

find flere miljøvejledninger på miljoevejledninger.dk

baggrundsdokument for miljøvejledning for tryksager: Arkoffset

Udarbejdet af Henrik Fred Larsen, IPU
28 november 2005

Indhold

FORORD	5
1 INDLEDNING	6
1.1 FUNKTIONEL ENHED	7
1.2 MARKEDET FOR ARKOFFSET TRYKSAGER	7
2 UDFORMNING AF ARKOFFSET TRYKSAGER	8
2.1 PAPIR	8
2.2 TRYKFARVER	9
2.3 LIME OG LAKKER	10
2.4 MILJØMÆRKER	10
3 BESKRIVELSE AF PRODUKTGRUPPEN	12
3.1 LIVSFORLØBET FOR ARKOFFSET TRYKSAGER	12
3.2 FILM OG TRYKPLADER	13
3.3 FUGTEVAND	14
3.4 AFVASKERE	14
3.5 UDVIKLINGSTENDENSER	15
4 MILJØBELASTNINGER I LIVSFORLØBET FOR ARKOFFSET TRYKSAGER	16
4.1 UDVÆLGELSE AF MILJØBELASTNINGER	16
5 MATERIALE- OG ENERGIFORBRUG	18
5.1 MATERIALEFORBRUG	18
5.1.1 <i>Papir</i>	18
5.1.2 <i>Aluminium</i>	21
5.1.3 <i>Trykfarver og afvaskere</i>	21
5.1.4 <i>Øvrige kemikalier</i>	21
5.2 ENERGIFORBRUG	21
5.2.1 <i>Energiforbrug ved papirmasse- og papirproduktion</i>	22
5.2.2 <i>Energiforbrug ved produktion af tryksagen</i>	23
5.2.3 <i>Energigevinst ved forbrænding</i>	23
5.2.4 <i>Energiforbrug og –gevinst ved genanvendelse</i>	23
6 MILJØBELASTNINGER	25
6.1 GLOBALE MILJØBELASTNINGER	25
6.1.1 <i>Drivhuseffekt</i>	25
6.1.2 <i>Ozonlagsnedbrydning</i>	26
6.2 REGIONALE MILJØBELASTNINGER	26
6.2.1 <i>Fotokemisk ozondannelse</i>	26
6.2.2 <i>Forsuring</i>	27
6.2.3 <i>Nærings saltbelastning</i>	27
6.2.4 <i>Kronisk økotoksicitet</i>	27
6.2.5 <i>Kronisk human toksicitet</i>	28
6.3 LOKALE MILJØBELASTNINGER	28
6.4 SAMLET VÆGTET BELASTNING	30
7 ARBEJDSMILJØBELASTNINGER	31

7.1	ARBEJDSMILJØBELASTNINGER VED PRODUKTION AF PAPIR	31
7.2	ARBEJDSMILJØBELASTNINGER VED PRODUKTION AF TRYKSAGEN	31
8	ANBEFALINGER OMKRING VALG AF ARKOFFSET TRYKSAGER	33
8.1	ANBEFALINGER FØR KØBET	33
8.2	ANBEFALINGER VED SELVE KØBET	33
8.3	ANBEFALINGER VED BRUG AF TRYKSAGER	34
8.4	ANBEFALINGER VED BORTSKAFFELSE AF TRYKSAGER	34
8.5	PRIORITERET SPØRGERAMME FOR INDKØB	34
	VIDENSCENTRE	36
	LITTERATUR	37
	REFERENCER	38

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 ”arkoffset”. Da der er tale om en opdatering af baggrundsdokumentets faglige indhold til i dag, er en del af indholdet genbrug fra det tidligere dokument: Thomas Drivsholm, ”Baggrundsdokumentation – Tryksager: Arkoffset”, Miljøstyrelsen, februar 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

Dette baggrundsdokument beskriver de væsentligste miljø- og sundhedsbelastninger ved fremstilling, brug og bortskaffelse af arkoffset tryksager, fx foldere, brochurer, hæfter, bøger o. lign.

Ved arkoffset tryksager forstås tryksager, der er fremstillet ved en plantryksmetode (offset), hvor trykformen indeholder vandbærende (ikke-trykgivende) og vandskyende (trykgivende) partier, og hvor der trykkes på ark. Trykfarven påføres trykformens vandskyende partier fra et farveværk og overføres via en gummidugscylinder til papirarkene. Trykformen (aluminiumsplade) er spændt op på trykmaskinens pladecylinder. Ved trykningen passerer trykformen udover farveværket også et fugteværk, der afsætter fugtevand på trykformen. Fugtevandet skal sikre en adskillelse af de trykgivende og ikke-trykgivende partier.

Udover arkoffset findes der to andre offset trykteknikker, som begge omfatter rotation: avisrotation og heatset. Ved avisrotation tørrer farverne ved ind sugning i papiret og ved heatset tørrer farverne ved fordampning på grund af opvarmning. Ved arkoffset tørrer farverne ved en kemisk reaktion (oxidation). Dette baggrundsdokument omhandler kun arkoffset.

Beskrivelsen af miljø- og sundhedsbelastningerne er baseret på livscyklustankegangen. Det vil sige, at miljø- og sundhedsbelastningerne for produkterne (i dette tilfælde arkoffset tryksager) beskrives og vurderes gennem deres livscyklus fra udvinding af råmaterialer over produktion til brug og bortskaffelse.

Beskrivelsen og vurderingen af miljø- og sundhedsbelastningerne er gennemført på et generelt niveau, og der er derfor ikke foretaget vurderinger af specifikke produkter. Der er udarbejdet generelle beskrivelser og vurderinger for typisk forekommende belastninger fra typisk forekommende produkter som beskrevet i Larsen et al. (2005a), dvs. gennemsnit for nordiske trykkerier. På baggrund heraf er der opstillet anbefalinger til gennemførelse af miljøvenligt indkøb af arkoffset tryksager.

Først i baggrundsdokumentet beskrives, hvordan udformningen af tryksagen er et valg mellem en række muligheder (kap. 2), hvor indkøberen kan øve indflydelse på tryksagens miljøbelastninger ved bl.a. at vælge papirkvalitet og type af trykfarver. Dernæst beskrives produktgruppen og de øvrige, væsentligste råvarer og hjælpestoffer (kap. 3). På baggrund af især livscyklusanalysen på arkoffset (Larsen et al. 2005a) udpeges de processer, hvor der umiddelbart vurderet kan være væsentlige miljøbelastninger i bred forstand (kap. 4). Disse belastninger er efterfølgende beskrevet i kap. 5 og kap. 6, som omhandler materialeforbrug, energiforbrug samt miljø- og sundhedsbelastninger. Arbejdsmiljøbelastninger inddrages i kap. 7. Til slut gives anbefalinger til gennemførelse af miljøvenligt indkøb af arkoffset tryksager (kap. 8). Afslutningsvist er der angivet videncentre, litteratur og referencer.

