

find flere miljøvejledninger på miljoevejledninger.dk

baggrundsdokument for miljøvejledning for belysning

Udarbejdet af Henrik Fred Larsen, IPU
28 november 2005

Indhold

FORORD	6
1 INDLEDNING	7
1.1 LIVSFORLØBET FOR LYSKILDER OG ARMATURER	8
1.2 MARKEDET FOR BELYSNING	9
1.3 LYSKVALITET	10
2 MILJØBELASTNINGER I LIVSFORLØBET FOR LYSKILDER OG ARMATURER	12
2.1 DEN SAMLEDE MILJØBELASTNINGER	12
3 PRODUKTION OG GENANVENDELSE	14
3.1 MATERIALEFORBRUG	14
3.2 ENERGIFORBRUG	15
3.3 MILJØBELASTNINGER	16
3.3.1 <i>Globale miljøbelastninger</i>	16
3.3.2 <i>Regionale miljøbelastninger</i>	16
3.3.3 <i>Lokale miljøbelastninger</i>	16
3.4 SUNDHEDSBELASTNINGER	17
3.4.1 <i>Påvirkning af befolkningens sundhed</i>	17
3.4.2 <i>Påvirkninger i arbejdsmiljøet</i>	17
4 BRUG OG GENBRUG	18
4.1 MATERIALEFORBRUG	18
4.2 ENERGIFORBRUG	19
4.3 MILJØBELASTNINGER	20
4.3.1 <i>Globale miljøbelastninger</i>	20
4.3.2 <i>Regionale miljøbelastninger</i>	20
4.3.3 <i>Lokale miljøbelastninger</i>	21
4.4 SUNDHEDSBELASTNINGER	21
4.4.1 <i>Belastninger af befolkningens sundhed</i>	21
4.4.2 <i>Belastninger i arbejdsmiljøet</i>	21
5 BORTSKAFFELSE	23
5.1 MATERIALEFORBRUG	23
5.2 MILJØ- OG SUNDHEDSBELASTNINGER	24
6 ANBEFALINGER OMKRING VALG AF LYSKILDER OG ARMATURER	25
6.1 ANBEFALINGER FØR KØBET	25
6.2 ANBEFALINGER VED SELVE KØBET	25
6.3 ANBEFALINGER VED BRUG AF BELYSNING	26
6.4 ANBEFALINGER VED BORTSKAFFELSE AF LYSKILDER OG ARMATURER	26
6.5 PRIORITERET SPØRGERAMME VED INDKØB	27
6.5.1 <i>Råd om lyskilder</i>	27
6.5.2 <i>Råd om Armaturer</i>	27
VIDENSCENTRE	30
LITTERATUR OG REFERENCER	31

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.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 ”Belysning”. Da der er tale om en opdatering af baggrundsdokumentets faglige indhold til i dag, er en stor del af indholdet genbrug fra det tidligere dokument: Anders Schmidt, ”Baggrundsdokumentation – Belysning”, Miljøstyrelsen, Maj 2002.

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

Produkter til belysning kan groft deles op i to grupper, lyskilder og armaturer, hver med en række undergrupper.

Lyskilder kan deles op i følgende grupper, alt efter hvilken teknologi, der anvendes:

- Glødelamper, hvor elektrisk strøm går igennem en glødetråd af wolfram og får den til at gløde (lyse)
- Halogenglødelamper, hvor glødetråden er placeret i en atmosfære af halogengas (fås både som lavspændingslamper og med alm. spænding)
- Lysstofrør, hvor en elektronstrøm omdannes til lys ved hjælp af et eller flere lysstoffer på indersiden af røret. Kræver en forkobling.
- Kompaktlysstofrør, der er lysstofrør med forholdsvis små dimensioner og med stiftsokkel. Kræver, at der er forkobling i armaturet.
- Kompaktlysstoflamper ("sparepærer"), der er lysstofrør med forholdsvis små dimensioner, med gevindsokkel og med forkoblingsudstyr indbygget i soklen. Denne type lampe kan bruges direkte i fatninger til glødelamper. Kaldes i resten af dette dokument for sparepærer.
- Andre udladningslamper, f.eks.
 - kviksølvslamper, hvor strålingen opstår ved udladning i kviksølv damp
 - metal halogen lamper, der er en blanding mellem varmestraler og udladningslamper
 - natrium-lamper, hvor lyset opstår ved udladning i natriumdamp

Kun glødelamper samt nogle typer af lysstofrør, kompaktlysstofrør, sparepærer og metal halogen lamper giver et lys, der normalt er af tilstrækkelig kvalitet til varige, indendørs, arbejdspladser, d.v.s. lys med et farvegengivelsesindex (R_a -index) der er større end eller lig med 80 (se afsnittet nedenfor om lyskvalitet). Miljøvejledningen er derfor centreret omkring disse produkter. Der gives dog enkelte oplysninger om andre former for lyskilder i denne baggrundsdokumentation.

