

find flere miljøvejledninger på miljoevejledninger.dk

baggrundsdokument for miljøvejledning for køkken- og toiletpapir

Udarbejdet af Henrik Fred Larsen, IPU
28 november 2005

Indhold

FORORD	5
1 INDLEDNING	6
1.1 MARKEDET FOR KØKKEN OG -TOILETPAPIR	6
2 BESKRIVELSE AF PRODUKTGRUPPEN	8
2.1 LIVSFORLØBET FOR KØKKEN- OG TOILETPAPIR	8
2.2 PRODUKTION AF CELLULOSE- OG GENBRUGSMASSE	9
2.3 PRODUKTION HERUNDER FÆRDIGGØRELSE AF KØKKEN- OG TOILETPAPIR	10
2.4 MILJØMÆRKER	11
3 MILJØBELASTNINGER I KØKKEN- OG TOILETPAPIRS LIVSCYKLUS	13
3.1 UDVÆLGELSE AF MILJØBELASTNINGER	13
4 MATERIALE- OG ENERGIFORBRUG	15
4.1 MATERIALEFORBRUG	15
4.1.1 <i>Papir</i>	15
4.1.2 <i>Kemikalier og materialer</i>	16
4.2 ENERGIFORBRUG	17
4.2.1 <i>Energiforbrug ved papirmasse- og papirproduktion</i>	18
4.2.2 <i>Energigevinst ved forbrænding</i>	19
5 MILJØBELASTNINGER	20
5.1 GLOBALE MILJØBELASTNINGER	20
5.1.1 <i>Drivhuseffekt</i>	20
5.1.2 <i>Ozonlagsnedbrydning</i>	21
5.2 REGIONALE MILJØBELASTNINGER	21
5.2.1 <i>Fotokemisk ozondannelse</i>	21
5.2.2 <i>Forsuring</i>	22
5.2.3 <i>Nærings saltbelastning</i>	22
5.2.4 <i>Kronisk økotoksicitet</i>	22
5.2.5 <i>Kronisk human toksicitet</i>	22
5.3 LOKALE MILJØBELASTNINGER	23
6 ARBEJDSMILJØBELASTNINGER	25
6.1 ARBEJDSMILJØBELASTNINGER VED PRODUKTION AF PAPIR	25
7 ANBEFALINGER OMKRING VALG AF KØKKEN- OG TOILETPAPIR	26
7.1 ANBEFALINGER FØR KØBET	26
7.2 ANBEFALINGER VED SELVE KØBET	26
7.3 ANBEFALINGER VED BRUG AF KØKKEN- OG TOILETPAPIR	27
7.4 ANBEFALINGER VED BORTSKAFFELSE AF KØKKEN- OG TOILETPAPIR	27
7.5 PRIORITERET SPØRGERAMME FOR INDKØB	27
VIDENSCENTRE	28
LITTERATUR	29

Forord

Dette baggrundsdokument er udarbejdet i projektet ”Revision og nyt koncept for miljøvejledningerne”, udført af Jan Viegand Analyse og Information (JVAI) og Institut 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.miljoejledninger.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 ”køkken- og toiletpapir”. 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 Vestervang/Per Kjærgaard, ”Baggrundsdokumentation – Køkken- og toiletpapir”, Miljøstyrelsen, 1. udgave september 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 baggrundsnotat omfatter produktgruppen “ køkken – og toiletpapir “ hvorved forstås aftørringspapir, som finder anvendelse til hygiejniske formål. Produktgruppen er en del af en overordnet produktgruppe, som omfatter alle tissue-papirprodukter, f.eks. også papirservietter (også til industrielt brug, f.eks. afrensning på metalværksteder, papirlømmetørklæder og papirhåndklæder. Nærværende notat omhandler kun køkken- og toiletpapir, men beskrivelsen af tissue-fremstillingen, miljøvurderingerne og de angivne råd er på et generelt niveau også relevante for de øvrige tissue-papirprodukter..

Produktgruppen omhandler forskellige typer, størrelser og tykkelser af papir der kan være omrullet et paprør. Køkken- og toiletpapir kan være hvidt eller indfarvet, ligesom der eventuelt kan være påtrykt en dekoration. Papirkvaliteten bestemmes af de anvendte råvarer og processer, og er således en balance mellem kvalitets-, funktions- og miljøhensyn.

Denne dokumentation beskriver de væsentligste miljø- og sundhedsbelastninger ved fremstilling, brug og bortskaffelse af køkken- og toiletpapir.

Beskrivelsen af miljø- og sundhedsbelastningerne er baseret på livscyklustankegangen. Det vil sige, at miljø- og sundhedsbelastningerne for produkterne (i dette tilfælde køkken- og toiletpapir) 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 af forekommende belastninger fra produktgruppen. På baggrund heraf er der opstillet anbefalinger til gennemførelse af miljøvenligt indkøb af køkken- og toiletpapir.

I kapitel 2 beskrives produktgruppen og dens livsforløb, og i kapitel 3 udpeges de processer, hvor der umiddelbart vurderet kan være væsentlige miljøbelastninger i bred forstand. 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 køkken- og toiletpapir (kap.7). Afslutningsvist er der angivet videncentre, litteratur og referencer.

1.1 Markedet for køkken og -toiletpapir

Forbruget af køkken- og toiletpapir i Danmark kendes ikke. Ifølge den europæiske sammenslutning af papirproducenter (CEPI) var forbruget af papirprodukter til ”husholdning og sanitære formål” (tissue), hvoraf køkken- og toiletpapir udgør en væsentlig del, 94.000 ton i Danmark i 2003 (CEPI 2004). Forbruget i Danmark af husholdningspapir (tissue) i 1997 lå ifølge Nordisk Miljömærkning (2005b) på 60.000 ton.