1.1 Funktionel enhed

Hvis ikke andet er anført, er miljøbelastningerne ved fremstilling, brug og bortskaffelse af arkoffset tryksager baseret på opgørelse for ét ton (funktionel enhed).

Miljøbelastningerne opgøres hermed pr. ton tryksager, forstået som tryksager færdigt til brug men uden emballage. Der er her tale om gennemsnitsdata for nordisk produceret arkoffset tryksager (Larsen et al. 2005a).

1.2 Markedet for arkoffset tryksager

Der findes ingen tilgængelige danske opgørelser over markedet for arkoffset tryksager. På europæisk plan udgør arkoffset ca. 1/3 af den samlede mængde producerede tryksager (EC 2004). Antages dette at være gældende for Danmark, og antages det samtidig at et forbrug af grafisk papir på ca. 740.000 ton (Intergraf 2004) er repræsentativ for produceret mængde tryksager, kan det estimeres at produktionen af arkoffset tryksager i Danmark er i størrelsesordenen 250.000 ton per år.

2 Udformning af arkoffset tryksager

I denne sammenhæng ses der ikke nærmere på, hvordan tryksagens indhold i form af tekst og illustrationer tilvejebringes.

Som det fremgår nedenfor, kan indkøberen have stor indflydelse på tryksagens belastninger. Før den går i trykken, skal der tages stilling til, hvordan den skal se ud, hvilke materialer den skal trykkes på, og hvordan den skal produceres. Undervejs i dette beslutningsforløb fastlægges langt de fleste af dens miljø- og sundhedsbelastninger. Forløbet er nærmere beskrevet i Skovgaard et al. (1997). Den sidste hovedaktivitet er fastlæggelse af konceptet, hvor tryksagens form, materiale, format, tekst, illustrationer og farver vælges. Med form menes bl.a. oplagsstørrelse og levetid. Når disse valg er på plads, kan selve produktionen begynde.

Indkøberen vælger ofte papirkvalitet og type af trykfarver samt tager stilling til, om der skal anvendes lime og lakker. Disse tre områder er nærmere beskrevet nedenfor. Endelig er miljømærkning kort omtalt i afsnit 2.4.

2.1 Papir

Grafiske produkter består vægtmæssigt for ca. 98% vedkommende af papir. Produkternes levetid er meget varierende; nogle bøger gemmes i hundreder af år, mens brochurer og kataloger kan have levetider på få dage eller uger. Af blandt andet disse to grunde er valget af papirkvalitet væsentligt.

Papiret findes i mange formater, fx de såkaldte A, B eller C-formater eller de gængse bogformater.

Et vigtigt karakteristika ved papir er dets gramvægt, dvs. masse per overfladeenhed. F.eks. kan papir og karton groft karakteriseres ud fra gramvægte som følger (Silfverberg 1992):

- Papir $< 170 \text{ g/m}^2$
- Karton $\geq 170 \text{ g/m}^2$

Papiret, som arkoffset tryksagerne trykkes på, findes i mange forskellige kvaliteter. Der er typisk tale om træfrit offset papir baseret på kemisk papirmasse (sulfatmasse) men også typer iblandet træholdigt papirmasse (mekanisk papirmasse) anvendes. Herudover anvendes i mindre omfang typer baseret på eller iblandet returpapirmasse. Det anvendte papir kan desuden være glittet (dvs. overfladebehandlet) eller bestrøget med f.eks. kridt, kaolin eller titandioxid, som alle typisk også indgår som filler (fyldstof) i selve papiret.

Kemisk papirmasse fremstilles både som sulfit- og sulfat masse men sulfatmassen er den mest udbredte. Massen består af cellulose og er et stærkt materiale. Til at fremstille cellulosen som sulfatmasse anvendes bl.a. kemikalierne natriumhydroxid (NaOH) og natriumsulfid (Na₂S). Disse kemikalier regenereres i meget høj grad.

Afhængig af den ønskede lyshed i det færdige papir bleges massen i flere trin. Hertil kan anvendes en række forskellige kemikalier. Tidligere anvendtes i høj grad

chlorgas, Cl₂. I dag anvendes typisk klordioxid (ClO₂) og brintperoxid (H₂O₂). Andre blegningsmidler er bl.a. ozon og enzymer. Papirmasse, der ikke er bleget med chlorgas, anvendes til fremstilling af ECF papir (Elementary Chlorine Free). Papirmasse, som er bleget helt uden brug af chlorforbindelser, anvendes til TCF papir (Total Chlorine Free).

Den mest udbredte mekaniske papirmasse er TMP eller Thermo Mechanical Pulp. TMP bleges typisk med natriumhydrosulfit, Na₂S₂O₄, eller brintperoxid.

Ved afsværtning af returpapirmasse fjernes trykfarven fra papirfibrene. Papirfibrene opslemmes i vand, og der tilsættes tensider, som mindsker overfladespændingen. Derpå blæses der små luftbobler ind i blandingen. Luftboblerne sætter sig på trykfarvepartiklerne, som stiger til overfladen, hvor de skummes af som slam.

Ved fremstilling af selve papiret blandes papirmasserne i det rigtige forhold. Der tilsættes typisk filler, lim og additiver i nødvendigt omfang, f.eks. toningsfarver. Papiret kan påføres stivelseslim på overfladen. Papiret kan desuden glittes, og til slut evt. bestryges (coates).

Som filler anvendes typisk kridt, kaolin, bentonit, talkum og titandioxid.

Til bekæmpelse af slimdannende mikroorganismer i vandcirkulationssystemer i papirmasse- og papirfabrikker anvendes slimcider (biocider).

Bl.a. metalliseret papir og i mindre omfang indfarvet papir kan give problemer ved genanvendelse af tryksagen, hvis det forekommer i større mængder (Tang 2005).

Der er miljømæssige fordele ved at anvende genbrugspapir og papir der lever op til miljømærkekriterierne for f.eks. Svanemærkning og/eller Blomst-mærkning.

For yderligere detaljer vedrørende papir se afsnit 5.1.1. og evt. ”Miljøvejledning for skrive- og kopipapir”.

