

find flere miljøvejledninger på miljoevejledninger.dk

baggrundsdokument for miljøvejledning for kopieringsydelse

Udarbejdet af Henrik Fred Larsen, IPU
28 november 2005

Indhold

FORORD	5
1 INDLEDNING	6
1.1 MARKEDET FOR KOPIERINGSYDELSER	7
2 BESKRIVELSE AF PRODUKTGRUPPEN	9
2.1 LIVSFORLØBET FOR KOPIERINGSYDELSER	9
2.2 MILJØMÆRKER	11
3 MILJØBELASTNINGER I LIVSFORLØBET FOR PAPIRKOPIER	12
3.1 UDVÆLGELSE AF MILJØBELASTNINGER	12
4 MATERIALE- OG ENERGIFORBRUG	14
4.1 MATERIALEFORBRUG	14
4.1.1 <i>Papir</i>	14
4.1.2 <i>Tonerpulver</i>	17
4.1.3 <i>Øvrige materialer/kemikalier</i>	17
4.2 ENERGIFORBRUG	18
4.2.1 <i>Energiforbrug ved papirmasse- og papirproduktion</i>	18
4.2.2 <i>Energiforbrug ved kopiering</i>	19
4.2.3 <i>Energigevinst ved forbrænding</i>	20
4.2.4 <i>Energiforbrug og –gevinst ved genanvendelse</i>	20
5 MILJØBELASTNINGER	21
5.1 GLOBALE MILJØBELASTNINGER	21
5.1.1 <i>Drivhuseffekt</i>	21
5.1.2 <i>Ozonlagsnedbrydning</i>	22
5.2 REGIONALE MILJØBELASTNINGER	22
5.2.1 <i>Fotokemisk ozondannelse</i>	22
5.2.2 <i>Forsuring</i>	22
5.2.3 <i>Næringssaltbelastning</i>	23
5.2.4 <i>Kronisk økotoksicitet</i>	23
5.2.5 <i>Kronisk human toksicitet</i>	24
5.3 LOKALE MILJØBELASTNINGER	24
6 ARBEJDSMILJØBELASTNINGER	25
6.1 ARBEJDSMILJØBELASTNINGER VED PRODUKTION AF PAPIR	25
6.2 ARBEJDSMILJØBELASTNINGER VED KOPIERING	26
7 ANBEFALINGER OMKRING VALG AF KOPIERINGSYDELSER	28
7.1 ANBEFALINGER FØR KØBET	28
7.2 ANBEFALINGER VED SELVE KØBET	28
7.3 ANBEFALINGER VED BRUG AF PAPIRKOPIEN	29
7.4 ANBEFALINGER VED BORTSKAFFELSE AF PAPIRKOPIEN	29
7.5 PRIORITERET SPØRGERAMME FOR INDKØB	29
VIDENSCENTRE	31
LITTERATUR	32

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. Ansvarlig for den faglige revision og opdatering er IPU, mens JVAI er ansvarlig for koncept og formidling.

Dokumentet erstatter Miljøstyrelsens tidligere baggrundsdokument for produktgruppen ”kopieringsydelse”. Da der er tale om en opdatering af baggrundsdokumentets faglige indhold til i dag, er en del af indholdet genbrug fra det tidligere dokument: Steen Vestergaard og Per Kjærgaard, ”Baggrundsdokumentation – Kopieringsydelse”, Miljøstyrelsen, marts 1998.

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

Ved produktgruppen “kopieringsydelse” forstås her følgende: En ydelse, som på papir gengiver et billede eller en tekst i sort/hvid eller farve i flere eksemplarer fremstillet ved hjælp af fotokopimaskiner. Produktet af ydelsen er altså en papirkopi.

Nærværende baggrundsdokument beskriver de miljø- og sundhedspåvirkninger herunder ressourceforbrug, der knytter sig til kopieringsydelser og hermed papirkopien. Her beskrives udelukkende de indkøb af kopieringsydelser, som købes eksternt eller udføres på eget hustrykkeri. Kopiering på almindelige kontorkopimaskiner, hvor kopierne tages af medarbejderne på kontoret, er dækket af vejledningen om fotokopimaskiner ”Miljøvejledning for kopimaskiner”.

Der er udarbejdet en selvstændig miljøvejledning om arkoffset tryksager (”Miljøvejledning for tryksager: Arkoffset”).

Beskrivelsen og vurderingen af miljø- og sundhedspåvirkningerne er gennemført på et generelt niveau, og der er derfor ikke foretaget vurderinger af specifikke produkter/virksomheder. Der er udarbejdet generelle beskrivelser og vurderinger for typisk forekommende belastninger fra typisk forekommende kopieringsydelser. Anbefalingerne i dette materiale kan være med til, at hjælpe indkøberen til at gøre et miljømæssigt godt valg.

Ved udførelse af kopieringsydelser kan anvendes forskellige typer og størrelser af papir, kopimaskiner og kopifarver. En række af disse produkter er beskrevet i andre miljøvejledninger, bl.a. vedr. skrive- og kopipapir (”Miljøvejledning for skrive- og kopipapir”) og kopimaskiner (”Miljøvejledning for kopimaskiner”). Beskrivelserne af disse områder vil i et vist omfang blive gentaget i nærværende baggrundsdokumentation.

De ydelser, hvor kunden elektronisk afleverer en tekst/tegning/billede, som skal omrydes, opsættes og tilbagesendes elektronisk, således at den af kunden enten kan udprintes i de eksemplarer, der skønnes nødvendigt eller distribueres elektronisk, forekommer i dag kun i begrænset omfang. Denne type ydelse er ikke omfattet af nærværende baggrundsdokumentation.

Teknikker såsom farveplotning vil ikke blive beskrevet her, idet denne ydelse ikke er en kopiteknik, men originaler der udkommer hver gang.

Beskrivelsen af miljø- og sundhedsbelastningerne er baseret på livscyklustankegangen. Det vil sige, at miljø- og sundhedsbelastningerne ved ydelsen kopiering beskrives og vurderes gennem hele livscyklus fra udvinding af råmaterialer over produktion til brug og bortskaffelse/genanvendelse af det kopierede produkt, dvs. papirkopien.

Først i baggrundsdokumentet (kap. 2) beskrives produktgruppen og livsforløbet for papirkopien. Dernæst udpeges de processer, hvor der umiddelbart vurderet kan være væsentlige miljøbelastninger i bred forstand (kap. 3). Disse belastninger er efterfølgende beskrevet i kap. 4 og kap. 5, som omhandler materialeforbrug, energiforbrug samt miljø- og sundhedsbelastninger. Arbejdsmiljøbelastninger inddrages i kap. 6. Til slut gives anbefalinger til gennemførelse af miljøvenligt

indkøb af kopieringsydelser (kap. 7). Afslutningsvist er der angivet videncentre, litteratur og referencer.

1.1 Markedet for kopieringsydelser

Der er ikke foretaget en egentlig markedsundersøgelse i forbindelse med dette baggrundsnotat. Ifølge skøn fra ”Miljøvejledning for kopimaskiner” er der ca. 25.000 kopimaskiner i Danmark og der passerer årligt omkring 6 milliarder papir A4 ark igennem disse. Heraf må en væsentlig del skønnes at være kontorkopimaskiner.