Fælles for de forskellige typer af lyskilder er, at de anvender elektricitet som energikilde, men på grund af forskelle i den anvendte teknologi er der store forskelle i, hvor effektiv udnyttelsen er, ligesom lyskvaliteten også er meget varierende. De fleste lyskilders emballage skal være forsynet med produktets energimærkning, mens oplysninger om dens R_a -index som regel kun er angivet i forhandlerens katalog.

Alle lysstofrør, kompaktlysstofrør og sparepærer kræver en mekanisk eller elektronisk forkobling (HF-forkobling), der sørger for at begrænse strømstyrken, så lampen ikke overbelastes under tænding og brug. HF-forkoblinger er langt at foretrække, blandt andet fordi de bruger mindre energi, giver et bedre lysudbytte, forhindrer flimmer, er støjfri og giver en længere levetid for lyskilden. Forkoblingen kan enten være bygget sammen med lyskilden eller være indbygget i armaturet.

Armaturer anvendes her som en fællesbetegnelse for både armaturer, f.eks. til lysstofrør, og lamper, som de kendes fra hjemmebelysning. Armaturernes opgave er dels at fastholde og beskytte lyskilden mod f.eks. fugt, støv og berøring, dels at

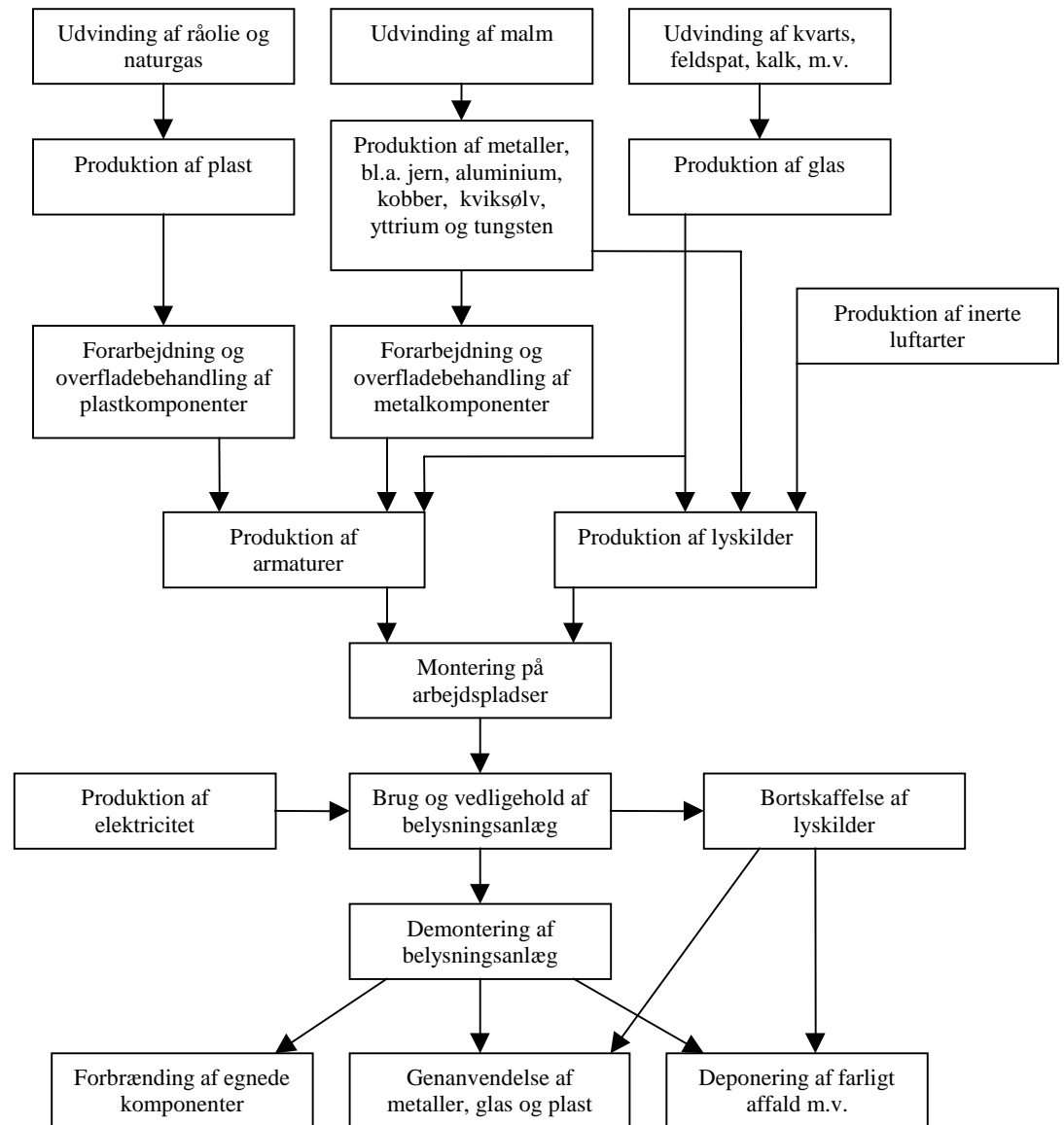
fordele lyset i rummet, uden der opstår generende blanding og således, at der opnås god luminansfordeling (fordeling af det udsendte og reflekterede lys), gode kontrastforhold og en god rumoplevelse med mindst muligt energiforbrug. Et armatur består typisk af et armaturhus, en reflektor, en lyskilde og et eventuelt et gitter. Specielt valg af gitter kan være afgørende for armaturvirkningsgraden, d.v.s. hvor stor en del af lyset, som kommer ud af armaturet. For at opnå det bedste resultat er det endvidere vigtigt, at lyskilde og armatur passer til hinanden. Eftermontering af sparepærer i gamle armaturer kan således give et utilfredsstillende lys, f.eks. fordi lyskildens dimensioner ikke passer sammen med armaturets udformning.