2.2 Trykfarver

De hovedråmaterialer, der indgår i offset trykfarver, er følgende (Larsen et al. 1995):

- Farvestof:
 - Pigmenter; organiske og/eller uorganiske
- Bindemiddel:
 - Olier: Tørrende eller ikke tørrende
 - Harpikser: Hårde eller flydende (alkyder)
- Opløsningsmiddel:
 - Ikke flygtige, fx mineralolie eller vegetabilsk olie
- Additiver:
 - Konsistensregulatorer, voks, sikkativer (tørremidler)

Pigmenter opdeles i uorganiske og organiske typer. De er farvede, hvide eller sorte materialer, som er praktisk taget uopløselige i det medium, som de er blandet op i. Det er pigmenterne, der giver trykfarverne deres kulør. Pigmenterne er ligeledes bestemmende for, om trykfarverne bliver transparente eller dækkende. Det er også pigmenterne, der i stor udstrækning afgør trykfarvernes ægtheder, dvs. trykkets evne til at modstå forskellige påvirkninger, fx lys. Pigmenterne kan indeholde tungmetaller men gør det sjældent i dag. Eneste væsentlige undtagelse i denne sammenhæng er farven blå, hvor der typisk anvendes phthalocyanin blå (Pigment Blå 15) som indeholder kobber. Som hovedregel kan man dog vælge pigmenter,

der ikke indeholder tungmetaller. Det skal bemærkes, at kobberholdige forbindelser (bl.a. pigmenter) samt pigment gul 83, pigment gul 13, pigment gul 14, pigment orange 13 og pigment rød 224 alle er med på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer (Miljøstyrelsen 2004c).

Bindemidlets funktion er at binde pigmentkornene fast til det materiale, der trykkes på.

Harpiks er den vigtigste bestanddel af bindemidlet. Endvidere anvendes i større og større udstrækning også ikke-tørrende henholdsvis semi-tørrende vegetabiliske olier, som fx tallolie, rapsolie eller sojaolie. Herved undgås de mineralolier, som ellers normalt indgår i offset trykfarver. De vegetabiliske olier er i modsætning til mineralolier fornyelige ressourcer.

Opløsningsmidlerne i offset trykfarver er normalt ikke flygtige mineralolier, modsat de flygtige organiske opløsningsmidler der eksempelvis anvendes i dybtryk-, serigrafi- og flexografifarver.

Additiver er hjælpestoffer, der bl.a. sørger for hurtig eller langsom tørring af farven (afh. af behov), sørger for at farven ikke tværes ud efter tryk samt hindrer at farverne sprækker efter tryk. Sikkativer, som medvirker ved tørringen, indeholder typisk tungmetaller, f.eks. kobolt eller mangan. Heraf er kobolt med på listen over uønskede stoffer (Miljøstyrelsen 2004c).

Metallic og fluorescerende farver kan give problemer ved genanvendelse af tryksagen, men kun hvis de forekommer i meget store mængder (Tang 2005). I modsætning hertil giver almindelige arkoffsetfarver baseret på vegetabiliske olier ingen problemer ved genanvendelse på Dalum Papirfabrik (Tang 2005).

2.3 Lime og lakker

Arkoffset tryksager kan lakeres in-line, dvs. på trykkemaskinen. Hertil bruges som regel vandbaserede lakker.

Til færdiggørelse af tryksagen kan anvendes lime og lakker. Tryksagen limes ofte med lim på vandbase. Afhængig af anvendelsen af tryksagen vil der ofte blive foretaget en lakering eller kachering (laminering) af omslaget.

Det er i dag muligt ved færdiggørelsen at foretage lakering med UV-lakker, lakker baseret på vegetabiliske olier og lakker indeholdende organiske opløsningsmidler. Af opløsningsmidler til lakering af tryksagsomslag anvendes bl.a. (Larsen et al. 1995):

- Ethylacetat
- Methylethylketon
- Isopropylacetat

Limning og lakering især samt laminering kan give problemer ved genanvendelse af tryksagen (Brodin og Korostenski 1997; Tang 2005)

2.4 Miljømærker

Der er udarbejdet Svanemærkekriterier for både papir og tryksager (Nordisk Miljømærking 2005, 2003a og 2003b samt Nordisk Miljømærking. 2003c). Kriteriedokumentet for papir indeholder krav til alt papir til skrive-, trykke- og kopieringsformål. Kravene vedrører produktionen af papiret. Kriteriedokumentet for tryksager indeholder krav til tryksager produceret ved hjælp af offset (papir i

ark og ruller), heatset, dybtryk, flexo, digital tryk og bogtryk. Kravene vedrører papir, pre-press, trykmetode og færdiggørelse.

Der er også udarbejdet kriterier for kopipapir og grafisk papir under EU-miljømærket Blomsten (EU 2002) og kriterier for blomstmærkning af tryksager er under udarbejdelse (EU Kommissionen 2005). For trykfarver er der ikke opstillet miljømærkekriterier men for lime eksisterer svanemærkekriterier (Nordisk Miljømærkning 2004).

En aktuel 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 Beskrivelse af produktgruppen

3.1 Livsforløbet for arkoffset tryksager

Livsforløbet for arkoffset tryksager er forenklet vist i figur 1. Figuren medtager produktionen af de væsentligste råvarer til tryksagsfremstillingen mens udvinding og produktion af brændsler til produktion af energi ikke er vist. Det fremgår, at en arkoffset tryksags livscyklus involverer en lang række industrier, især i råvarefasen.

Under udformning af tryksagen planlægges dens indhold samt fremstilling. Under pre-press foretages layout samt film (repro)- og pladefremstilling. Anvendes computer-to-plate teknik (CTP) undgås fremstilling af film. Under selve trykningen fremstilles tryksagen, og produktionsudstyret afrenses. Under færdiggørelsen tilskæres, foldes, limes og/eller hæftes tryksagen, eventuelt kan dens omslag lakeres eller lamineres.

Film, trykplader, fugtevand og afvaskere er områder, hvor det enkelte trykkeri typisk selv bestemmer, hvad der skal anvendes. Disse områder er nærmere beskrevet i det følgende.

Efter belysning gennem filmen fremkaldes pladerne, som oftest i lukkede maskiner. Fremkalderen genbruges som regel i maskinen og udskiftes med jævne mellemrum.

I filmfremkalder og -fikser indgår bl.a. følgende kemikalier (Seedorff et al. 1993):

- Hydroquinon
- p-Phenylendiaminderivater
- Metol
- EDTA og salte heraf
- Thiosulfater

Heraf er hydroquinon med på listen over uønskede stoffer (Miljøstyrelsen 2004c).

Pladefremkaldere består typisk af en vandig opløsning (mere end 90% vand) af alkohol (isopropanol) og glycol (diethylenglycol) samt additiver udgørende mindre end 1%, f.eks. biocider.

3.3 Fugtevand

Offsetpladen fugtes med fugtevand, som skal være i balance med kemien i trykfarverne. Fugtevandets opgave er at befugte trykpladens ikke trykbærende områder, således at trykfarven ikke overføres til disse områder. Fugtevandet skal kunne holde en konstant pH-værdi, og det må have så lille negativ indvirken på farvernes tørring som muligt.