Der er ikke hos leverandørerne forespurgt, hvor mange kopier det offentlige køber årligt. Ifølge leverandørerne udføres kopierings-ydelser, som de kendes i traditionel forstand, i stigende omfang af det offentlige selv. En lang række kommuner og amter har egne trykkerier, hvor der også er kopieringsudstyr. De kopieringsydelser der indkøbes af det offentlige udenfor eget hus er typisk ydelser, hustrykkeriet ikke har kapacitet eller teknisk kunnen til at trykke/kopiere.

Eksempler på kopierings-ydelser der typisk udføres for det offentlige eller på interne trykkerier kan være:

- Dagsordener
- Informationsmateriale tilborgere
- Internt informationsmateriale
- Rapporter
- Oplæg til pjecer eller rapporter
- Tegningsmateriale i sort/hvid eller farve
- Licitationsmateriale og byggebeskrivelser
- Lokalplaner
- Virksomhedsplaner
- Prospekter
- Projektbeskrivelser
- Undervisningsmaterialer
- Budgetter
- Regnskaber

Størrelsen af disse kopierings-ydelser kan typisk variere fra en-sides kopiering til en 200 siders rapport. Oplaget vil ofte være meget lille – fra 1 kopisæt til 25-50 kopisæt. I enkelte tilfælde større (op til 150 kopisæt).

Den kopieringsydelse, der indkøbes, vil ofte være afhængig af, hvorvidt det teknisk er bedst at udføre kopien på en fotokopieringsmaskine, eller om de tekniske krav nødvendiggør anvendelse af en anden teknik – eksempelvis offset.

Af væsentlige forskelle mellem fotokopiering og arkoffset kan nævnes:

- Fotokopiering på digitale maskiner giver mulighed for “tryk efter behov” (print on demand). Dette betyder, at der kun laves lige nøjagtig det antal kopier, som der skønnes behov for. Hvis der senere viser sig behov for flere eksemplarer, er det forholdsvis lettere at fremstille flere ved kopiering, da originalen er lagret elektronisk, og da der stort set ikke er nogen indkøring af maskinen ved opgaveskift. Ved store oplag vil det dog i dag oftest være mest rentabelt at benytte offset til sort/hvid tryk. Grænsen for hvad der bedst kan betale sig afhænger af opgavens sammensætning og efterbehandling, men den flytter sig til stadighed, således at kopiering af større og større oplag kan betale sig.

- Fotokopiering giver mulighed for hurtigere levering. Ved kopiering skal der ikke først fremstilles en trykform, og der er som nævnt stort set ingen indkøring af maskinen ved nye opgaver, hvilket betyder, at der er mulighed for hurtig levering.
- Arkoffsetmaskiner kan klare lidt tyndere og lidt tykkere papirkvaliteter.
- Kopieringsmaskinerne kan i dag klare papirkvaliteter på gramvægte fra 60 g/m² til 200 g/m², hvilket rigeligt dækker de mest anvendte kvaliteter.
- Offset-tryk giver i dag den bedste trykkekvalitet. I praksis er forskellen dog så lille, at det for den almindelige forbruger ikke umiddelbart er muligt at se forskel.

2 Beskrivelse af produktgruppen

2.1 Livsforløbet for kopieringsydelse

En kopieringsydelse set i livscyklusperspektiv er forenklet vist på figur 1. Figuren medtager produktionen af de væsentligste råvarer, dvs. papir og toner mens bl.a. udvinding og produktion af brændsler til produktion af energi ikke er vist.

På figuren er der især fokuseret på papiret, som er den væsentligste enkeltkomponent ved kopiering. Fremstillingen af papir og toner samt genbrug/bortskaffelse er kort behandlet i kapitel 4.

Kopieringen, som den er defineret i denne produktgruppe, foregår hos kopivirksomheden ved hjælp af fotokopimaskiner, der fungerer efter det xerografiske princip.

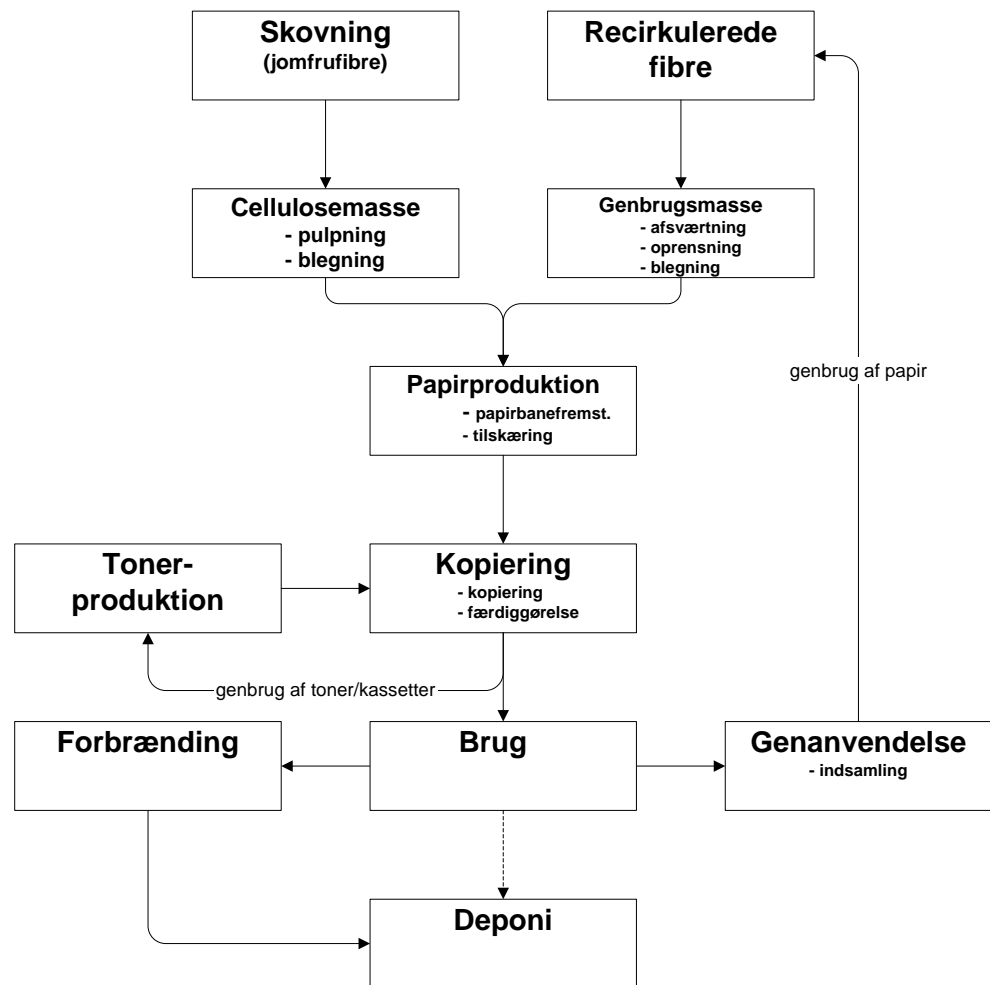
Princippet ved xerografi er, at en tromle lades op med elektricitet. Ved belysning aflades tromlen hvor lyset falder. Herefter tilføres tromlen toner (farvepulver), som kun sætter sig på de opladede steder, altså i billedfelterne. Samtidig oplades papiret, og billedet overføres til dette ved at passere tæt forbi tromlen. Papiret påføres fuserolie (silikoneolie) for at forhindre, at toneren brænder fast i de efterfølgende varmeruller, hvor toneren fikseres til papiret.