Da der ikke forekommer produktion i Danmark importeres al køkken- og toiletpapir. De væsentligste europæiske producenter af tissue, herunder køkken- og

toiletpapir, er i prioriteret rækkefølge: Italien, Tyskland, England og Frankrig (CEPI 2004), der samlet står for mere end 70% af tissue-produktionen i Europa (EC 2001). Ifølge Abildgaard et al (2003) er producenter i Tyskland, England, Sverige og Finland væsentlige leverandører af toiletpapir og papirlømmetørklæder til det danske marked.

2 Beskrivelse af produktgruppen

2.1 Livsforløbet for køkken- og toiletpapir

Fremstillingen af køkken- og toiletpapir sker ud fra enten jomfruelige fibre eller genbrugsfibre, dvs. fra indsamlet papir. Anvendelsen af genbrugsfibre dominerer ved fremstilling af tissue-papirprodukter, i det gennemsnitligt omkring 61% af de anvendte fibre er genbrugsfibre (CEPI 2003).

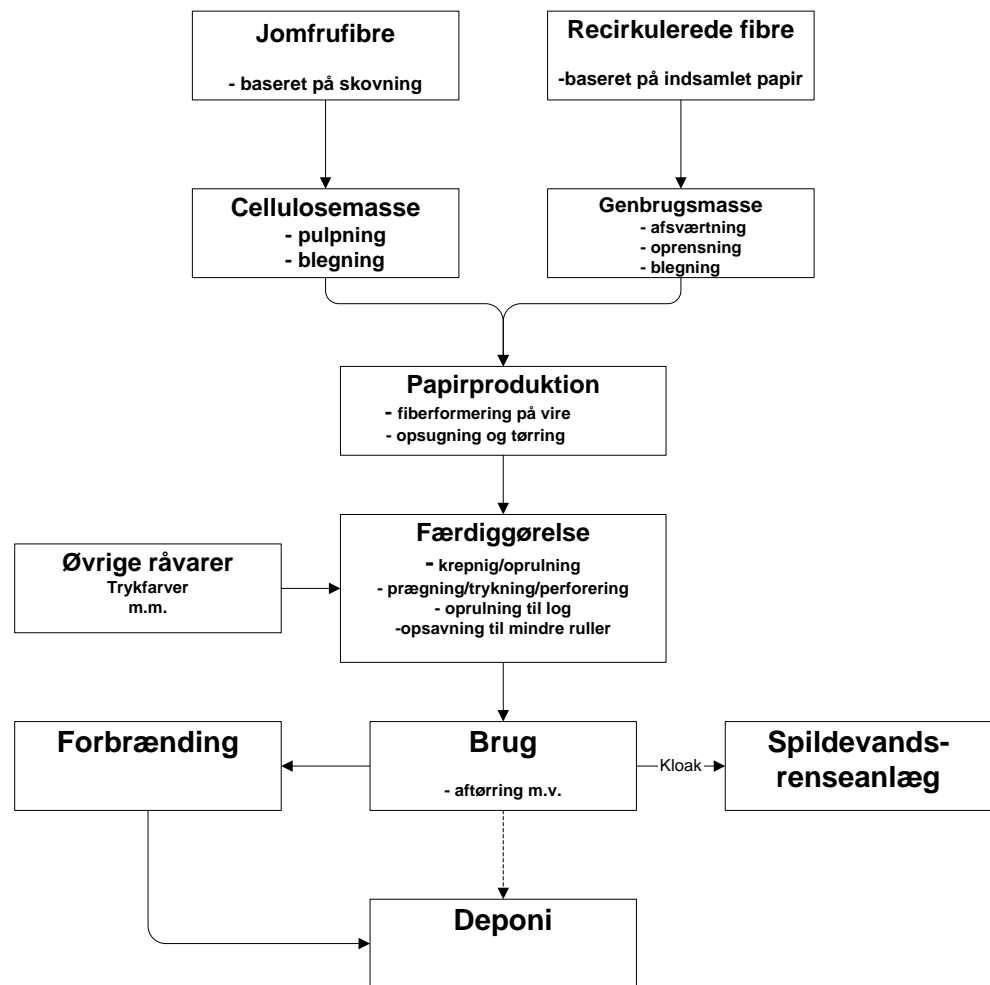
Livsforløbet for køkken- og toiletpapir er derfor specielt, idet papiret ofte er baseret på en stor andel af genbrugsfibre.

Fibrene opblandes med vand og gennemgår herefter en række procestrin, inden papiret sendes til forbrugeren. De forskellige procestrin er nøjere beskrevet nedenfor.

Brugt køkken- og toiletpapir er ikke velegnet til generel papirgenanvendelse (meget korte fibre), og bortskaffelse af køkkenpapir sker derfor som regel via dagrenovationen, hvor det afbrændes i forbrændingsanlæg. Ved afbrænding udnyttes brændværdien i papiret. Køkkenpapiret kan også efter kompostering anvendes til jordbrugsformål.

Toiletpapir bortskaffes som regel via kloaksystemet. På vej til og i renseanlægget opløses papiret og cellulosefibrene ender dels i spildevandsslammet, bliver nedbrudt og en mindre del føres med det rensede spildevand til recipienten, f.eks. en å.

I figur 1 er køkken- og toiletpapirs livsforløb skitseret. Udvinning og produktion af brændsler, olieprodukter, emballage m.v. er ikke vist på figuren.