Fugtevand består normalt af følgende stoffer:

- Syre, fx. fosforsyre eller citronsyre.
- Buffer, der normalt tilsættes i form af salt, fx. citrat, for at stabilisere pH-værdien.
- Tensid, hvis funktion er at justere fugtevandets overflade- og grænsefladespænding.
- Gummi arabicum, CMC (carboxymethyl cellulose) eller dekstrin, der beskytter trykfladen mod oxidering.
- Biocid, der hindrer begroning af mikroorganismer.
- Korrosionsinhibitor, der beskytter maskine og trykplade mod korrosion.
- Vand, hvori stofferne opløses.
- Alkohol, fx. isopropanol.

Ved trykning på bestrøget eller glittet papir forbruges mindre fugtevand, end hvis der trykkes på ubestrøget papir eller på karton.

3.4 Afvaskere

Manuel afrensning af trykfarvekasser og valser udføres i stigende omfang med produkter baseret på vegetabiliske olier, fx sojaolie eller rapsolie. Tidligere blev afrensningen udelukkende foretaget med mineraloliebaserede organiske opløsningsmidler, som stadig, for de alifatbaserede typers vedkommende, er dominerende. Ved manuel afvaskning/ aftørring anvendes papir- eller stofklude. Stofkludene vaskes og genbruges i stort omfang.

Ved automatisk afvaskning af maskinerne anvendes generelt alifatiske mineraloliebaserede organiske opløsningsmidler, men forbruget er væsentligt mindre end ved manuel afrensning.

Afvaskere med mineraloliebaserede organiske opløsningsmidler kan bl.a. indeholde:

- Blandinger af hydrocarboner, fx. petroleum, mineralsk terpentin og ekstraktionsbenzin (mest udbredt)
- Aromatiske hydrocarboner, fx. trimethylbenzen, toluen og xylene (sjældne)
- Halogenerede hydrocarboner (yderst sjældne – og kun i meget små mængder)
- Alkoholer, fx. isopropanol og ethanol (en vis udbredelse)

Blandt disse er både visse alkaner (f.eks. hexan som forekommer i blandinger af hydrocarboner), mineralsk terpentin og visse halogenerede hydrocarboner (f.eks. diklormetan) med på listen over uønskede stoffer (Miljøstyrelsen 2004c).

3.5 Udviklingstendenser

Der foregår en rivende udvikling i den grafiske branche. Ved anvendelse af digitale kameraer og computer-to-plate teknologi (CTP) reduceres brugen af fotokemikalier. Ved computer-to-print går direkte fra DTP anlægget til trykmaskinen.

Ved vandfri offset trykteknikken anvendes der ikke fugtevand. Herved undgås anvendelse af alkoholer og andre fugtevandsadditiver. Desuden er mængden af makulatur omkring halvdelen af, hvad den er for traditionel arkoffset. Ved trykning i industriel produktion ved vandfri offset er det nødvendigt at investere i temperaturregulering af farvevalserne. Normalt føres kølevandet i et lukket kredsløb med et køletårn. Driften heraf kræver energi (Sørensen 1999).

Kommercielt set er disse teknikker (endnu) ikke særligt udbredt i Danmark og de er derfor ikke behandlet yderligere i dette baggrundsdokument. Det forventes dog, at især CTP i løbet af en kortere årrække vil få en væsentlig udbredelse.

Hvad lakering af omslag angår, går udviklingen mod lakering med UV-lakker og lakker baseret på vegetabiliske olier, hvor der i dag typisk anvendes lakker med organiske opløsningsmidler.

4 Miljøbelastninger i livsforløbet for arkoffset tryksager

I dette kapitel angives væsentlige miljøbelastninger i arkoffset tryksagers 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 arkoffset tryksagers 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 tryksager. På baggrund heraf er der opstillet anbefalinger, der kan anvendes ved køb af arkoffset tryksagsopgaver.

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

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

4.1 Udvalgelse af miljøbelastninger

Vurderingen af arkoffset tryksagers miljøbelastning gennem livsforløbet er indledt med en udvælgelse af de processer (herunder emissioner) og materialer, som medfører væsentlige miljøbelastninger gennem tryksagens livsforløb. Brugsfasen er ikke medtaget, da der ikke er væsentlige forbrug af materialer eller energi eller miljøbelastninger herfra. Resultatet fremgår af tabel 1. Denne vurdering og de efterfølgende beskrivelser i kapitel 5 og 6 er primært baseret på den nyeste livscyklus analyse af arkoffset tryksager (Larsen et al. 2005a), hvis ikke andet er anført. Det skal bemærkes, at denne livscyklusanalyse (Larsen et al. 2005a) er baseret på gennemsnitsdata fra nordiske offset trykkerier og bl.a. antager at brugt fugtevand og biocidholdigt recirkuleret skyllevand (fra repro-processen) udledes som spildevand.

<i>Fase:</i> <i>Kategori:</i>	Udvinning og produktion af råvarer og materialer (træ, olie, aluminium etc.) (materialefasen)	Fremstilling af tryksag (produktionsfasen)	Bortskaffelse af tryksag (bortskaffelsesfasen)
Materialeforbrug	Meget væsentlig - Arealanvendelse til skovbrug - Energiresourcer (gas, olie etc.) - Kemikalier (svovlholdige, blegkemikalier m.m.) - Aluminium - Filler (kaolin, kridt m.m.)	Væsentlig - Papirforbrug (type og mængde) - Trykfarve - Øvrige kemikalier (fotokemi, afvaskere m.m.) - Energiresourcer (gas, olie, kul etc.)	Væsentlig (positiv) - Papirgenbrug - Genbrug af aluminium (plader) - Genbrug af sølv (fotokemi)
Energiforbrug	Meget væsentlig - Fremstilling af jomfrufibre til papir	Væsentlig - Drift af produktion (trykning, ventilation etc.)	Væsentlig (positiv) - Energigenvinding (forbrænding af papir)
Miljøbelastninger:	Meget væsentlig	Væsentlig	Mindre væsentlig
- Globale	CO ₂	CO ₂	
- Regionale	SO ₂ , NO _x , AOX, tungmetaller, kemikalier fra produktion af trykfarve	SO ₂ , NO _x , VOC (IPA), mineraloliefraktioner (i farverester og afvaskere)	-
- Lokale	SO ₂ , NO _x , tungmetaller, kemikalier fra produktion af trykfarve	SO ₂ , NO _x , mineraloliefraktioner (i farverester og afvaskere)	Diverse affaldsfraktioner, herunder slam fra recirkulering af genbrugspapir (ved pulpning)
Arbejdsmiljøbelastninger	Bl.a. træstøv og papirstøv	Bl.a. støj og opløsningsmidler	(Papirstøv ved indsamling)

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

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). Hertil kommer udledning af kemikalier ved fremstilling af trykfarver (pigmenter) med mulige økotoksiske effekter i miljøet.

Produktionsfasen er dog også væsentlig og i dette tilfælde er det især forbrug af papir og trykfarve der har betydning (på grund af disse råvares store betydning i materialefasen) samt emission (via bl.a. fugtevand) af mineraloliefraktioner i trykfarverester med mulige økotoksiske effekter i miljøet.

