks. drivhuseffekten) indirekte kan føre til sundhedsbelastninger (global opvarmning/klimaforandringer -> oversvømmelser -> hungersnød) kan udledning af sundhedsfarlige kemikalier føre til direkte belastning af menneskers sundhed. Af stoffer, der udviser høj kronisk human toksicitet, kan f.eks. nævnes dioxin. Dioxin opstår bl.a. ved affaldsforbrænding og kan efter udvaskning til havet, hvor det optages i fødekæder, ophåbes i fede fisk, som fanges og anvendes til menneskeføde. Dioxin er bl.a. kræftfremkaldende.

De kemikalieemissioner i livsforløbet af papir, der bidrager væsentligt til miljøbelastningskategorien for kronisk human toksicitet, er især forbundet med energiproduktionen. Det drejer sig bl.a. om emission af metaller, f.eks. kviksølv og vanadium (Larsen et al. 2004a). Hertil kommer, at der ved papirmasseproduktionen, især hvis blegningen af papirmassen foregår med frit klor, udledes AOX med spildevandet, som kan indeholde polyklorerede bifenyler (PCB) samt dioxin. Denne mulige emission af PCB og dioxin kan bidrage til kronisk human toksicitet.

## 5.3 Lokale miljøbelastninger

Lokale miljøbelastninger omfatter typisk mulige akutte effekter i vandmiljøet og akutte luftvejspåvirkninger af mennesker som konsekvens af udledning af miljø- og/eller sundhedsskadelige stoffer. Hertil kommer gener i form af støv, støj og lugt.

Desuden kan forurening af grundvand samt miljøbelastninger som konsekvens af affaldsbehandling inddrages.

Af mulige akutte effekter i vandmiljøet, som konsekvens af papirets livsforløb, kan nævnes udledning af strontium og for luftvejspåvirkninger af mennesker udledning af  $\text{NO}_x$  og  $\text{SO}_2$  (Larsen et al. 2004a). Disse udledninger er alle relateret til energiproduktion.

Ved fremstilling af pulp på basis af genbrugspapir udskilles urenheder under processen afsværtning. Dette giver anledning til trykfarveholdigt slam. Slammet kan enten forbrændes, hvorefter asken deponeres på losseplads, det kan deponeres på miljøgodkendte lossepladser, eller det kan, som på Maglemølle papirfabrik, genanvendes ved i cementproduktion (Frees et al. 2004). Ved forbrænding opstår der aske, som bør deponeres. Ved genanvendelse af slammet anvendes mineralerne fra papirfyldstofferne i cement (Dalager et al., 1995). Ved at gennemføre hensigtsmæssige håndteringer af slam og fast affald fra produktionen undgås problemer med forurenende stoffer i slammet.

## 6 Arbejdsmiljøbelastninger

Belastning af arbejdsmiljøet finder primært sted i råvare- og produktionsfasen og er tæt forbundet med brugen af kemikalier og de konkrete produktionsforhold (udsugning m.m.). Systematisk arbejde med at nedbringe disse belastninger kan fremmes ved inddragelse af arbejdsmiljø i miljøstyringssystemer samt ved en arbejdspladsvurdering. I EU lande er det lovpligtigt at foretage en arbejdspladsvurdering. Papirleverandører bør spørges om, hvorvidt arbejdsmiljø er inddraget i et eventuelt miljøstyringssystem hos producenten på lige fod med øvrige miljøbelastninger. Dette er formuleret som et spørgsmål i checklisten.

De arbejdsmiljømæssige konsekvenser ved brug af udvalgte stoffer er herunder beskrevet ifølge Christiansen et al. (1990).

Udsættelse for såvel klor som klordioxid i forbindelse med klorblegning kan give anledning til luftsvejs- og lungesyntomer.

Slimbekæmpelsesmidler anvendes i procesvand ved forarbejdning af papirmasse til papirbaner. Udsættelse for slimicider kan medføre allergisk kontakteksem. Benyttes slimicider i et lukket system, kan de beskrevne arbejdsmiljøproblemer helt undgås.

Svovlholdige forbindelser, f.eks. hydrogensulfid og methylmercaptan (methanthiol), som opstår ved fremstilling af sulfatmasse, kan dels irritere øjne og slimhinder dels på længere sigt indvirke på centralnervesystemet. Grænseværdien for de to stoffer er henholdsvis  $15 \text{ mg/m}^3$  og  $1 \text{ mg/m}^3$  (Arbejdstilsynet, 2002). Emission af svovlholdige forbindelser bør undgås, hvilket er muligt i et lukket system, eller reduceres til et minimum.