I konventionelle fotokopimaskiner (analoge maskiner) overføres originalen til en tromle, ved at lys reflekteres fra originalen projiceres over på tromlen. I store maskiner (digitale maskiner), der typisk benyttes på kopieringsvirksomheder, scannes originalen ind, hvis den er på papir eller læses ind elektronisk. Ved disse maskiner er det således ikke nødvendigt at belyse originalen for hver kopi der tages.

Færdiggørelsen kan omfatte flere forskellige typer:

- Hæftning over hjørne med metalklammer
- Falsning og ryghæftning med metalklammer
- Lim eller tape
- Spiralindbinding med metal eller plast
- Fuldt omslag (fx plast med ryg der limes på)
- Hulning
- Runde hjørner
- Renskæring
- Blokning
- Optagning (samling i sæt)
- Falsning
- Perforering

Endelig kan der foretages en laminering, hvis det er kopier, der skal kunne modstå slid (fx. tegninger der anvendes på byggepladser etc.).



Figur 1. Simplificeret oversigt over livsforløbet for papirkopier.

De mest anvendte papirformater er A4 og A3, men det er muligt at kopiere i de samme formater som ved offset-tryk.

Kopieringsmaskiner kan kopiere på 100% genbrugspapir. Dog kan der især ved kopiering på begge sider ved visse kvaliteter af 100% genbrugspapir opstå problemer. Dette skyldes, at genbrugspapir indeholder mere bindemiddel, der under opvarmningen i varmerullerne kan bevirke papirstop. Støvparkler fra papiret kan ligeledes lægge sig på kopibæltet, hvilket kan forårsage pletter på kopierne.

Problemet kan løses ved at benytte 100% genbrugspapir, der af papirleverandøren er specificeret til kopiering på begge sider.

Desuden kan problemet løses ved at kopiere på papirets såkaldte vireside først. Viresiden er den side af papiret, der har vendt ned mod viren på papirmaskinen, og derfor er papirets underside. Oversiden og viresiden vil have forskellige egenskaber med hensyn til sugsevne og udvidelse ved optagelse af fugt, fordi den del af papiret der er i kontakt med viren mister en del af sit fyldstof og indholdet af små fibre.

Det er vanskeligt at se på papiret, hvilken side der er viresiden, men dette er normalt markeret på emballagen med en pil.

Endelig kan man benytte dobbeltviret papir, hvorved problemerne med forskellene undgås.

Genbrugspapir kan endvidere give anledning til problemer, hvis det ikke har været opbevaret ved den rigtige luftfugtighed og temperatur umiddelbart før kopieringen. Dette vurderes dog ikke at være et generelt problem hos kopivirksomheder, men snarere et problem ved almindelig kontorkopiering, hvor der ikke er de samme muligheder for kontrolleret papiropbevaring.

Ifølge Miljømærkesekretariatets vurdering er kvaliteten på papiret i dag så god at det ikke giver problemer at anvende genbrugspapir i almindelige kopimaskine. Problemet kan opstå i egentlige printcentre med en væsentlig højere produktionskapacitet end almindelige kopimaskiner (Miljømærkesekretariatet 2005).

2.2 Miljømærker

Da kopiering i denne sammenhæng typisk er digital, er kopieringsydelser (dvs. tryksag fremstillet ved digital kopiering) omfattet af digitaltryk og dermed af miljømærkriterierne for tryksager (Nordisk Miljømærkning 2003c). Dette gælder også de kommende blomstkriterier for tryksager der er under udarbejdelse (EU Kommissionen 2005). Hertil kommer både Svanemærke- og Blomstmærkekriterier for papir (Nordisk Miljømærkning 2005, 2003a og 2003b samt EU 2002). Kriteriedokumenterne for papir indeholder krav til alt papir til skrive-, trykke- og kopieringsformål. Kravene vedrører produktionen af papiret.

Af andre relevante miljømærker kan nævnes Svanemærkerne for kopimaskiner (Nordisk Miljømærkning 2004a), tonerkassetter (Nordisk Miljømærkning 2004b) og lime (Nordisk Miljømærkning 2004c).

En aktuell oversigt over Svane- og/eller Blomst mærkede produkter kan findes på Miljømærkesekretariatets hjemmeside: <http://www.ecolabel.dk/>. Kriterierne for Svanen og Blomsten revideres regelmæssigt og nyeste versioner kan ligeledes findes på Miljømærkesekretariatets hjemmeside.

3 Miljøbelastninger i livsforløbet for papirkopier

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

Beskrivelse og vurdering af papirkopiers 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 papirkopier. På baggrund heraf er der opstillet anbefalinger, der kan anvendes ved køb af kopieringsudrustning.

Beskrivelse og vurdering af miljøbelastningen i bred forstand gennem livsforløbet omfatter følgende temaer:

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

3.1 Udvalgelse af miljøbelastninger

Vurderingen af papirkopiers miljøbelastning gennem livsforløbet er indledt med en udvælgelse af de processer (herunder emissioner) og materialer, som medfører væsentlige miljøbelastninger gennem papirkopiens livsforløb. Brugsfasen er ikke medtaget, da der ikke er væsentlige forbrug af materialer eller energi eller miljøbelastninger herfra. Resultatet fremgår af tabel 1.

Da der ikke eksisterer (tilgængelige) livscyklusstudier af kopieringsudrustning er vurderingerne i tabel 1 og de efterfølgende kapitler (5 og 6) i relevant omfang baseret på livscyklusvurderinger af papir og tryksager (især Larsen et al. 2005a), "Miljøvejledning for skrive- og kopipapir", "Miljøvejledning for tryksager: Arkoffset" og "Miljøvejledning for kopimaskiner".

<i>Fase:</i> <i>Kategori:</i>	Udvinning og produktion af råvarer og materialer (træ, olie etc.) (materialefasen)	Fremstilling af papirkopier (produktionsfasen)	Bortskaffelse af papirkopier (bortskaffelsesfasen)
Materialeforbrug	Meget væsentlig - Arealanvendelse til skovbrug - Energiresourcer (gas, olie etc.) - Kemikalier (svovlholdige, blegekemikalier m.m.) - Filler (kaolin, kridt m.m.) (- Toner)	Væsentlig - Papirforbrug - El-forbrug (energiresourcer: gas, olie, kul etc.) (- Tonerforbrug)	Væsentlig (positiv) - Papirgenbrug
Energiforbrug	Meget væsentlig - Fremstilling af jomfrufibre til papir	Væsentlig - Drift af kopimaskine	Væsentlig (positiv) - Energigenvinding (forbrænding af papir)
Miljøbelastninger:	Meget væsentlig	Væsentlig	Mindre væsentlig
- Globale	CO ₂	CO ₂	
- Regionale	SO ₂ , NO _x , AOX, tungmetaller	SO ₂ , NO _x	-
- Lokale	SO ₂ , NO _x , tungmetaller	SO ₂ , NO _x	Div. affaldsfraktioner, herunder slam fra recirkulering af genbrugspapir (ved pulpning)
Arbejds miljøbelastninger	Bl.a. træstøv og papirstøv	Bl.a. støj, papirstøv, tonerpulver og ozon	(Papirstøv ved indsamling)

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

Som det fremgår af tabel 1, er den væsentligste miljøbelastende fase i livsforløbet materialefasen. 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. CO₂) med mulige miljø- og sundhedseffekter (f.eks. **global opvarmning**).