Bortskaffelsesfasen er væsentlig, fordi der ved genbrug af papir, aluminium og sølv 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.

5 Materiale- og energiforbrug

5.1 Materialeforbrug

Arkoffset tryksager består af ca. 98% papir og ca. 2% trykfarve. Papir spiller derfor en stor rolle for ressourceforbruget i en arkoffset tryksags livscyklus. De ressourcer der trækkes mest på i tryksagens livsforløb, dvs. vand og træ samt fossile brændsler som gas og olie, er da også primært relateret til produktionen af papir. F.eks. bruges ca. 70% af det samlede vandforbrug direkte ved papirproduktionen og af træforbruget går ca. 40% til råvare i papiret mens ca. 60% anvendes som energiressource ved fremstilling af papiret. 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. Et ubestrøget papir indeholder kun den mængde filler, som tilsættes sammen med fibrene, typisk 18-26%. Bestrøget papir indeholder både filler og coatefarve, typisk 30-40% i alt.

Nedenstående gennemgang af materialeforbruget i en arkoffset tryksags livsforløb er opdelt i følgende emner, som er mere eller mindre væsentlige for ressourcetrækket.

- Papir (inkl. skovbrug, papirmasse- og papirfremstilling)
- Aluminium
- Trykfarver og afvaskere
- Øvrige kemikalier

Forbruget af energiråvarer indgår ikke i dette afsnit, men beskrives separat i afsnit 5.2.

For en mere detaljeret beskrivelse af papirproduktion og materialeforbrug, se ”Miljøvejledning for skrive- og kopipapir”.

5.1.1 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

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. 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 kogevaske bestående af kemikalier og træsubstans (primært lignin). Kemikalierne i kogevasken 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 genbrugspapir opløses det indsamlede papir i vand, og cellulosefibrene adskilles herved fra hinanden og den opnåede papirmasseligner jomfruelig papirmasse. Under processen udvaskes trykfarver/tryksvæerte (toner) udvaskes ved en afsværningsproces ("de-inking"), typisk under brug af natriumsæbe, hvorved urenheder som fyldstoffer og tryksvæerte kan 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 tungmetallenheder 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 arkoffset tryksags livsforløb, er papirforbruget per produceret enhed på trykkeriet også meget væsentligt. Tiltag der begrænser papirforbruget, som f.eks. reduktion i gramvægt, i indkøringmakulatur og i skærespild har derfor væsentlig betydning for tryksagens samlede ressourcetræk.

Ved at genbruge papiret spares godt 40% af energiforbruget (og hermed energiressourcer) i sammenligning med fremstilling af jomfrueligt papir (se afsnit 5.2, 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 grafisk papir er andelen givetvis væsentlig større (specielt på

trykkerierne), da der her er tale om papir af høj økonomisk værdi. På europæisk plan er den gennemsnitlige andel af brugt papir der indsamles på samme niveau, men andelen, der anvendes som grafisk papir, er beskedent. 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). Hvad angår den eneste danske producent af genbrugspapir, Dalum Papirfabrik, anvendes 95 % af produktion på ca. 120.000 tons til offsettrykning. Heraf udgør ca. 60% arkoffset og 40% rulleoffset. Salg på det danske marked udgjorde i 2004 ca. 6000 tons (Tang 2005).

5.1.2 Aluminium

Forbruget af aluminium til fremstilling af offsetplader har en vis betydning for tryksagens samlede ressourcestræk, selvom de brugte plader indsamles og går til genanvendelse, fordi der er et vist tab af aluminium under oparbejdningsprocessen.

5.1.3 Trykfarver og afvaskere

Ressourcestrækket ved produktion af trykfarver, lakker og afvaskere vurderes som ikke væsentlige i en arkoffset tryksags livsforløb. Forbruget af især trykfarve er dog meget væsentligt fordi der under produktionen af pigmenter forekommer en betydende potentiel miljøbelastning (se kap. 6). Farvespildminimering på trykkeriet har derfor stor betydning for tryksagens samlede belastning.

5.1.4 Øvrige kemikalier

Hvad angår øvrige kemikalier er det især sølv, der, uagtet en typisk meget høj genbrugsprocent (> 99,5%), har en vis betydning for det samlede ressourcestræk. At fikseren afleveres til destruktion hos Kommunekemi, efter at udvindingen af sølv har fundet sted og at sølv fra film og sølvholdigt papir til prøvetryk genanvendes har derfor stor betydning. I øvrigt kan det nævnes at brugt fremkalder indsamles af affaldsbehandlere, og enkelte af disse genvinder kvælstoffet, som derefter anvendes i drivhusgartnerier. Såfremt fremkalderen ikke går til genbrug, skal den afleveres til Kommunekemi. Alle typer af brugte fikserbade kan regenereres.

5.2 Energiforbrug

Det største energiforbrug i en arkoffset tryksags livsforløb sker ved fremstilling af papirmasse og papir, og udgør ca. 70% af det samlede forbrug, når energigevinst ved forbrænding (bortskaffelse) og genbrug (recirkulering) indregnes. Der forbruges desuden en væsentlig mængde energi under produktionsprocessen på trykkeriet (ca. 25%) samt mindre betydende mængder under fremstilling af trykfarve/lak, skovning og transport. Denne opgørelse er baseret på et gennemsnit for ét ton arkoffset tryksager (funktionel enhed ét ton) (Larsen et al. 2005a). Opgøres f.eks. på grundlag af et enkelt mindre oplag forventes det at papirets betydning vil mindskes og de øvrige faktorerers betydning øges, uden at det dog vil ændre det overordnede billede.

Ved bortskaffelse af tryksagen 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 tryksag
- 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 6.

5.2.1 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 lufttørret 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 trykkeriets 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 er indirekte med, idet luftemissioner typisk kan oplyses af papirproducenten.

5.2.2 Energiforbrug ved produktion af tryksagen

Energiforbruget på trykkeriet ved produktion af tryksagen udgør som tidligere nævnt i størrelsesordenen 25% af det samlede forbrug (gennemsnit for produktion af 1 ton ark offset tryksager). Fordelingen af disse 25% på forskellige forbrugsemner fremgår af tabel 3.

Forbrugsemne	Andel af total energiforbrug (%)
Elmotorer (primært ved trykkeprocessen)	7
Opvarmning	6
Ventilation	4
Elektronisk udstyr (bl.a. computere)	3
Belysning	3
Køling/trykluft/pumper m.m.	2

Tabel 4. Relativ energiforbrug (primær energi, fordelt på emner) på trykkeriet af total energiforbrug i hele en ark offset tryksags livsforløb (baseret på Larsen et al. 2005a og GA/DDFF 2002).