Figur 1. Simplificeret oversigt over livsforløbet for køkken- og toiletpapir.

2.2 Produktion af cellulose- og genbrugsmasse

I livsforløbet for køkken- og toiletpapir er langt den væsentligste råvare papirmasse, der både benyttes til selve papiret og til de papruller som papiret typisk rulles om. Derudover indgår der eventuelt mindre mængder trykfarve (eller farve ved indfarvning) hvis papiret påtrykkes en dekoration. Endelig kan der ved emballeringen anvendes plastfolier, der som regel udgøres af polyethylen eller af karton, der kan genanvendes.

Papirproduktion og miljøforholdene herved er beskrevet i detaljer i ”Miljøvejledning for skrive- og kopipapir”. Imidlertid er papiret så væsentlig ved produktion af køkken- og toiletpapir at produktionen vil blive gennemgået i det efterfølgende. Endvidere er der nogle principielle forskelle mellem produktion af køkken- og toiletpapir og skrive- og kopipapir. Disse forskelle vil ligeledes blive beskrevet.

Papir fremstilles, uanset hvilket formål papiret skal finde anvendelse for, ud fra en papirmasse der består af træfibre. Papirmassen kan enten fremstilles ud fra jomfruelige fibre og/eller genbrugsfibre.

Ved produktion af jomfruelige fibre benyttes friskt træ (fortrinsvis nåletræer), der ved hjælp af en kemisk proces omdannes til papirmasse. Processen består i en kogning af træet med en blanding af svovlsyrling og sulfit (sulfitproces) eller i en

stærkt basisk opløsning (sulfatproces), hvorved der dannes en masse af plantefibre (cellulosefibre).

Massen, der består af cellulosefibre, bleges i forskellige trin. Tidligere blev anvendt chlogas (Cl_2) til blegningen. I dag anvendes typisk klordioxid (ClO_2), brintoverilte (H_2O_2) eller ozon (O_3).

I nogle papirtyper anvendes også såkaldt mekanisk papirmasse, hvilket er træ der er mekanisk findelt. Mekanisk papirmasse har dog en tendens til at gulne med tiden, og anvendes derfor en del i papirkvaliteter som køkken- og toiletpapir samt avispapir.

Genbrugsfibre er fremstillet ud fra returpapir. Returpapiret kan enten være makulatur (fejltryk og restafskæringer) fra trykkerier, bogbinderier og papiraffald fra kontorer eller papiraffald fra husholdninger og lignende. Til noget genbrugspapir benyttes udelukkende makulatur og kontoraffaldspapir, til andet benyttes papiraffald fra husholdninger eller eventuelt benyttes en blanding.

Returpapiret renses først for større urenheder, hvorefter det opslemmes i vand således at cellulosefibrene adskilles. Urenheder som hæfteklammer, papirclips og lignende fjernes ved sigtning. Selve afsværtningen foregår ved, at der tilsættes natriumhydroxid, vandglas og små mængder tensid (sæbestof) for at mindske overfladespændingen. Dernæst blæses luftbobler ind i blandingen. Boblerne sætter sig på farvepartiklerne som herved stiger til overfladen, hvor de kan afskummes. Efter afsværtningen renses papirmassen i cyklonfiltre for sand og andre mindre urenheder, der ellers vil ødelægge papiret og skade papirmaskinen. Til sidst afvandes og tørres massen. Det afvandede vand kan genbruges. Eventuelt kan der ske afblegning af papirmassen med brintoverilte eller andre blegemidler.

Den fjernede trykfarve og fyldstoffer m.m. udskilles via slam, der f.eks. efterfølgende afbrændes. Asken kan indgå i cementproduktion.

2.3 Produktion herunder færdiggørelse af køkken- og toiletpapir

På papirfabrikken foretages en stoftilberedning og formaling af papirmassen. Den udrøres i store mængder vand til en meget tynd opslemning, der kaldes en pulp. Pulpen renses for urenheder ved hjælp af bundfældning, passage af magnetfiltre og sandfang, inden en formaling af pulpen finder sted. Formalingen består af, at pulpen presses gennem to eller flere riflede skiver. Skiverne kan rotere uafhængigt af hinanden, eller de kan rotere i modsat retning. Maletrykket kan varieres, så der opnås en røsk eller smørig formaling.

Ved en røsk formaling bliver fibrene fortrinsvis afkortet og i det færdige papir vil komme til at ligge som korte strittende hår. Et sådant papir vil være fyldt med luft, hvilket vil sige, at papiret har en høj bulk (forhøjning). Denne type papir vil ikke være særligt stærkt, men til gengæld udgøre et godt sugemateriale. Køkken- og toiletpapir er papir der er blevet røsk formalet

Ved en smørig formaling presses den klæbende slim ud af cellulosefibreneres cellevægge. Derved opnås en forbedret binding mellem fibre, som også bevares i deres fulde længde samtidig med at de gøres smidige. Typisk papir fremstillet ved smørig formaling er kalkepapir eller smørrebrødspapir, som er et meget stærkt stykke papir, meget tæt, med lav bulk.

Af den forarbejdede pulp, der eventuelt kan være tilsat farvestof hvis der ønskes indfarvet papir, dannes selve papiret på papirmaskinen. Papirmaskinen er opdelt i

følgende sektioner: et vireparti (vådpartiet), et presseparti, et tørreparti og ved fremstilling af køkken- og toiletpapir en krepper. Evt. kan en trykkesektion for påførsel af dekoration også være integreret.