Produktionsfasen er væsentlig og i dette tilfælde er det især forbrug af papir og el-forbruget der har betydning.

Bortskaffelsesfasen er væsentlig, fordi der ved genbrug af papir spares ressourcer (herunder energiressourcer), og ved afbrænding af papir med energiudnyttelse spares forbrug af fossile brændstoffer. Hvad angår direkte miljøbelastninger fra denne fase, er den mindre væsentlig - men det skal bemærkes, at der indirekte "spares" miljøbelastning (f.eks. CO₂-emission) fordi forbrænding af papir medfører undgået brug af fossile brændstoffer.

4 Materiale- og energiforbrug

4.1 Materialeforbrug

Den væsentligste råvare til fremstilling af kopier er papir, idet papiret typisk udgør omkring 99% af kopiens vægt. Udover papiret benyttes der også toner, som gennemsnitligt udgør omkring 0,7% af kopiens vægt samt silikoneolie, der udgør omkring 0,2% af kopiens vægt.

Herudover kan der benyttes andre materialer til færdiggørelse af kopierne, såsom spiralrygge af plast eller metal, hæfteklammer af metal, lim, plastforsider og laminater.

Produktion af selve kopimaskinen vil ikke blive gennemgået her, da miljøforholdene for produktion af kopimaskiner ikke vurderes at være væsentligt i betydning i forhold til papirfremstillingen. Produktionen er beskrevet i miljøvejledningen for kopimaskiner("Miljøvejledning for kopimaskiner"), hvoraf det fremgår, at de væsentligste materialer der indgår er jern, aluminium, kobber, plast, gummi og glas.

Papir spiller altså en stor rolle for ressourceforbruget i en papirkopis livscyklus. De ressourcer der derfor trækkes mest på er vand og træ samt fossile brændsler som gas og olie. Både vand og træ er fornyelige ressourcer og behandles ikke yderligere.

Det største forbrug af ikke-fornyelige ressourcer udgøres af energiressourcer (især naturgas og olie) og de stoffer, der i papirproduktionen bruges som filler eller coatefarve, dvs. kaolin, talkum, bentonit eller kridt.

Nedenstående gennemgang af materialeforbruget i en papirkopis livsforløb er opdelt i følgende emner, som er mere eller mindre væsentlige for ressourceforbruget.

- Papir (inkl. skovbrug, papirmasse- og papirfremstilling)
- Tonerpulver
- Øvrige materialer/kemikalier

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

4.1.1 Papir

Udover arealanvendelse ved skovbrug er materialeforbruget ved papirproduktion koncentreret om selve fremstillingen af papirmasse (pulp) og papir. Ved fremstilling af papirmasse benyttes proces- og blegekemikalier, bl.a. en hel del svovlholdige kemikalier. Hovedparten af svovlkemikalierne regenereres og recirkuleres, men alt i alt forbruges der en vis mængde svovl. Ved fremstillingen af papir bruges endvidere råvarer i form af især fyldstoffer (filler), lim m.m.

Arealanvendelse ved skovbrug

Den typisk mest dominerende bestanddel af papir er cellulosefibre fra træ frembragt ved skovbrug. At skovbruget er bæredygtigt 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 for papir i 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.

Fremstilling af papirmasse og papir

Til fremstilling af papirmasse anvendes en række kemikalier udover den primære råvare, som er jomfrufibre og/eller recirkulerede fibre. Følgende beskrivelser bygger på kilderne Dalager et al. (1995) og Miljøstyrelsen (1994), medmindre andet er anført.

Fremstilling af papirmasse

Ved fremstilling af jomfruelig papirmasse, henholdsvis sulfit og sulfat typer, benyttes i princippet den samme proces. Træflis koges sammen med kemikalier (f.eks. natriumsulfit eller natriumsulfat m.m.) 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. Papirmassen bleges typisk med klordioxid eller brintperoxid.

Ved fremstilling af papirmasse på basis af indsamlet papir til genbrug opløses papiret i vand, og cellulosefibrene adskilles herved fra hinanden og den opnåede papirmasse ligner jomfruelig papirmasse. Under processen udvaskes tryksværte (toner) og trykfarve ved en afsværtningsproces ("de-inking"), typisk under brug af natriumsæbe. Herved kan urenheder som fyldstoffer og tryksværte skummes af som slam. Til oprensning af genbrugsfibrene anvendes bl.a. natriumhydroxid og kompleksdanner, og til blegning bl.a. brintperoxid (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 af papirmasse foretages for at give papiret større lyshed. Ved blegning af papirmasse foretrækkes brintperoxid (såkaldt TCF blegning) frem for klorforbindelser, 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). Blegning med klordioxid kan erstattes af brintperoxid og ozon (TCF blegning), hvilket er mindre belastende for såvel arbejdsmiljø som det ydre miljø (IVL 1996). 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.

Fremstilling af papir

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 (bioakkumuleres) i vandlevende organismer.

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).

Fyldstoffer (filler), lim og andre hjælpestoffer iblandes papirmassen inden forarbejdning til papir. Fyldstofferne er typisk kridt, ler (kaolin), titandioxid og/eller talkum. Samme stoffer anvendes også ved bestrygning af papir. Tilsætning af fyldstoffer vurderes til ikke at være væsentlig for papirets samlede miljøbelastning. Lim af typen stivelseslim tilsættes i nogle papirmasser

Kemikalieforbrug generelt

I det nordiske miljømærke Svanen (Nordisk Miljømærkning, 2005, 2003a, 2003b) og EU Kommissionens mærke Blomsten (EU Kommissionen, 2002) stilles krav til de anvendte kemikalier ved produktion af papir. 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 [alkylphenoethoxylater](#). 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 Blomsten 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.

Forbrug og genbrug af papir

Da papir er dominerende, hvad angår ressourcetræk i en papirkopis livsforløb, er papirforbruget ved kopieringen også meget væsentligt. Tiltag der begrænser papirforbruget, som f.eks. reduktion i gramvægt og kopiering på begge sider har derfor væsentlig betydning for kopieringsydelsens samlede ressourcetræk.

Ved at genbruge papiret spares godt 40% af energiforbruget (og hermed energiressourcer) i sammenligning med fremstilling af jomfrueligt papir (se afsnit 4.2, tabel 2). Endvidere er kemikalieforbruget generelt 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 Danmark genbruges via forskellige indsamlingsordninger totalt set omkring 53% af

papirforbruget og for kopipapir er andelen givetvis væsentlig større, da der her er tale om papir af høj økonomisk værdi. Kun en mindre del af den indsamlede papirmængde anvendes dog til fremstilling af genbrugspapir (meget går til f.eks. genbrugspap) og efterfølgende til kopieringsydelse.