5.2.3 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 dansk gennemsnits ark offset tryksager reduceres med knap 20%, når der tages højde for energigevinst ved forbrænding.

5.2.4 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%). 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 dansk gennemsnits ark offset tryksager med ca. 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.

6 Miljøbelastninger

Miljøbelastningerne fra arkoffset tryksagers 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). De angivne procenter er, hvis ikke andet er angivet, beregnet med udgangspunkt i opgjorte effektpotentialer fra LCA rapporten om ark offset tryksager af Larsen et al. (2005a), som ligeledes følger UMIP metoden.

6.1 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.

6.1.1 Drivhuseffekt

Drivhuseffekt foranlediges af emission af drivhusgasser som kuldioxid (CO₂) og metan (CH₄).

Det væsentligste bidrag til drivhuseffekten i tryksagens livscyklus 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 betydende omfang ved produktion af tryksagen. 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 imidlertid 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 al 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.

6.1.2 Ozonlagsnedbrydning

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

6.2 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 iltvind i havet). Hertil kommer kronisk [økotoksicitet og toksicitet for mennesker i miljøet](#).

6.2.1 Fotokemisk ozondannelse

Dannelse af ozon ved jordoverfladen skyldes bl.a. udledning af organiske opløsningsmidler, såkaldte VOC'er, fx isopropanol (IPA). VOC er en forkortelse for Volatile Organic Compounds = Flygtige Organiske Forbindelser.

For arkoffset tryksager vil bidraget til dannelsen af ozon ved jordoverfladen især skyldes to forhold: udledning af VOC fra trykning og afvaskning samt udledning af VOC fra udvinding af fossile brændsler til papirproduktion.

Bidraget til fotokemisk ozondannelse i en arkoffset tryksags livsforløb fordeler sig groft set med ca. 52% fra trykkeprocessen (især IPA), ca. 21% fra papir, ca. 19% fra afvaskning på trykkeriet og resten, dvs. ca. 8%, stammer bl.a. fra energiforbruget på trykkeriet og produktionen af trykfarve.

Dannelsen af ozon ved jordoverfladen kan reduceres ved at anvende mindre VOC til trykning og afvaskning samt reducere energiforbruget baseret på fossile brændsler og/eller anvende fornyelige energikilder.

6.2.2 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 arkoffset tryksager kommer især fra energiforbruget ved fremstilling af papirmasse og produktion af papir (ca. 65%) samt fra energiforbruget på trykkeriet (ca. 27%). Resten (ca. 8%) kommer fra produktionen af øvrige råvarer, f.eks. trykfarve.

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

6.2.3 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 arkoffset tryksagers livsforløb er emissionen af NO_x 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.

Bidraget til næringssaltbelastning i en arkoffset tryksags livsforløb fordeler sig groft set med ca. 76% fra papir og ca. 19 % fra energiforbruget på trykkeriet. Resten, dvs. ca. 5%, stammer fra energiforbruget ved produktion af andre råvarer, bl.a. trykfarve.

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

6.2.4 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 ark offset tryksager, der bidrager væsentligt til miljøbelastningskategorien for kronisk økotoksicitet, er både forbundet med produktionen og brugen af råvarer/hjælpestoffer samt energiproduktionen. Det drejer sig bl.a. om emission af trykfarverester og afvaskere på trykkeriet, emissions af kemikalier ved produktion af pigmenter (indgår i trykfarver) samt emission af metaller, f.eks. strontium, ved energiproduktion. 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 bifenyl (PCB) samt dioxin. Flere af disse stoffer er meget giftige for planter og dyr i vandmiljøet.

Bidraget til mulig kronisk økotoksicitet i vandmiljøet kommer især fra emissioner på trykkeriet, dvs. emissioner under afvaskning (ca. 66%, især flygtige organiske opløsningsmidler) og under pladefremstilling (ca. 5%, især biocider). Råvarefremstilling bidrager med ca. 18% fra papirproduktion (især emission af metaller) og ca. 7% fra emission af syntese kemikalier ved fremstilling af pigmenter. Resten (dvs. ca. 4%) stammer bl.a. fra emission af biocider i forbindelse med repro (via skyllevand) og trykning (via fugtevand).

Hvad angår mulig kronisk økotoksicitet i jordmiljøet domineres bidraget af kemikalieemissioner ved pigmentfremstilling (ca. 55%) og resten (ca. 45%) stammer fra emission af flygtige organiske opløsningsmidler fra trykprocessen.

6.2.5 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 arkoffset tryksager, 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. Hertil kommer bidrag fra flygtige organiske opløsningsmidler anvendt under afvaskning og trykning på trykkeriet. 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.

Bidrag til mulig human toksicitet via vand stammer især fra emission af metaller, primært fra papirfremstilling og bortskaffelse (afbrænding), som andrager i størrelsesordenen 60% af det totale bidrag. Øvrige bidrag stammer bl.a. fra emission af flygtige organiske opløsningsmidler under afvaskning (ca. 13%) og emission ifbm repro (11%, bl.a. emission af kviksølv ved produktion af plast, PET, til film) samt emissioner ifbm. energiproduktion til trykkeriet (ca. 10%). Hvad angår kronisk human toksicitet via jord, er bidraget domineret af emission ved trykning, afvaskning og energiproduktion af bl.a. flygtige organiske opløsningsmidler (f.eks. benzen) og metaller (f.eks. vanadium).

6.3 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 arkoffset tryksagers livsforløb, kan nævnes udledning af syntese kemikalier under pigmentproduktion og udledning af trykfarverester på trykkeriet. For bidrag til mulige luftvejspåvirkninger af mennesker er udledning af NO_x og SO₂ betydningsfulde og begge relateret til energiproduktion.

Affald er i UMIP metoden opdelt i 4 kategorier, her angivet i faldende betydning for mulig miljøbelastning (normaliseret opgørelse) i arkoffset tryksagers livsforløb:

- Farligt affald
- Radioaktivt affald
- Volumenaffald
- Slagge og aske

Største bidrag til farligt affald kommer fra produktionen af papir. Processer på trykkeriet bidrager dog også, bl.a. kemikalieaffald i form af brugte fotokemikalier og trykfarverester/spild.