Pulpen løber ud på viren, der er et finmasket net, der bevæger sig over nogle valser og sugeskasser med stor hastighed samtidig med at det rystes. Herved vil pulpen afvandes, og det endnu meget våde papir afvandes yderligere ved presning mellem valser i pressepartiet. Der benyttes store mængder vand til papirproduktionen, men en stor del af det genbruges. Efter presningen tørres papiret i tørresektionen, hvor papirbanen føres hen over varme cylindre. For køkken- og toiletpapirs vedkommende bliver papiret endvidere løsnet og krepet over krepperen, hvorved det bliver blødt og absorptionsevnen forøges. Til sidst rulles papiret op, deles eller rulles sammen med endnu et lag. Typiske gramvægte for enkeltlags-tissue er $12\text{g/m}^2 - 40\text{g/m}^2$ (EC 2001).

Næste trin ved fremstilling af køkken- og toiletpapir er konverteringen. Her præges papiret, der påtrykkes eventuelt dekoration, og det perforeres inden det rulles til en log – en meget bred rulle, som saves op til mindre ruller. Rullerne er nu klar til at blive pakket. Pakningen sker som regel i plast (polyethylen).

2.4 Miljømærker

Der er opstillet både Svanemærkekriterier (Nordisk Miljömärkning 2005b) og Blomstkriterier (EU 2001) for tissue-papirprodukter (husholdningspapir), som bl.a. omfatter køkken- og toiletpapir. En aktuell oversigt over Svane- og/eller Blomst mærkede produkter, herunder køkken- og toiletpapir, kan findes på Miljømærkesekretariatets hjemmeside: <http://www.ecolabel.dk/>. Kriterierne for Svanen og Blomsten revideres regelmæssigt og at nyeste version kan ligeledes findes på Miljømærkesekretariatets hjemmeside.

I både kriterierne for Svanen og Blomsten stilles krav til udledninger af organiske stoffer (COD) og klorerede organiske forbindelser (AOX) til vand. Der stilles ligeledes krav til luftudledninger af kultveilte (CO_2 , fra fossile brændsler) og svovldioxid (SO_2) fra selve produktionen af papirmasse (pulp) og tissue-papirprodukt. For CO_2 indregnes også el-produktion, selvom den ikke finder sted på papirproduktionsstedet og der stilles maximum krav til el-forbrug per produceret ton papir. Svanen stiller desuden krav til det totale energiforbrug samt udledning af NO_x (kvælstof-ilter), fosfor og svovl (ikke kun SO_2) og angiver specifikke udlederkravværdier afhængig af papirmassetype (bleget kemisk masse, returpapirmasse m.fl.).

Hvad angår brug af jomfrufibre i produktionen skal det for både Svanen og Blomsten dokumenteres, at de stammer fra bæredygtigt skovbrug. For Svanens vedkommende skal det for 15% af jomfrufibrene dokumenteres at de stammer fra certificeret bæredygtigt skovbrug.

Både Svanen og Blomsten stiller krav om, at der ikke må foretages blegning med klorgas, og at der ikke må anvendes alkylphenoethoxylater ved afsværtning af genbrugsfibre. Desuden må anvendte vådstyrkemidler højst indeholde 1% organiske klorforbindelser (f.eks. epiklorhydrin), der kan fremkalde kræft (R45) og/eller forårsage arvelige genetiske skader (R46) og/eller er meget giftige for vandorganismer (R50/53) og/eller kan skade forplantningsevnen (R60) og/eller kan skade fosteret under graviditet (R61).

I både Blomst- og Svanekriterier er der endvidere hygiejnekrav til produkter fremstillet på basis af genbrugsfibre, dvs. krav til indhold af formaldehyd, glyoxal

og PCB (polyklorerede bifenyler) samt krav til indhold af slimhæmmende/antimikrobielle stoffer og farvestoffer, herunder optisk hvidt og trykssvært (toner). Krav til affaldshåndtering/behandling samt emballage (kun Svanen) er ligeledes opstillet.

Særskilt stiller Svanen krav om at anvendte biocider ikke må være bioakkumulerbare, at anvendte tensider ved afsværtning skal være let nedbrydelige og at restmonomerindhold af miljø- og sundhedsfarlige monomerer i polymerer (f.eks. anvendt ved vandrensning) højst må være 0,01% (akrylamid undtaget). Endvidere stiller Svanen krav om at mindst 95% af de(t) anvendte skumdæmperpræparat(er) skal være let nedbrydelige (eller ingen af indholdsstofferne miljømærkningspligtige), at parfume ikke må tilsættes produktet samt at anvendt lim ikke må indeholde phthalater, halogenerede opløsningsmidler og alkylfenoethoxylater.

Til dokumentation af at papirmassen lever op til Svane-kriterierne kan det nye modulopbyggede kriteriesystem for papirprodukter også anvendes. Dette system omfatter Basismodul (Nordisk Miljømærkning 2003a) og Kemikaliemodul (Nordisk Miljømærkning 2003b) samt tillægsmodul for kopi- og trykpapir (Nordisk Miljømærkning 2005a).