4.1.2 Tonerpulver

Toner anvendes i kopimaskiner til sværtning, og svarer til trykfarven i en trykkemaskine. Et eksempel på et gennemsnitligt tonerforbrug er angivet i ”Miljøvejledning for kopimaskiner” og andrager 7 kg per ton papir, hvilket svarer til 0,7% af papirets samlede vægt. Dette niveau bekræftes af data fra Baumann & Rothardt (1999). I kopimaskiner anvendes tørt pulver. Tokomponent toneres partikelstørrelse er typisk 5-32 µm (mikrometer). Tonerpulveret består primært af bindemiddel (ca. 90%), der smelter ved opvarmning til ca. 200 grader. Som bindemiddel anvendes forskellige blandinger af polymere forbindelser, fx. styren/acrylat copolymer og polypropylen (Leach & Pierce 1993). Derudover indgår der farvestoffer. For tonere til sort/hvid kopier er farvestoffet som regel Carbon Black (kønrøg), der er kulstøv fremstillet ud fra olie, eller jernoxid. Til farvekopier benyttes tonere med forskellige farvestoffer (gul, rød og blå toner), typisk baseret på organiske pigmenter (Baumann og Rothardt 1999).

For at holde pulveret tørt er der ofte tilsat silikaforbindelser. Desuden er der ofte tilsat forskellige andre additiver, der forbedrer tonerens egenskaber. Det tonerpulver, der bliver brugt ved kopi- og printermaskiner leveres i lukkede beholdere. Der findes i dag forskellige systemer af kassetter indeholdende tonerpulver.

Når der udføres kopiering overføres tonerpulveret fra tromlen til det papir der kopieres. I denne proces vil der være et toneroverskud. I nogle systemer opsamles det overskydende tonerpulver i en særskilt beholder eller rum i tonerkassetten. I andre systemer sker der en oprensning, hvor papirstøv m.v. fjernes og det overskydende tonerpulver recirkuleres til tonerkassetten og genbruges. Mange leverandører modtager og genbruger tonerkassetter samt den rest tonerpulver, der er tilbage.

Toner vurderes umiddelbart til ikke at udgøre et væsentligt ressourcetræk i en papirkopis livsforløb.

4.1.3 Øvrige materialer/kemikalier

Silikoneolie anvendes i små mængder ved kopiering, dvs. ca. ½ liter per 50.000 kopier (Baumann og Rothardt 1999), hvilket svarer til omkring 0,2% af papirkopiens vægt, hvis det antages, at der anvendes A4 papir med gramvægten 80 g/m² ved kopieringen. Silikoneolieforbruget vurderes til ikke at være væsentlig for ressourcetrække i papirkopiens livsforløb.

Til indbinding kan eventuelt benyttes plast, lim og spiralrygge af plast eller metal. De færdige kopier kan emballeres i kartoner eller krympefolier. Disse materialer vurderes umiddelbart til ikke at være særligt væsentlige for ressourcetrækket ved kopieringsydelser. Ved valg af indbindingsmetode bør dog vælges en metode, der ikke vanskeliggør genanvendelsen af papiret (plasten og metallet).

4.2 Energiforbrug

Det største energiforbrug i en papirkopis livsforløb sker ved fremstilling af papirmasse og papir, og udgør mere end 90% af det samlede forbrug, når energigevinst ved forbrænding (bortskaffelse) og genbrug (recirkulering) indregnes. Der forbruges desuden en betydende mængde energi ved kopieringen (1-10% af det samlede forbrug) samt en ukendt men givetvis væsentlig mindre betydende mængde under fremstilling af toner, silikoneolie m.m. Denne opgørelse er baseret på et gennemsnit for ét ton papirkopier (funktionel enhed ét ton) baseret på data fra livscyklusvurdering af arkoffset tryksager (Larsen et al. 2005a) samt oplysninger fra kopimaskineleverandører (se afsnit 4.2.2). Opgøres f.eks. på grundlag af et enkelt mindre oplag forventes det at papirets betydning vil mindskes og de øvrige faktorerets betydning øges, uden at det dog vil ændre det overordnede billede.

Ved bortskaffelse af papirkopien via forbrændingsanlæg er der energigevinst i form af varmeproduktion og ved genbrug af papiret sparet energi på grund af undgået fremstilling af jomfrueligt papir.

Energiforbruget er her inddelt i følgende udvalgte områder:

- Energiforbrug ved papirmasse- og papirproduktion
- Energiforbrug ved produktion af papirkopien
- 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

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 2. 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 2 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 2 ikke er taget hensyn til at svensk gennemsnits-el er baseret på 49% vandkraft (også fornybar energi) (IEA 2001). At der i tabel 2 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>	Jomfrueligt papir	Genbrugspapir
Energitype		
Fornybar energi (GJ/adt)	16	0
Fossil energi (GJ/adt)	15*	18**
I alt (GJ/adt)	31	18

* Heraf udgør el (som primær energi) 80%

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

Tabel 2. 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 2 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. Energikilder er derfor ikke formuleret som et direkte spørgsmål til papirleverandører, men kan indirekte medtages, idet luftemissioner typisk kan oplyses af papirproducenten.

4.2.2 Energiforbrug ved kopiering

Der er en forskel i energiforbruget efter hvor store maskinerne er, og om det er analoge eller digitale maskiner. Generelt er energiforbruget størst på store digitale maskiner, men disse har som regel også flere funktioner. Endvidere indregner nogle leverandører også energiforbruget mens maskinen står standby. Det kan således være vanskeligt at opgøre energiforbruget til kopiering af fx. 1 tons papir. Energiforbruget ved sort/hvid kopiering er af maskinleverandørerne oplyst til 0,4-1,0 Wh/kopi, men i dette forbrug er medregnet energiforbruget under standby. På dette grundlag kan energiforbruget til sort/hvid kopiering af 1 tons A4 papir (80 g/m^2) anslås til at være mellem 1% og 10% af energiforbruget til papirfremstilling som opgjort i Larsen et al. (2005a). Energiforbruget til farvekopiering er generelt

højere end sort/hvid kopiering, og er af maskinleverandørerne oplyst til at være 2-3 Wh/kopi.

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. 2005a; Dalager et al. 1995). Det samlede energiforbrug (primær, proces) til produktion af 1 ton papirkopier reduceres med godt 20%, når der tages højde for energigevinst ved forbrænding.

4.2.4 Energiforbrug og -gevinst ved genanvendelse

Undersøgelser af energiforhold ved genanvendelse af papir vurderer at energiforbruget til presning og lagring er marginalt i forhold til det samlede energiforbrug (Christiansen et al. 1990) samt at betydningen af transport er relativ lille (2-4%) (f.eks. Larsen et al. 2005). Energien bruges primært til at repulpe genbrugsmassen og fremstille genbrugspapiret.