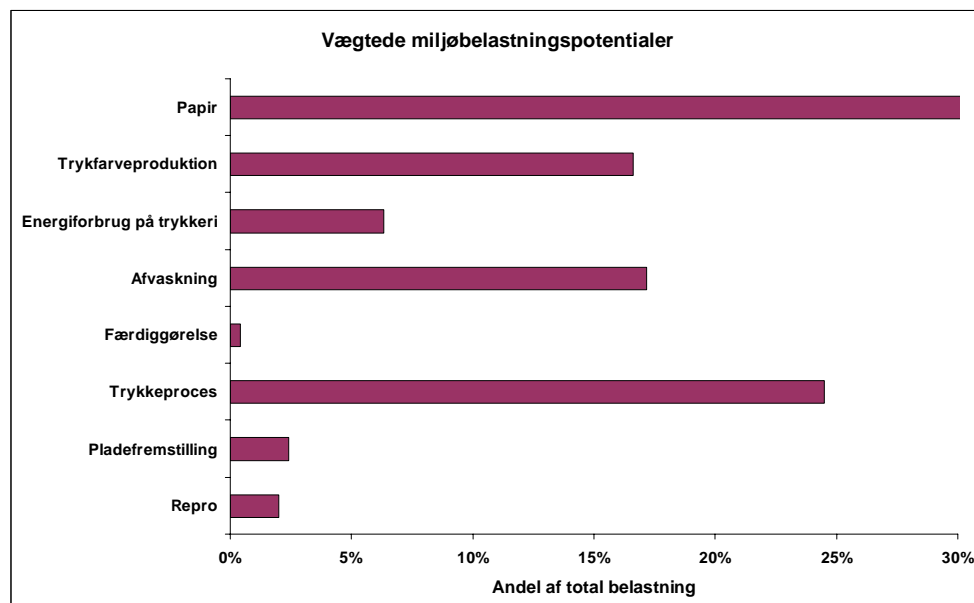
Radioaktivt affald, stammer fra anvendelsen af atomkraft til en mindre del af energiproduktionen, anvendt ved bl.a. produktion af andre råvarer end papir.

Volumenaffald er affald, som ikke i sig selv er farligt, og som primært er et problem i kraft af sit volumen. Papirproduktion er den største bidrager til volumenaffald men produktion af f.eks. trykfarve samt trykning og færdiggørelse på trykkeriet bidrager også.

De største bidrag til slagge og aske stammer fra forbrænding af papir og fra papirproduktionens energiforbrug, men energiproduktionen til trykkeriets energiforbrug bidrager dog også.

Et eksempel på mulige håndteringer af affald kan illustreres ved casen afsvævningslam: Ved fremstilling af pulp på basis af genbrugspapir udskilles urenheder under processen afsvævningslam. 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 i cementproduktion (Frees et al. 2004). Ved genanvendelse af slammet anvendes mineralerne fra papirfyldstofferne i cement (Dalager et al., 1995).

6.4 Samlet vægtet belastning



Figur 2. Relativt bidrag til den samlede miljøbelastning i livsforløbet af en arkoffset tryksag (Larsen et al. 2005a)

Ved at normalisere og vægte miljøbelastningerne i de enkelte miljøbelastningskategorier (drivhuseffekt, fotokemisk ozondannelse etc.) kan én værdi for den samlede vægtede miljøbelastning for arkoffset tryksager opnås. På basis af en sådan opgørelse er det relative bidrag fra de enkelte processer på trykkeriet m.m. til den samlede vægtede belastning vist i figur 2.

Som det ses i figur 2 er bidraget fra papir (produktion, genbrug og afbrænding) og trykkeprocessen (inklusive mindre bidrag fra produktion af andre råvarer end papir og trykfarve) væsentligst. Produktionen af trykfarve og afvaskningsprocessen er også væsentlige og i mindre omfang energiforbruget på trykkeriet. Pladefremstilling, repro og færdiggørelse er alle af mindre betydning.

7 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 tryksagen 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. Trykkerier (og papirleverandører) bør spørges om, hvorvidt arbejdsmiljø er inddraget i et eventuelt miljøstyringssystem på lige fod med miljøbelastninger. Dette er formuleret som et spørgsmål i checklisten.

7.1 Arbejdsmiljøbelastninger ved produktion af papir

De arbejdsmiljømæssige konsekvenser ved brug af udvalgte stoffer ved produktion af råvaren papir er herunder beskrevet på basis af 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 beskrivne 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. 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.

7.2 Arbejdsmiljøbelastninger ved produktion af tryksagen

De arbejdsbetingede lidelser, der hyppigst indrapporteres i den grafiske branche, relaterer sig til uhensigtsmæssige ergonomiske arbejdsstillinger og deraf følgende skader på bevægeapparatet.

Dernæst optræder en række arbejdsskadesanmeldelser på grundlag af støjgener. Støjgener optræder ofte i produktioner, hvor der er maskiner, der kører med mange omdrejninger i minuttet.

UV-lakker indeholder acrylatmonomerer, der kan give anledning til allergisk kontakteksem. Ved håndtering og afrensning skal der anvendes handsker. Det er vigtigt, at de handsker, der anvendes ved afrensning, kasseres efter brug, idet acrylatmonomererne relativt hurtigt trænger gennem handskerne. Ved anvendelse af UV-lakker skal der være etableret procesventilation.

Den grafiske branche har tidligere været karakteriseret ved et relativt stort forbrug af organiske opløsningsmidler anvendt til afrensning af valser og trykfarvekasser, i fugtevand, til limning og til lakering.

Gennem de senere år er mange af disse produkter blevet substitueret med produkter med mindre indhold, eller helt uden indhold af organiske opløsningsmidler.

Nogle af virksomhederne har dog været bedre end andre til at få teknikkerne til at fungere uden anvendelse af organiske opløsningsmidler. Bl.a. derfor anvendes der stadig en del organiske opløsningsmidler i branchen.

Såfremt manuel afrensning af valser og trykfarvekasser med organiske opløsningsmidler udføres, skal der etableres udsugning så tæt på kilden som muligt. Det kan endvidere i en række tilfælde være lovpligtigt, at operatøren anvender åndedrætsværn og handsker.

Lakering med lakker indeholdende organiske opløsningsmidler stiller ligeledes krav til procesventilation. De virksomheder, der lakerer og kacherer i den grafiske branche, har etableret procesventilation.

På en række trykkerier foretages stadig manuel håndtering af fotokemikalier, såvel inde som ude. Ligeledes er der mulighed for kontakt ved rensning og vask af udstyr. Her skal der anvendes passende beskyttelsesmidler, fx handsker og briller. De fleste reproanstalter og trykkerier har dog i stigende omfang fået etableret rørsystemer og tanke til transport og opbevaring af fotokemikalier. Derved undgås kontakt med fotokemikalierne. En hel del gravide grafikere sygemeldes af deres praktiserende læge for at undgå påvirkning af stoffet hydroquinon.

Fra fotofikser med ammoniumthiosulfat kan der afgives svovldioxid, SO₂, ammoniak, NH₃, og svovlbrinte, H₂S.

8 anbefalinger omkring valg af arkoffset tryksager

8.1 anbefalinger før købet

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

- 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

Overvej at fremstille tryksagen 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. Skrivepapir har typisk en gramvægt på 60 – 70g/m² og kopi/print papir en gramvægt på 80g/m².

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

8.2 anbefalinger ved selve købet

Vælg et format, der giver et minimalt papirspild på trykkeriet, fx de såkaldte A-, B- eller C-formater eller de gængse bogformater.