Emission af træ- og papirstøv kan give luftsvejssymptomer. Træstøv kan forekomme ved forarbejdning af træ til cellulosemasse. Arbejdstilsynets grænseværdi for træstøv er på  $2 \text{ mg/m}^3$ . Træstøv anses for at være kræftfremkaldende (Arbejdstilsynet 2002). Papirstøv kan forekomme ved fremstilling af papir, ved brug af papir samt ved håndtering af returpapir. Der findes ingen grænseværdi for papirstøv under ikke-industrielle forhold som kontorer. Det typiske støvniveau på kontorer er under  $0,2\text{-}0,3 \text{ mg/m}^3$  ifølge Arbejdstilsynet. For kopimaskiner stiller Arbejdstilsynet krav til indretning af kopirum således at støvgenerne bliver minimale.

Under brug af papiret kan der forekomme afgang af opløsningsmidler, f.eks. toluen fra kopimaskiner og printere (se evt. "Miljøvejledning for kopimaskiner" for detaljer). Generelt er disse emissioner dog ubetydelige og ufarlige ifølge Arbejdstilsynet.

# 7 anbefalinger omkring valg af kopipapir

## 7.1 Anbefalinger før købet

Overvej hvilken papirkvalitet der er nødvendig. Er der behov for hvidt bleget papir baseret på jomfruelige fibre eller kan ubleget genbrugspapir benyttes. Sidstnævnte er at foretrække miljømæssigt.

Overvej hvilken papirtykkelse (gramvægt) der er nødvendig – jo lavere gramvægt jo bedre rent miljømæssigt. Skrivepapir er typisk på 60 – 70g/m<sup>2</sup> og kopi/print papir 80g/m<sup>2</sup>.

Overvej i hvilket omfang opgaven kan klares elektronisk (f.eks. via e-mail), hvorved papir kan spares.

## 7.2 Anbefalinger ved selve købet

Vælg miljømærket papir (f.eks. Svane eller Blomst mærket) eller papir der lever op til kriterierne for miljømærket papir.

Vælg papirproducenter der har indført miljøstyring (f.eks. EMAS eller ISO 14001) og evt. også arbejdsmiljøstyring (f.eks. OHSAS 18001/18002).

Vælg papir med højst muligt indhold af genbrugsfibre og/eller jomfruelige fibre fra certificeret bæredygtigt skovbrug.

Vælg om muligt ubleget papir eller papir bleget helt uden brug af klorgas.

## 7.3 Anbefalinger ved brug af kopipapir

Tilstræb at der kopieres/printes på begge sider af papiret, og at der nedkopieres, når det ikke strider mod kvalitetsmæssige krav.

Sørg for at de rigtige papirkvaliteter (gramvægte) bruges til det rette formål. Tilstræb så lav gramvægt som muligt.

Sørg for god ventilation i rum hvor der kopieres/printes af hensyn til arbejdsmiljøet.

## 7.4 Anbefalinger ved bortskaffelse af kopipapir

Sørg for at et godt, let tilgængeligt og praktisk indsamlingssystem eksisterer. Sikre dig at al brugt/kasseret papir sendes til genanvendelse.

## 7.5 Prioriteret spørgeramme for indkøb

### **Papirtype**

Hvor stor en andel udgør genbrugsfibre i papiret?

Hvor stor en andel udgør fibre fra certificeret bæredygtigt skovbrug i papiret?

Er papiret ubleget?

Er papiret bleget med ikke-klorholdige blegemidler, f.eks. brintperoxid (TCF)?  
Er papiret bleget uden brug af frit klor (ECF)?

### **Energiforbrug**

Hvad er det samlede energiforbrug (GJ/ton) ved produktion af papiret?  
Hvor stor er samlede udledning af kuldioxid i kg/ ton papir?  
Hvor stor er samlede udledning af svovl i kg/ ton papir?  
Hvor stor er samlede udledning af nitrogenoxid (NO<sub>x</sub>) i kg/ ton papir?

### **Produktionsforhold**

Har producenten indført certificeret miljøledelse?  
Har producenten en miljøpolitik?  
Fremstilles papirmasse (pulp) i en integreret produktion?