Energimæssigt kan det bedre betale sig at genanvende papir frem for at producere nyt papir af træ (se tabel 2). Tages højde for sparet energi ved fremstilling af genbrugspapir (istedet for jomfrueligt) reduceres det samlede energiforbrug (primær, proces) til produktion af 1 ton papirkopier med mere end 20%.

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.

5 Miljøbelastninger

Miljøbelastningerne fra papirkopiers livsforløb 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.

Den nedenfor nævnte opdeling af miljøbelastninger bygger på UMIP metoden, som er beskrevet i Wenzel et al. (1996).

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 (CO₂) og metan (CH₄).

Det væsentligste bidrag til drivhuseffekten i livscyklus for en papirkopi kommer fra CO₂-emissioner ved forbrænding af fossile brændsler, f.eks. ved el-produktion. Forbrug af fossile brændstoffer forekommer som tidligere beskrevet især ved fremstilling af papirmassen og papir, men også i mindre omfang ved produktion af papirkopien. 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 CO₂-mængde modsvarer den, der ved fotosyntesen er indbygget i træmassen under træets vækst. Forbrænding af biomasse (træ og papir) er således CO₂-neutral og bidrager dermed ikke til drivhuseffekten.

Er papirmassen produceret i Sverige ved brug af svensk el, er der på grund af brug af ikke-fossile energikilder som *gennemsnitsværdi* betragtet, umiddelbart kun et ubetydeligt bidrag til drivhuseffekten. Dette gælder dog ikke, hvis der anvendes en *marginal* betragtning, idet marginal el-produktion foregår vha. naturgas (Frees et al. 2004), se Larsen et al. (2005a) for uddybning.

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 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).

I det følgende opgørelser er der ikke anvendt gennemsnitsbetragtninger men, som i Larsen et al. (2005a), antaget *marginal* el-produktion, det vil i dette tilfælde sige, at el produceres ved brug af naturgas.

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. 2005b).

Drivhuseffekten kan reduceres ved at nedsætte energiforbruget og/eller anvende fornyelige energikilder, fx biomasse og vindenergi.

5.1.2 Ozonlagsnedbrydning

Ozonlaget i stratosfæren (ca. 40 km over jordoverfladen) nedbrydes af flere typer gasser, hvoraf de vigtigste er CFC og haloner. I livscyklus for papirkopier er der ikke umiddelbart tegn på emission af ozonlagsnedbrydende gasser, og papirkopier vurderes derfor ikke at bidrage til nedbrydning af ozonlaget. Ifølge Miljøvejledning for kopimaskiner” kan der dog ved produktion af komponenter til kopimaskiner forekomme udledning af bl.a. CFC.

5.2 Regionale miljøbelastninger

Regionale belastninger omfatter traditionelt **forsuring** (kan bl.a. forårsage skovdød og fiskedød i søer) og **fotokemisk ozondannelse**, dvs. dannelse af ozon (smog) ved jordoverfladen samt belastning af vandmiljøet med næringssalte (**næringssaltbelastning**, kan bl.a. forårsage iltsvind i havet). Hertil kommer kronisk **økotoksicitet og toksicitet for mennesker i miljøet**.

5.2.1 Fotokemisk ozondannelse

Ved udledning af flygtige organiske opløsningsmidler (VOC'er) kan der under sollysets indflydelse dannes ozon, hvis der samtidig er nitrogenoxider (NO_x) til stede. Ved jordoverfladen er ozon uønsket, da det er meget reaktivt og bl.a. kan give luftvejslidelser hos mennesker og dyr samt planteskader medførende nedsat udbytte i landbruget.

Udledning af VOC'er sker under udvinding af fossile brændsler til bl.a. el-fremstillingen. Bidrag til fotokemisk ozondannelse er derfor domineret af papirfremstilling, på grund af det høje energiforbrug, mens kopiering kun bidrager i mindre omfang.

Dannelsen af ozon ved jordoverfladen kan reduceres ved at reducere energiforbruget baseret på fossile brændsler og/eller anvende fornyelige energikilder.

5.2.2 Forsuring

Forsuring foranlediges primært af luftudledning af svovl- og nitrogenforbindelser som svovldioxid (SO₂) og nitrogenoxider (NO_x) fra forbrænding af fossile

brændsler. Bidraget til forsurening i livscyklus for papirkopier kommer derfor især fra energiforbruget ved fremstilling af papirmasse og produktion af papir samt i mindre omfang fra energiforbruget ved kopiering.

Forsuringen kan reduceres ved at reducere energiforbruget, anvende gas istedet for olie/kul og/eller mest effektivt ved at anvende fornyelige energikilder.

5.2.3 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 papirkopiens livsforløb er emissionen af NO_x fra afbrænding af fossile brændsler den væsentligste bidragsyder til næringssaltbelastning.

Udledning af organisk stof (såkaldt COD) fra papirmassefremstilling bidrager dog også direkte til et forøget iltforbrug og hermed iltsvind i vandmiljøet.

Som for de øvrige energirelaterede påvirkningskategorier er næringssaltbelastningen domineret af bidrag fra især energiforbrug ved papirfremstilling og i mindre omfang fra energiforbrug ved kopiering.

Næringssaltbelastningen kan reduceres ved at mindske energiforbruget, optimere sin forbrændingsproces og/eller anvende fornyelige energikilder.

5.2.4 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 derfor høj kronisk økotoksicitet. Disse metaller samt flere andre udledes bl.a. ved afbrænding af fossilt brændstof.

De kemikalieemissioner i livsforløbet af papirkopier, der bidrager væsentligt til miljøbelastningskategorien for kronisk økotoksicitet, er på basis af eksisterende viden især forbundet med energiproduktionen og hermed fremstillingen af papir. Det drejer sig bl.a. om emission af strontium. Det skal dog bemærkes, at bidrag fra den øvrige råvareproduktion, f.eks. toner og silikoneolie, ikke kendes, men pigment produktion (pigmenter kan indgå i toner) viddes at kunne bidrage væsentligt i f.eks. livscyklus af en arkooffset tryksag (Larsen et al. 2005a). Hertil kommer, at der ved papirmasseproduktionen også udledes metaller og AOX med spildevandet som, især hvis blegningen af papirmassen foregår med frit klor, kan indeholde polyklorerede bifenylter (PCB) samt dioxin. Flere af disse stoffer er meget giftige for planter og dyr i vandmiljøet.

5.2.5 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 papirkopier, der på basis af eksisterende viden 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. Endvidere kan der ved papirmasseproduktionen, især hvis blegningen af papirmassen foregår med frit klor, udledes AOX med spildevandet, som kan indeholde polyklorerede bifenyl (PCB) samt dioxin. Denne mulige emission af PCB og dioxin kan bidrage til kronisk human toksicitet. Bidraget fra produktion af øvrige råvarer kendes ikke.

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 bidrag til mulige akutte effekter i vandmiljøet, som konsekvens af papirkopiers livsforløb, kan nævnes udledning af tungmetaller og AOX i forbindelse med papirproduktion samt udledning af syntesekemikalier under pigmentproduktion. For bidrag til mulige luftvejspåvirkninger af mennesker er udledning af NO_x og SO₂ betydelige og begge relateret til energiproduktion (Larsen et al. 2005a).