I en nyere dansk undersøgelse af kemiske stoffer i papirlommetørklæder og toiletpapir (Abildgaard et al. 2003) er 6 forskellige toiletrulleprodukter (hvoraf to er delvist baseret på genbrugsfibre, tre er miljømærket og to med farvedekoration) analyseret for diverse indholdsstoffer. Der er ikke konstateret indhold af PCB, PAH, nitrosaminer, polyethoxylater, EDTA, DTPA og acrylamid. Stort set alle de ekstraherbare organiske stoffer (bl.a. hydroxybiphenyl og squalen) der er fundet i toiletpapiret kan stamme fra den oprindelige træmasse. Endvidere er der fundet kobber, magnesium og zink i de fleste prøver men ikke f.eks. cadmium, bly og arsen. Kolofonium er konstateret i en enkelt prøve. Undersøgelsen konkluderer at analyserne generelt viser forholdsvis lave koncentrationer af stoffer, som kan afgives ved brug af papiret. Analyseresultaterne indikerer endvidere at papir baseret helt eller delvist på returfibre ikke indeholder flere ekstraherbare organiske stoffer, metaller eller andre potentielt skadelige stoffer end papir baseret på jomfrufibre.

3 Miljøbelastninger i køkken- og toiletpapirs livscyklus

I dette kapitel angives væsentlige miljøbelastninger i køkken- og toiletpapirs 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 køkken- og toiletpapirs 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 køkken- og toiletpapir. På baggrund heraf er der opstillet anbefalinger, der kan anvendes ved køb af køkken- og toiletpapir.

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 Udvælgelse af miljøbelastninger

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

Da der ikke eksisterer tilgængelige brugbare livscyklus-studier af køkken- og toiletpapir, er miljøbelastningsvurderingen her og i de efterfølgende kapitler (kapitel 4 og 5) primært baseret på den nyeste livscyklusvurdering af tryksager (Larsen et al. 2005a), som inkluderer papir- og papirmasseproduktion.

Som det fremgår af tabel 1, er den væsentligste miljøbelastende fase i livsforløbet produktionsfasen. Årsagen er primært et højt **energi**forbrug 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**).

<i>Fase:</i> <i>Kategori:</i>	Udvinding, produktion og indsamling af råvarer og materialer (træ, affaldspapir, olie, etc.) (materialefasen)	Fremstilling af køkken- og toilet-papir (produktionsfasen)	Bortskaffelse af køkken- og toilet-papir (bortskaffelsesfasen)
Materialeforbrug	Væsentlig - Arealanvendelse til skovbrug	Væsentlig - Kemikalier - Energiresourcer (gas, olie, kul etc.)	Uvæsentlig
Energiforbrug	Mindre væsentlig - Bl.a. transport	Meget væsentlig - Fremstilling af jomfrufibre (- Fremstilling af recirkulerede fibre)	Væsentlig (positiv) - Energigenvinding (forbrænding af papir)
Miljøbelastninger:	Mindre væsentlig	Væsentlig	Mindre væsentlig
- Globale	CO ₂	CO ₂	(Metan fra deponering)
- Regionale	SO ₂ , NO _x	SO ₂ , NO _x , AOX, tungmetaller	-
- Lokale	-	SO ₂ , NO _x , tungmetaller Slam fra afsværtning (repulping) af genbrugspapir	Spildevandsslam og COD-belastning af vandrecipient (typisk via spildevandsrens anlæg)
Arbejds miljøbelastninger	Bl.a. træstøv	Bl.a. papirstøv	-

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

At materialefasen er væsentlig hvad angår materiale(ressource)forbrug skyldes anvendelse af jordarealer til skovdrift.

Bortskaffelsesfasen er væsentlig, hvad angår energiforbrug, fordi der 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

Køkken- og toiletrullepapir består næsten udelukkende af cellulosemasse, som givetvis typisk udgør mere end 99%. Resten kan f.eks. bestå af farve (hvis indfarvet eller dekoreret) og vådstyrkemiddel (EC 2001). Papir spiller derfor en afgørende rolle for ressourceforbruget i køkken- og toiletpapirs livscyklus. De ressourcer der givetvis trækkes mest på i køkken- og toiletpapirs 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 i livscyklus for arkoffset tryksager (Larsen et al. 2005a). Forbruget af vand ved produktion af tissue (omfatter bl.a. køkken- og toiletrullepapir) er generelt en del større end ved produktion af papir til tryksager (finpapir) (EC 2001). 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).

Nedenstående gennemgang af materialeforbruget i køkken- og toiletpapirs livsforløb er opdelt i følgende emner, som er mere eller mindre væsentlige for ressourceforbruget.

- Cellulose/papir (inkl. skovbrug, papirmasse- og papirfremstilling)
- Kemikalier og materialer

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.

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), som det f.eks. er gjort i forbindelse med miljømærkning (se afsnit 2.4).

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 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 papirmasse ligner jomfruelig papirmasse. Under processen udvaskes trykfarver/tryksværite (toner) ved en afsværningsproces ("de-inking"), typisk under brug af natriumsæbe, hvorved urenheder som fyldstoffer og tryksværite 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).

Blegning af papirmasse foretages for at give papiret større lyshed. Set ud fra en miljømæssig synsvinkel foretrækkes brintperoxid (såkaldt TCF blegning) frem for klorforbindelser ved blegning af papirmasse. 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). Som tidligere nævnt må klorgas til blegning ikke anvendes ved fremstilling af miljømærket papir (både Blomsten og Svanen).

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.

4.1.2 Kemikalier og materialer

Ved fremstillingen af papirmasse og papir til køkken- og toiletpapir anvendes udover de ovenfor nævnte slimbekæmpelsesmidler samt koge- og blegekemikalier, som anvendes i større mængder, bl.a. skumdæmpere, retentionsmidler, evt. vådstyrkemidler, evt. farvestoffer og evt. trykfarver. Som nævnt i afsnit 2.4 stiller den nordiske miljømærkeordning Svanen og den europæiske Blomsten krav til flere af disse kemikalietyper.