### **Spildevand**

Hvor stor er udledningen af organisk stof (COD) i kg COD/ton papir?  
Hvor stor er udledningen af næringsstoffer (N og P) i kg/ton papir?  
Hvor stor er udledningen af halogenerede (klorerede) forbindelser (AOX) i kg AOX/ton papir?  
Hvor stor er udledningen af tungmetaller (Cd, Pb, As, Cr, Cu, Hg, Zn, Ni) i kg/ton papir?

### **Arbejds miljø**

Er arbejdsmiljøet inddraget i et evt. miljøstyringssystem?  
Er der foretaget en skriftlig arbejdspladsvurdering hos producenten?

# Videnscentre

Arbejdstilsynet, <http://www.at.dk>

LCA Center, <http://www.lca-center.dk>

Miljømærkesekretariatet, <http://www.ecolabel.dk>

SKI (Statens og Kommunernes Indkøbs Service A/S), <http://www.ski.dk>

Informationscenteret for Miljø & Sundhed, <http://www.miljoeogsundhed.dk>

CEPI (Confederation of European Paper Industries), [www.cepi.org](http://www.cepi.org)

# Litteratur

Papir og farve – og andre materialer til grafisk produktion. Erik Silfverberg.  
Grafisk Litteratur 1992. Udkommet i Den Grafiske Højskoles skriftserie.

Mærk Miljøet: <http://www.ecolabel.medietimen.dk/index.php>

# Referencer

Arbejdstilsynet (2002). Grænseværdier for stoffer og materialer, At-vejledning C.0.1, oktober 2002. Arbejdstilsynet. <http://www.at.dk/graphics/at/pdf/At-vejledning/C01-GV-liste-oktober-2002.pdf>

Avedøreværket (2003). ENERGI E2. Grønt regnskab 2003. Avedøreværket. [http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page\\_ID=69](http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page_ID=69) (24/1-2005).

Baggrundsnotat (2003). Baggrundsnotat. Moduler for Svanemærkede papirprodukter. 16 september 2003. Miljømærkesekretariatet.

CEPI. (2003). Special Recycling 2002 statistics. CEPI. October 2003. [www.cepi.org](http://www.cepi.org).

Christiansen, K, Grove A, Hansen LE, Hoffmann L, Jensen A. A, Pommer K, Schmidt A (1990). Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer. Miljøprojekt nr. 131. København : Miljøstyrelsen

Dalager S, Jensen AB, Drabæk I, Ottosen LM, Harreskov K, Busch NJ, Holmstrand HC, Møller F (1995). Miljøøkonomi for papir- og papkredsløb. Arbejdsrapport nr. 29 og nr. 31 samt Miljøprojekt nr. 294. Miljøstyrelsen.

E2 (2003). ENERGI E2. Årsrapport 2003. [http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page\\_ID=69](http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page_ID=69) (24/1-2005).

Elsam (2003). Elsam Årsrapport 2003. <http://www.elsam.dk/page.dsp?area=1259> (24/1-2005).

Energistyrelsen (2003): [http://www.ens.dk/graphics/Publikationer/Statistik/Energistatistik\\_2003/filer/Figurer2003\\_Internet.xls](http://www.ens.dk/graphics/Publikationer/Statistik/Energistatistik_2003/filer/Figurer2003_Internet.xls) (24/1-2005).

EU Kommissionen (2002). Kommissionens beslutning af 4. september 2002 om opstilling af reviderede miljøkriterier for tildeling af fællesskabets miljømærke til kopipapir og grafisk papir og om ændring af beslutning 1999/554/EF. K(2002) 3294. (2002/741/EF).

Frees, N., Hansen, M., S., Ottosen, L., M., Tønning, K., Wenzel, H. (2004). Opdatering af vidensgrundlaget for de miljømæssige forhold ved genanvendelse af papir og pap. Miljøprojekt XXX 2004. 13. udkast, januar 2004. Miljøstyrelsen.

Helsingør Kraftvarmeværk (2003). ENERGI E2. Grønt regnskab 2003. Helsingør Kraftvarmeværk. [http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page\\_ID=69](http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page_ID=69) (24/1-2005).

Kraftvarmeværket ved DTU (2003). ENERGI E2. Grønt regnskab 2003. Kraftvarmeværket ved DTU. [http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page\\_ID=69](http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page_ID=69) (24/1-2005).