Producer tryksagen i så lille et oplag som muligt.

Øg tryksagens genanvendelighed og mindsk dens miljøbelastning ved at undgå:

- Laminering (med plast, aluminium m.v.)
- Lakering
- Metallic og fluorescerende farver
- Metalliseret papir
- Indfarvet papir

Vælg miljømærkede tryksager (f.eks. Svane eller det kommende Blomst mærke) eller tryksager der lever op til kriterierne for miljømærkede tryksager.

Vælg trykkerier 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 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 vegetabilsk baserede trykfarver.

Valg af trykkeri m.m.

De nedenfor angivne anbefalinger gælder pre-press, trykning og færdiggørelse.

- Vælg CTP frem for traditionel film- og pladefremkaldelse. I tilfælde hvor traditionel film- og pladefremkaldelse er eneste alternativ bør der anvendes sølvfattige film ved formfremstillingen, hvis teknisk muligt. Sølvholdige film og papir bør opsamles, og sølvet udvindes.
- Den vandmængde, der anvendes til fremstilling af fremkalder og fikser i fotoprocesser, bør i videst muligt omfang recirkuleres og opsamles. Brugt fremkalder sendes til genanvendelse eller Kommunekemi. Sølv udvindes fra brugt fikser.
- Trykfarver bør ikke være baseret på tungmetalholdige pigmenter.
- Mængden af fugtevand pr. tryksag bør være så lille som mulig. Fugtevand bør recirkuleres og opsamles. Brugt fugtevand bør sendes til Kommunekemi.
- Trykkeriet bør så vidt muligt anvende vegetabiliske afvaskere til valser, farvekasser m.v.
- Der bør anvendes et trykkeri, der effektivt arbejder på at minimere mængden af papirspild, makulatur o.lign., og som sender mest muligt af dette affald til genanvendelse.
- Der bør anvendes et trykkeri, der effektivt arbejder på at minimere energiforbruget.
- Såfremt omslag skal lakeres, bør der anvendes vandbaserede lakker, lakker baseret på vegetabiliske olier eller UV-lakker og ikke lakker baseret på organiske opløsningsmidler.

8.3 Anbefalinger ved brug af tryksager

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.

8.4 Anbefalinger ved bortskaffelse af tryksager

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

8.5 Prioriteret spørgeramme for indkøb

Tryksagen

Kan tryksagen produceres som miljømærket eller iht. kriterier for miljømærkning?

Trykkeriet

Har trykkeriet et (certificeret) miljøstyringssystem?
Har trykkeriet en miljøpolitik med definerede indsatsområder og mål?
Arbejder trykkeriet med reduktion af papirspild og farvespild?
I hvilket omfang anvender trykkeriet vegetabiliske afvaskere?
I hvilket omfang anvender trykkeriet vegetabilisk baserede trykfarver?
Er arbejdsmiljøet inddraget i et evt. miljøstyringssystem?
Er der foretaget en skriftlig arbejdspladsvurdering hos producenten?

Papirtype

Hvor lav gramvægt er det muligt at anvende?
Er det anbefalede papir miljømærket eller lever det op til miljømærkriterierne (Svanen eller Blomsten)?
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)?

Affaldsbehandling/genbrug

I hvilket omfang indsamles sølvholdig film og papir samt fixer mhp. genindvinding af sølv?
I hvilket omfang indsamles papir og aluminium (offsetplader) mhp. på henholdsvis genbrug og genindvinding?

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/>

Litteratur

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

MiljøNet: <http://www.miljonet.org/>

Skovgaard M, Holmstrand H C, Bentzen A, Meyer Andersen K, Wistoft B, Bauer B (1997). Miljøbevidst design af grafiske produkter. Miljøstyrelsen. <http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/1998/87-7810-853-5/pdf/87-7810-853-5.PDF>

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.

Brodin, L. and Korostenski, J. (1997). Miljøbelastninger från grafisk industri i Sverige: Screen-, Flexo-, Digitaltryck och Efterbearbetning. Preliminär rapport. Kompletterad och reviderad version. Grafiska Miljögruppen. Report version 3 (18-06-1997). Report to SFS

CEPI. (2003). Special Recycling 2002 statistics. CEPI. October 2003. 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.

Energistyrelsen (2003): http://www.ens.dk/graphics/Publikationer/Statistik/Energistatistik_2003/filer/Figurer2003_Internet.xls (24/1-2005).

EC (2004). Printing. Chapter 2 in "Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents". European Commission, JRC. European IPPC Bureau. DRAFT, version May 2004.

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).

EU Kommissionen (2005). COMMISSION DECISION of establishing the ecological criteria for the award of the Community eco-label to printed paper products (Text with EEA relevance). FINAL DRAFT 7 September 2005.

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.

GA/DDFF (2002). Brancheprojekt for energieffektivisering i grafisk industri. Grafisk Arbejdsgiverforning (GA) og Danske Dagblades Forenings Forhandlingsorganisation (DDFF), december 2002.

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

Intergraf (2004). The evolution of graphic industry. Period 2000 – 2003. Multilingual Statistical Report. Intergraf. Brussels, Belgium.

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., Tørsløv J., Damborg, A. (1995). Insatsområder for renere teknologi i den grafiske branche. Spildevandsvurdering. Miljøprojekt 284. Miljø- og Energiministeriet. Miljøstyrelsen.

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*.

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).

Miljøstyrelsen (2004c). Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 8, 2004: Listen over uønskede stoffer 2004. Miljøstyrelsen

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 trykkipapir - Tilleggsmodul. Version 3.0. 15 mars 2005 – 30 juni 2009. <http://www.svanen.nu/DocNord/044.pdf>

Nordisk Miljømærkning (2003c). Miljømærkning av Trycksaker. Kriteriedokument. 21 mars 2001– 14 mars 2007. Versjon 3.2.

<http://www.svanen.nu/DocNord/041.pdf>

Nordisk Miljømærkning (2004). Miljömärkning av lim. Kriteriedokument. 3 oktober 2002 – 17 december 2008. Version 3.1.

<http://www.svanen.nu/DocNord/024.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.

Seedorff L, Kjølholt J, Andersen H V, Jensen M M (1993). Miljøvurdering af fotokemikalier. Miljøprojekt nr. 218. Miljøstyrelsen.

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

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.

Skovgaard M, Holmstrand H C, Bentzen A, Meyer Andersen K, Wistoft B, Bauer B (1997). Miljøbevidst design af grafiske produkter. Miljøstyrelsen.

<http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/1998/87-7810-853-5/pdf/87-7810-853-5.PDF>

Sørensen, B.H. (1999). Vandfri offset i dansk grafisk industri. Slutrapport. Miljøstyrelsen. <http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/1999/87-7909-455-4/pdf/87-7909-471-6.pdf>

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

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