Af materialer kan nævnes plast der anvendes som emballage.

Af ovennævnte kemikalier og materialer vurderes det at kun forbruget af svovl (til ”kokekemikalier”) måske kan være af betydning for ressourceforbruget i køkken- og toiletpapirs livscyklus.

Det skal bemærkes, at der ved anvendelse af genbrugspapir 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.

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

4.2 Energiforbrug

Det største energiforbrug i køkken- og toiletpapirs livsforløb sker givetvis ved fremstilling af papirmasse og papir. Der eksisterer ingen tilgængelig livscyklusanalyse på køkken- og toiletpapir. En ny livscyklus-analyse af arkoffset tryksager brugt i Danmark viser at i størrelsesordenen 70% af det samlede forbrug, sker ved selve papirmasse- og papirfremstillingen, når energigevinst ved forbrænding (bortskaffelse, 47%) og genbrug (recirkulering, 53%) indregnes (Larsen et al. 2005a). Undersøgelsen på arkoffset viser desuden at omkring 25 % af energiforbruget foregår på trykkeriet og resten ved fremstilling af trykfarve, plast, lim samt ved skovning og transport. For køkken- og toiletpapirs vedkommende indgår trykkeriet ikke som selvstændig enhed men er integreret og i mange tilfælde trykkes slet ikke. Desuden er anvendelsen af genbrugsfibre stor (gennemsnitlig ca. 61%), hvilket sænker energiforbruget, men til gengæld går en mindre del til forbrænding (med energiudnyttelse) idet det meste toiletpapir ender i kloaken. Det skønnes at energiforbruget i køkken- og toiletpapirs livscyklus vil fordele sig med minimum 90% til produktion af papirmasse, papir og selve køkken- toiletpapiret. De resterende max. 10% vil fordele sig på transport, skovning og fremstilling af øvrige råvarer (bl.a. trykfarver).

Køkken- og toiletpapir har relativ lav vægtfylde f.eks. i forhold til skrive- og kopipapir. Under transport med f.eks. lastbiler eller godstog, vil transportmidlets vægtmæssige kapacitet derfor ikke blive udnyttet. Anvendelse af kompakt køkken- og toiletpapir vil derfor kunne spare transportenergi.

Energiforbruget er her inddelt i følgende udvalgte områder:

- Energiforbrug ved papirmasse- og papirproduktion
- Energigevinst ved forbrænding

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.

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. De dominerende europæiske producenter af tissue er dog bl.a. Italien og Tyskland hvor anvendelsen af fossile brændstoffer er større (INFRAS 1998; IEA 2002).

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. Papirtypen er i begge tilfælde skrive- og kopipapir (ikke tissue). 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 46% vandkraft (også fornybar energi) (IEA 2002). 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).

De anførte energiforbrug i tabel 2 gælder som sagt for fremstilling af finpapir (skrive- og kopipapir) og altså ikke tissue. De ligger dog inden for det i EC (2001) anførte interval for tissueproduktion på 7 – 36 GJ/adt og vurderes at være repræsentative for niveauet ved fremstilling af tissue på basis af henholdsvis jomfruelige fibre og genbrugsfibre. Det skal dog bemærkes, at forbruget af returpapir til fremstilling af returfiber-baseret tissue pulp er væsentligt større (1/3) end ved fremstilling af returfiber-baseret finpapirpulp (EC 2001), hvilket giver et forøget energiforbrug per produceret ton ved fremstillingen af tissuepulpen. Det skal endvidere bemærkes, at brugen af lufttørring (through air drying, TAD) og re-krepning giver et væsentlig forøget energiforbrug (3 – 5 gange) i forhold til brug af den konventionelle Yankee tørreproces og enkelt-krepning ved fremstilling af tissue (EC 2001). SCA Danmark (SCA 2005) anfører dog at TAD ”kræver færre råvarer, mindre transport, bedre produktgenskaber og derved mindre forbrug og affald”.

Størrelsen af det samlede energiforbrug i GJ/t ved papirmasse- og papirproduktion kan formuleres som spørgsmål til køkken- og toiletpapirleverandørens producent. Det samlede energiforbrug bør være mindst muligt ved papirproduktion. Oplysninger om energikilder er problematiske at fremskaffe og anvende til miljøvurdering, men oplysninger om luftemissioner kan typisk oplyses af papirproducenten.

4.2.2 Energigevinst ved forbrænding

Ved forbrænding af affaldspapir, herunder køkkenrulle, 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 (Larsen et al 2005a). Et tilsvarende niveau skønnes at være gældende for gennemsnitlig produktion af et ton køkken- og toiletpapir.

5 Miljøbelastninger

Miljøbelastningerne fra køkken- og toiletpapirs 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.

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 køkken- og toiletpapirs 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, og i mindre omfang ved transport. I det omfang brugt køkken- og toiletpapir deponeres (f.eks. som spildevandsslam i toiletpapirs tilfælde), 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 som *gennemsnitsværdi* betragtet, umiddelbart kun et ubetydeligt bidrag til drivhuseffekten idet kun 5% af el-produktionen er baseret på fossile brændsler. For Italien er andelen af fossile brændsler til el-produktion 80% og for Tyskland 61% (IEA 2002). Anvendes imidlertid en *marginal* betragtning (dvs. baseret på en vurdering af hvilken energikilde der vil være dominerende ved fremtidig øget produktion af el), som angivet i Frees et al. (2004), bruges udelukkende naturgas, se Larsen et al. (2005a) for uddybning.