Den væsentligste affaldsmængde stammer fra papirfremstillingen. Dels er der tale om volumenaffald (som ikke i sig selv er farligt) fra især selve papirfremstillingen og dels slagge og aske samt radioaktivt affald fra energiproduktionen til bl.a. papirfremstillingen.

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.). Da produktionen af den dominerede råvare papir og selve produktionen af papirkopien umiddelbart vurderes at være mest betydende i denne sammenhæng, er det valgt at fokusere på disse to områder i det følgende.

Systematisk arbejde med at nedbringe arbejdsmiljøbelastninger kan fremmes ved inddragelse af arbejdsmiljø i miljøstyringssystemer samt ved en arbejdspladsvurdering. I EU lande er det lovpligtigt at foretage en arbejdspladsvurdering. På den virksomhed der udfører kopieringsydelsen (kopivirksomhed/trykkeri) og om muligt hos papirleverandøren/producenten bør spørges om, hvorvidt arbejdsmiljø er inddraget i et eventuelt miljøstyringssystem på lige fod med miljøbelastninger. Dette er formuleret som et spørgsmål i checklisten.

6.1 Arbejdsmiljøbelastninger ved produktion af papir

De arbejdsmiljømæssige konsekvenser ved brug af udvalgte stoffer ved produktion af råvaren papir er herunder beskrevet med udgangspunkt i 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 mg/m^3 og 1 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 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. Arbejdstilsynet har ikke opstillet arbejdshygiejniske grænseværdier for papirstøv, og der findes heller ikke nogen 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. De arbejdshygiejniske grænseværdier for total organisk støv og mineralsk støv er henholdsvis 3 mg/m^3 og 10 mg/m^3 (Arbejdstilsynet 2002).

6.2 Arbejdsmiljøbelastninger ved kopiering

De væsentligste arbejdsmiljømæssige påvirkninger der kan optræde i forbindelse med kopiering skyldes:

- ergonomiske påvirkninger
- lime
- ozon
- statisk elektricitet
- støj
- støv (papirstøv og tonerpulver)
- termiske påvirkninger

Ovenstående opstilling er ikke udtryk for en prioriteret rækkefølge. De fleste af faktorerne er de samme, som optræder på en lang række kontorarbejdspladser.

Ergonomiske påvirkninger

Ergonomiske påvirkninger opstår i forbindelse med kopiering specielt ved løft og transport af papir. Forkerte løft eller dårlige arbejdsstillinger kan medføre smerter i nakke, ryg og lænd samt muskelsmerter og hovedpine.

Lim

De smeltelime som anvendes til indbinding af kopier kan forårsage hovedpine hos de der arbejder med indbindingen. Dette kan løses ved etablering af effektiv ventilation eller anvendelse af en anden indbindingsmetode.

Ozon

Ozon dannes ved elektriske udladninger, og optræder derfor i forbindelse med fotokopiering. Ozon har en karakteristisk stikkende lugt som kan registreres i selv meget lave koncentrationer. Lugtgrænsen er en femtedel af grænseværdien. Ozon kan i større koncentrationer skade lungefunktionen hos mennesket.

De kopimaskiner der anvendes i de forskellige kopieringsvirksomheder har indbyggede ozonfiltre, som reducerer ozonafgivelsen til rumluften.

Kulgranulatfiltre er de mest effektive (Baumann & Rothardt 1999). Ifølge målinger på en række maskiner foretaget af Dansk Teknologisk Institut udsender maskiner med filter ozon med op til 0,001 mg/m³. Den arbejdshygiejniske grænseværdi for ozon andrager 0,2 mg/m³ (Arbejdstilsynet 2002).

Statisk elektricitet

Statisk elektricitet kan forekomme, når papir transporteres rundt i en kopimaskine. Statisk elektricitet optræder hyppigere i miljøer med lav relativ fugtighed, end i miljøer med høj relativ luftfugtighed. På kopivirksomheder er der ofte etableret befugtning i lokalerne.

Støj

Støj fra kopimaskiner og ventilationsanlæg kan være årsag til, at operatørerne får hovedpine eller tunghedsfornemmelse i hovedet. Der er i dag tekniske krav til støjdæmpning af kopimaskiner, ligesom der er krav til støjafgivelse fra ventilationsarmaturer.

Støv fra tonere

Det tonerpulver der anvendes i kopimaskinerne indeholder Carbon Black (kulstøv), hvor partikelstørrelsen er over 5 µm (0,000005 m). Med den størrelse kan de ikke trænge ned i lungernes små forgreninger. Partiklerne i toner til farvekopier kan imidlertid være mindre end 5 µm og kan ved indånding evt. komme ned i lungernes små forgreninger og virke beskadigende (BSR 6 1996). Producenterne af

tonerpulver er dog opmærksomme på dette, og for nogle produkter af farvetoner er partikelstørrelsen over 7 µm. Tonerpulveret kan via Carbon Black indeholde meget små forureninger af nitropyrener eller PAH'er (polyaromatiske kulstof forbindelser), der kan være kræftfremkaldende (Arbejdstilsynet 2002). De fleste producenter renser tonerpulveret, så det er fri for disse stoffer (BSR 6 1996). Det er specielt ved håndtering af tonerpulveret, at operatøren udsættes for dette. I dag sælges tonerpulveret i lukkede patroner, men i forbindelse med udskiftning af patronerne skal operatøren være opmærksom på at undgå spild.

Papirstøv

Ved passage gennem maskinen påvirkes papiret, og der kan løsrives større eller mindre mængder fibre og fyldstof.

Papirstøv kan i større koncentrationer være årsag til luftvejs- og hudirritationer. Papir-håndtering, i det omfang som findes i kopicentre skønnes ikke at være årsag til væsentlige indeklimaproblemer. Nogle typer papir støver mere end andet - eksempelvis visse genbrugstyper. Dobbeltviret papir støver mindre end enkeltviret.

Termiske forhold

I alle kontor-og produktionsmiljøer er de termiske forhold betydende for menneskets velbefindende. For høje temperaturer kan eksempelvis forårsage hovedpine eller en følelse af unaturlig træthed og tunghedsfølelse. Høje temperaturer i indemiljøet optræder ofte i dårligt ventilerede rum, hvor der er anvendelse af mange maskiner med stor varmeafgivelse. Der kan være store forskelle på, hvor stor varmeudvikling der er fra forskellige typer af kopimaskiner. Den varmeudvikling, der opstår i forbindelse med kopiering, kan fjernes ved mekanisk ventilation og evt. køling af lokalerne. Kopimaskiner leveres i dag med forskellige standby-funktioner, som medfører, at maskinen dels har et lavere energiforbrug, dels har en lavere varmeafgivelse og endelig støjer mindre (eller slet ikke), når der ikke aktivt kopieres, se evt. "Miljøvejledning for kopimaskiner".

7 anbefalinger omkring valg af kopieringsydelser

7.1 Anbefalinger før købet

Af de foregående afsnit fremgår det, at det primært er papirforbruget, der er afgørende for kopieringsydelsers miljøpåvirkninger. Det gælder derfor hovedsageligt om at minimere papirforbruget så meget som muligt.