Kyndbyværket (2003). ENERGI E2. Grønt regnskab 2003. Kyndbyværket.  
[http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page\\_ID=69](http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page_ID=69) (24/1-2005).

IEA (2001):

[http://www.iea.org/Textbase/stats/electricityoecd.asp?oecd=Sweden&SubmitB=Submit&COUNTRY\\_LONG\\_NAME=Sweden](http://www.iea.org/Textbase/stats/electricityoecd.asp?oecd=Sweden&SubmitB=Submit&COUNTRY_LONG_NAME=Sweden) (24/1-2005).

INFRAS (1998). LCA Graphic Paper and Print Products (Part 2: Report on the industrial processes assessment). An environmental project of: Axel Springer Verlag, STORA and CANFOR. Scientific consultant: INFRAS, Zürich

IVL (1996). Institutet för vatten- och luftsvårdsforskning, IVL referat, Tvärvetenskap 1/96, IVL-Rapport B 1209. Stockholm : Institutet för vatten- och luftsvårdsforskning, IVL

Larsen, H.F., Hansen, M.S. and Hauschild, M. (2004a). Ecolabelling of printed matter. Part II: Life cycle assessment of model sheet fed offset printed matter. *Environmental Project No. ???*. (final draft, peer review comments included). Ministry of Environment and Energy, Denmark. Danish Environmental Protection Agency.

Larsen HF, Hansen MS, Hauschild M (2004b). Including chemical-related impact categories in LCA on printed matter – does it matter? *Submitted to Journal of Cleaner Production*.

Miljøstyrelsen (1994). Produktion og miljøforhold i papirindustrien. Miljøprojekt nr. 257. Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen (2004a). Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler.  
<http://www.mst.dk/Bekaemp/Sgbek.htm> (1/12-2004)

Miljøstyrelsen (2004b). Listen over farlige stoffer.  
<http://www.mst.dk/kemi/02010100.htm> (1/12-2004).

Nordisk Miljømærkning (2003a). Svanmærkning av Pappersprodukter – Basmodul. Version 1.0. 9 oktober 2003. <http://www.ecolabel.dk/NR/rdonlyres/B697039A-E11E-4B78-BF06-96CBCB888C1C/0/Basismodulfællesforpapirproduktion.pdf>

Nordisk Miljømærkning (2003b). Svanmærkning av Pappersprodukter – Kemikaliemodul. Version 1.0. 9 oktober 2003.  
<http://www.ecolabel.dk/NR/rdonlyres/9A945ADC-ABD6-4E02-A98B-E99764537BEE/0/Kemikaliemodulfællesforpapirproduktion.pdf>

Nordisk Miljømærkning (2005). Svanmærkning av Kopi- og tryktpapir - Tilleggsmodul. Version 3.0. 15 mars 2005 – 30 juni 2009.  
<http://www.svanen.nu/DocNord/044.pdf>

Pacca, S., Horvath, A. (2002). Greenhouse gas emission from building and operating electric power plants in the upper Colorado River Basin. *Environ. Sci. Technol.* 36, 3194-3200.

Schmidt et al. (1994). Det Materialeteknologiske Udviklingsprogram. Rammeprogrammet for integrerede miljø- og arbejdsmiljøvurderinger. Livscyklusmodel til vurdering af nye materialer. Metoder, vurderingsgrundlag og fremgangsmåde. Erhvervsfremme Styrelsen m.fl.

Silfverberg, E. (1992). Papir og farve – og andre materialer til grafisk produktion. Grafisk Litteratur. ISBN: 87 88263 460.

Stignæsværket (2003). ENERGI E2. Grønt regnskab 2003. Stignæsværket.  
[http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page\\_ID=69](http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page_ID=69) (24/1-2005).

Svanemølleværket (2003). ENERGI E2. Grønt regnskab 2003. Svanemølleværket.  
[http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page\\_ID=69](http://www.e2.dk/asp/publiceringer.asp?Page_ID=69) (24/1-2005).

Tang, J. (2005). Personlig samtale med energi- og miljøchef John Tang, Dalum Papir A/S. Desuden hørings svar.

Tønning, K., Malmgren-Hansen, B. (2004). Statistik for returpapir og pap 2002. Miljøprojekt 937. Miljøstyrelsen. Miljøministeriet.