Svensk el-produktion er primært baseret på vandkraft med 46%, kernekraft med 46% og biomasse (f.eks. træ) med 3%, mens brugen af fossile brændstoffer kun

udgør 5% (IEA 2002). 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. Dette gælder også toiletteppir, der via kloak er endt i spildevandsslam, idet omfang slammene ikke komposteres med energiudnyttelse eller anvendes til gødningsformål (f.eks. på agerjord eller skovbrug). 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 nedbrydes af flere typer gasser, hvoraf de vigtigste er CFC og haloner. I livscyklus for køkken- og toiletteppir er der ingen grund til at antage emission af ozonlagsnedbrydende gasser, og køkken- og toiletteppir vurderes derfor ikke at bidrage til nedbrydning af ozonlaget.

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

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 køkken- og toiletteppir vil bidraget til dannelsen af ozon ved jordoverfladen især skyldes udledning af VOC fra udvinding af fossile brændsler til teppirproduktion.

Dannelsen af ozon ved jordoverfladen kan reduceres ved 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 forsuring i livscyklus for køkken- og toiletpapir kommer givetvis især fra energiforbruget ved fremstilling af papirmasse og produktion af papir.

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, og tilføres de i forøgede mængder til f.eks. et følsomt fjordområde, vil det kunne medføre opblomstring af alger med efterfølgende iltsvind m.m. (eutrofiering).

Hvad angår køkken- og toiletpapirs livsforløb er emissionen af NO_x fra afbrænding af fossile brændsler givetvis den væsentligste bidragsyder til næringssaltbelastning.

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

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 køkken- og toiletpapir, der bidrager til miljøbelastningskategorien for kronisk økotoksicitet, er både forbundet med produktionen og brugen af råvarer/hjælpstoffer samt energiproduktionen. Det drejer sig givetvis bl.a. om emission af metaller, f.eks. strontium ved energiproduktion samt emission af kemikalier ved produktion af pigmenter (indgår i trykfarver). 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.

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 køkken- og toiletpapir, der bidrager til miljøbelastningskategorien for kronisk human toksicitet, er givetvis 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 bifenyler (PCB) samt dioxin. Denne mulige emission af PCB og dioxin kan, bl.a. via ophobning i fisk, bidrage til kronisk human toksicitet.

5.3 Lokale miljøbelastninger

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

Af bidrag til mulige akutte effekter i vandmiljøet, som konsekvens af køkken- og toiletpapirs livsforløb, kan nævnes udledning af AOX og biocider ved papirproduktion og 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.

Affald er i UMIP metoden opdelt i 4 kategorier:

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

Største bidrag til farligt affald kommer fra produktionen af papir og radioaktivt affald, stammer fra anvendelsen af atomkraft til energiproduktion.

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 bidrager givetvis også. Når der anvendes genbrugspapir til fremstilling af tissue er affaldsmængden i form af slam specielt stor. Dette skyldes, at udover trykfarver, lim m.m. skal også filleren og coatefarve (f.eks. kaolin og kridt) fjernes, fordi kun den rene cellulosemasse typisk bliver anvendt til tissuefremstillingen. Årsagen er dels produktionsteknisk og dels at sikre høj absorptionsevne af det færdige produkt. Forholdet betyder at der vægtmæssigt skal anvendes 30 – 100% mere genbrugspapir end den opnåede mængde genbrugspulp. Slammet kan f. eks. afbrændes og asken udnyttes ved cementproduktion (EC 2001).

De største bidrag til slagge og aske stammer fra forbrænding af papir og fra papirproduktionens energiforbrug og kan endvidere som nævnt stamme fra afbrænding af slam.

6 Arbejdsmiljøbelastninger

Belastning af arbejdsmiljøet vurderes primært at finde sted i produktionsfasen og er tæt forbundet med brugen af kemikalier og de konkrete produktionsforhold (udsugning m.m.). Det er derfor valgt at fokusere på selve produktionen af papiret 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. Køkken- og toiletpapirproducenter bør via leverandøren 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 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 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. De arbejdshygiejniske grænseværdier for total organisk støv og mineralisk støv er henholdsvis 3 mg/m^3 og 10 mg/m^3 (Arbejdstilsynet 2002).

7 anbefalinger omkring valg af køkken- og toiletpapir

7.1 Anbefalinger før købet

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

Overvej hvilken papirtykkelse (gramvægt) der er nødvendig – jo lavere gramvægt jo bedre rent miljømæssigt ved samme forbrug (enkelt-lags tissue har gramvægte på typisk mellem 12 g/m² og 40 g/m²).

7.2 Anbefalinger ved selve købet

Vælg om muligt miljømærket køkken- og toiletpapir (Svane eller Blomst mærket) eller køkken- og toiletpapir der lever op til kriterierne for miljømærket køkken- og toiletpapir.

Vælg producenter 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 køkken- og toiletpapir der er oprullet så kompakt som muligt. Dette vil reducere energiforbruget til transport, fordi papiret fylder mindre.

Hvis køkken-toiletpapiret ikke kan vælges som miljømærket (undtagelse) vælg da i muligt omfang:

- Miljømærket papir (f.eks. Svane eller Blomst mærket) eller papir der lever op til kriterierne for miljømærket papir.
- Papir med højst muligt indhold af genbrugsfibre og/eller jomfruelige fibre fra certificeret bæredygtigt skovbrug.
- Ubleget papir eller papir bleget helt uden brug af klorgas (papirtype ECF (Elementary Chlorine Free) eller bedst TCF (Total Chlorine Free)).