Overvej om der overhovedet er behov for at få udført ydelsen, eller om det er muligt at få budskabet viderebragt til modtagerne via det elektroniske medie eller lignende.

Overvej om det er muligt, under hensyntagen til papirkopiens målgruppe, at:

- Kopiere på begge sider af papiret (reducerer papirforbruget med op til 50%)
- Skære ned på den tomme plads
- Reducere tekstmængden; skriv kort og klart
- Ændre skriftstørrelse og/eller opsætning, så der kan være mere tekst pr. side
- Reducere antallet og størrelsen af illustrationer
- Anvende nedkopiering

Overvej at fremstille papirkopien i to versioner: et resumé i et stort oplag og den fulde tekst i et begrænset oplag.

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.

Overvej, hvordan kopierne skal distribueres. Brug f.eks. cykelbude eller el-biler hvis det er hensigtsmæssigt.

7.2 Anbefalinger ved selve købet

Producer papirkopien i så lille et oplag som muligt.

Anvend “tryk efter behov” (print on demand) i stedet for traditionel fotokopiering i tilfælde, hvor det er formålstjenligt. Når originalen er lagret elektronisk, behøver man kun at kopiere det nødvendige antal eksemplarer, idet det altid er muligt at kopiere et større oplag, hvis der er behov for det. Det er ligeledes muligt efterfølgende at foretage en elektronisk rettelse og igen kun printe de nødvendige antal papireksemplarer.

Øg papirkopiens genanvendelighed og mindsk dens miljøbelastning ved at undgå laminering (med plast, aluminium m.v.).

Hvis omslag og indbinding er nødvendigt anvend da PVC-fri typer.

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

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 (papirtype ECF (Elementary Chlorine Free) eller bedst TCF (Total Chlorine Free)).

Vælg virksomheder der anvender svanemærkede tonerkassetter eller tonerkassetter der lever op til kriterierne for miljømærkede tonerkassetter.

Vælg kopivirksomheder der har indført miljøstyring (f.eks. EMAS eller ISO 14001) med arbejdsmiljø integreret evt. i form af standardiseret arbejdsmiljøstyring (f.eks. OHSAS 18001/18002).

Vælg kopivirksomhed der effektivt arbejder på at minimere mængden af spild (papir, toner etc.) og som sender mest muligt af dette ”affald” til genanvendelse.

Vælg kopivirksomhed der effektivt arbejder på at minimere energiforbruget.

Benyt elektronisk post eller cykelbude ved aflevering af originaler til kopieringsvirksomheden.

7.3 anbefalinger ved brug af papirkopien

I det omfang det er muligt (f.eks. ved intern brug) sørg for at et godt, let tilgængeligt og praktisk papirindsamlingsystem eksisterer med henblik på genbrug.

7.4 anbefalinger ved bortskaffelse af papirkopien

I det omfang det er muligt (f.eks. ved intern brug) sørg for at den brugte papirkopi sendes til papirgenbrug.

7.5 Prioriteret spørgeramme for indkøb

Papirkopien/papiret

Kan papirkopien produceres efter svanemærkekriterierne

Kan papirkopien produceres på miljømærket papir (Svanen eller Blomsten) eller papir der lever op til kriterier for miljømærkning?

Kan papirkopien produceres på genbrugspapir eller papir baseret på jomfruelige fibre fra certificeret bæredygtigt skovbrug?

Hvor lav gramvægt er det muligt at anvende?

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)?

Kopivirksomheden

Har kopivirksomheden et (certificeret) miljøstyringssystem?

Har kopivirksomheden en miljøpolitik med definerede indsatsområder og mål?

Arbejder kopivirksomheden med reduktion af spild (papir, toner etc.)?

Anvendes Svanemærkede eller Blauer Engel mærkede kopimaskiner, der samtidig lever op til GEEA's krav vedr. energiforbrug, se evt. "Miljøvejledning for kopimaskiner" for detaljer?

Anvendes Svanemærkede tonerkassetter (Nordisk Miljømærkning 2004c) eller tonerkassetter der lever op kriterier for Svanemærkning?

Er arbejdsmiljøet inddraget i et evt. miljøstyringssystem?

Er der foretaget en skriftlig arbejdspladsvurdering?

I hvilket omfang indsamles papirspild og brugte tonerkassetter m.m. mhp. genbrug?

Videnscentre

Grafisk Arbejdsgiverforening (GA): <http://www.ga.dk/>

Den Grafiske Højskole (DGH): <http://www.dgh.dk/>

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>

Instituttet for Produktudvikling, IPU: <http://www.ipu.dk/>

CEPI (Confederation of European Paper Industries), www.cep.org

Litteratur

Brinch, O. (1991). Håndbog i grafisk produktion. Den Grafiske Højskoles skriftserie. Grafisk Litteratur.

Silfverberg, E., Larsen, H.F., Virtanen, J., Webjørnsen, S., Wriedt S. (1998). Bedste tilgængelige teknikker (BAT) i den grafiske industri. *TemaNord 1998:592*. Nordisk Ministerråd, København 1998.

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>

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

Baumann, W., Rothardt (1999): "Druckereichemikalien; Daten und Fakten zum Umweltschutz" 2. Überarbeitete and ergänzte Auflage. Springer-Verlag. ISBN 3-540-66046-1.

BSR 6 (1996). BSR 6. Branchevejledning. "Arbejde med laserprintere og fotokopimaskiner." Branchesikkerhedsråd 6. Kontor og administration..

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.

Energistyrelsen (2003):

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.

IEA (2001):

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. (2005a). 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 (2005b). Including chemical-related impact categories in LCA on printed matter – does it matter? *Submitted to Journal of Cleaner Production*.

Leach, R.H., R.J. Pierce, E.P. Hickman, M.J. Mackenzie & H.G. Smith (Eds.) (1993). "The Printing Ink Manual" - Blueprint (Chapman & Hall), London. ISBN nr. 0-948905-81-6.

Miljømærkesekretariatet (2005). Miljømærkesekretariatets høringssvar af 25 juli 2005.

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 (2003c). Miljömærkning av Trycksaker. Kriteriedokument. 21 mars 2001– 14 mars 2007. Versjon 3.2. <http://www.svanen.nu/DocNord/041.pdf>

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

Nordisk Miljømærkning (2004a). Miljømærkning av kopimaskiner, skrivere, telefakser og multifunksjonsmaskiner. . Kriteriedokument. 6. juni 2001 – 9. januar 2007. Version 3.3. <http://www.svanen.nu/DocNord/015.pdf>

Nordisk Miljømærkning (2004b). Miljömærkning av lim. Kriteriedokument. 3 oktober 2002 – 17 december 2008. Version 3.1. <http://www.svanen.nu/DocNord/024.pdf>

Nordisk Miljømærkning (2004c). Miljömærkning av Tonerkassetter. Kriteriedokument. 22 april 1999 – 11 april 2007. Version 3.4. <http://www.svanen.nu/DocNord/008.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.

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

Wenzel, H., Hauschild, M., Rasmussen, E. (1996). Miljøvurdering af produkter. Udvikling af miljøvenlige industriprodukter (UMIP). Miljøstyrelsen og Dansk Industri.