Og undgå om muligt:

- Indfarvet papir (herved undgås brug af farve i produktionen)
- Dekoreret papir (herved undgås brug af trykfarve i produktionen)
- Indhold af parfume (funktionsmæssigt ”unødvendigt” og kan være allergifremkaldende)
- Typer af køkken-toiletpapir der er fremstillet ved brug af lufttørring (through air drying, TAD) og re-krepning (forøger energiforbruget væsentligt)

Valg af producent

- Der bør anvendes en virksomhed, der effektivt arbejder på at minimere mængden af papirspild, slam o.lign., og som sender mest muligt af dette affald til genanvendelse.
- Der bør anvendes en virksomhed, der effektivt arbejder på at minimere energiforbrug.
- Der bør anvendes en virksomhed, der effektivt arbejder på at begrænse/eliminere anvendelsen af miljø- og sundhedsskadelige stoffer.

7.3 anbefalinger ved brug af køkken- og toiletpapir

Sørg for at så meget som (hygiejnisk) muligt af det brugte papir ender i dagrenovationen.

7.4 anbefalinger ved bortskaffelse af køkken- og toiletpapir

Brugt papir bortskaffes i videst muligt omfang med dagrenovationen (går til forbrænding med energiudnyttelse) eller komposteres.

7.5 Prioriteret spørgeramme for indkøb

Køkken- og toiletrullen

Er køkken- og toiletpapiret miljømærket?

Ved speciel design bør spørges om køkken- og toiletpapiret kan produceres som miljømærket eller iht. kriterier for miljømærkning?

Producenten/leverandøren

Har virksomheden et (certificeret) miljøstyringssystem?

Har virksomheden en miljøpolitik med definerede indsatsområder og mål?

Arbejder virksomheden med reduktion af papirspild?

Arbejder virksomheden med reduktion af energiforbrug?

Arbejder virksomheden med at begrænse/eliminere anvendelsen af miljø- og sundhedsskadelige stoffer?

Er arbejdsmiljøet inddraget i et evt. miljøstyringssystem?

Er der foretaget en skriftlig arbejdspladsvurdering på virksomheden?

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 affaldspapir mhp. genbrug?

I hvilket omfang udnyttes slam fra pulpning (energiindhold og aske)?

Videnscentre

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

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

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

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

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

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

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

Litteratur

Abildgaard A., Mikkelsen S.H., Stuer-Lauridsen F. (2003). Kortlægning af kemiske stoffer i papirlommetørklæder og toiletpapir. Kortlægning af Kemiske Stoffer i Forbrugerprodukter. Nr. 34, 2003. Miljøstyrelsen:
<http://www.mst.dk/kemi/pdf/34kemiske%20stoffer%20i%20papirlommetørklæder%20og%20toiletpapir.pdf>

EC (2001) Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. IPPC. December 2001. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

Referencer

- Abildgaard A., Mikkelsen S.H., Stuer-Lauridsen F. (2003). Kortlægning af kemiske stoffer i papirlommetørklæder og toiletpapir. Kortlægning af Kemiske Stoffer i Forbrugerprodukter. Nr. 34, 2003. Miljøstyrelsen:
<http://www.mst.dk/kemi/pdf/34kemiske%20stoffer%20i%20papirlommetørklæder%20og%20toiletpapir.pdf>
- Arbejdstilsynet (2002). Grænseværdier for stoffer og materialer, At-vejledning C.0.1, oktober 2002. Arbejdstilsynet. <http://www.at.dk/graphics/at/pdf/At-vejledninger/C01-GV-liste-oktober-2002.pdf>
- Baggrundsnotat (2003). Baggrundsnotat. Moduler for Svanemærkede papirprodukter. 16 september 2003. Miljømærkesekretariatet.
- CEPI. (2003). Special Recycling 2002 statistics. CEPI. October 2003. www.cepi.org.
- CEPI. (2004). European Pulp and Paper Industry. Annual Statistics 2003. CEPI. 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).
- EU Kommissionen (2001). Kommissionens beslutning af 4. maj 2001 om miljøkriterier for tildeling af EF-miljømærke til tissue-papirprodukter (2001/405/EF). K(2001) 1175.
http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/pdf/tissue_paper/newcriteria2001/tissuepapercriteria_da.pdf
- EC (2001) Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. IPPC. December 2001. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>
- 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 (2002):
<http://www.iea.org/Textbase/stats/electricityresult.asp> (12/07-2005)
- 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*.

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

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

Nordisk Miljømærkning (2005b). Miljømærkning av Mjukpapper. Kriteriedokument. 16 juni 2000 – 30 juni 2007. Versjon 3.5.
<http://www.svanen.nu/DocNord/005.PDF>

Nordisk Miljømærkning (2003a). Svanmærkning av Pappersprodukter – Basmodul. 9 oktober 2003. Version 1.0.
<http://www.ecolabel.dk/NR/rdonlyres/657F2CBE-AB76-45A8-A875-D4C30CC6B7D4/0/Basismodulfællesforpapirprodukter.pdf>

Nordisk Miljømærkning (2003b). Svanmærkning av Pappersprodukter – Kemikaliemodul. 9 oktober 2003. Version 1.0.
<http://www.ecolabel.dk/NR/rdonlyres/2032F37A-1E69-4CC4-8445-E25904AFDA48/0/Kemikaliemodulfællesforpapirproduktion.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.

SCA (2005). Høringssvar fra SCA Tissue Europe Away from Home Danmark. E-mail af 14/9-2005 fra Product and Market Manager Elise Nordborg Rasmussen.

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