Armaturer fremstilles primært af glas, forskellige metaller (f.eks. stål og aluminium), glas og plastmaterialer, der meget ofte er sammenføjet ved hjælp af skruer og bolte. Desuden indeholder armaturer ofte elektriske og elektroniske komponenter, der er fremstillet af et vidtspændende udvalg af materialer. Plast, kobber og aluminium anvendes til ledninger både internt i armaturet og til tilkobling til lysnettet.

Langt de fleste metalarmaturer er overfladebehandlet på en eller anden måde, men aluminium kan i visse tilfælde være tilstrækkeligt reflekterende i sig selv. Til plastarmaturer anvendes indfarvet plast, men en plastreflektor er ofte overfladebehandlet for at give en bedre refleksion af lysstrålerne.

1.1 Livsforløbet for lyskilder og armaturer

På grund af den store spændvidde i teknologier og materialeanvendelse er det ikke muligt at give hverken et dækkende eller et præcist billede af livsforløbet indenfor rammerne af denne baggrundsdokumentation. Figur 1 indeholder nogle af de vigtige processer, men hver boks omfatter i realiteten langt flere processer.



Figur 1: Simplificeret oversigt over livsforløbet for belysning.

Levetiden for lyskilder varierer fra mindre end 1000 timer for nogle glødelamper til 12- 20.000 timer for de bedste lysstofrør og natrium-lamper. Armaturernes levetid er væsentlig længere, idet de ikke bliver slidt på samme måde som lyskilderne. Der findes formentlig mange armaturer, der er mere end 30 år gamle, og som først vil blive udskiftet i forbindelse med en gennemgribende modernisering af belysningsanlægget.

1.2 Markedet for belysning

Almindelige glødelamper er den mest anvendte lyskilde i private hjem, mens lysstofrør og kompaktlysstofrør er almindeligt brugt som lyskilde på arbejdspladser. Der blev i 1998 importeret ca. 78 millioner glødelamper og eksporteret ca. 33 millioner. Importen kommer først og fremmest fra Polen og England.

I samme tidsrum blev der importeret ca. 18 mio lysstofrør, kompaktlysstofrør og sparepærer, men der blev eksporteret ca. 11 mio. Hovedparten af importen stammer fra Holland, Tyskland og Polen (Danmarks Statistik, 1999), men det vides ikke, om disse lande er de oprindelige producenter. Fordelingen på kompaktlysstofrør og sparepærer kendes ikke. Den danske produktion af lyskilder er neglignel.

Markedet for lyskilder har i mange år været domineret af et lille antal internationale producenter, der hver især har et produktsortiment, der dækker alle behov både i private husholdninger og i offentlige og private virksomheder. Virksomhederne har ofte flere produktionssteder, f.eks. både i Europa, USA og i Østen, ligesom nogle producenter køber sparepærer af uafhængige kinesiske producenter og sælger dem under eget navn (DELIGHT, 1998).

Markedet for armaturer dækkes af langt flere producenter. Import og eksport dækkes af mere end 20 varenumre i dansk statistik. Det skønnes, at eksporten fra Danmark er større end importen af disse produkter, men det er ikke muligt at beregne det danske forbrug på baggrund af oplysningerne fra Danmarks Statistik. Materiale-mæssigt er der tale om flere tusinde tons, der både im- og eksporteres.

1.3 Lyskvalitet

En væsentlig forudsætning for et godt arbejdsmiljø er, at belysningen har den fornødne kvalitet og er tilpasset arbejdets art og den enkelte persons behov. Hvis belysningen - enten i sig selv eller i samvirke med rummets geometri, farver og dagslysindfald - ikke er tilpasset de forskellige arbejdsfunktioner, kan det forringe arbejdspræcision og -hastighed.

Det samlede belysningsanlæg i lokaler kan groft opdeles i almenbelysning og arbejdsbelysning. Arbejdsbelysningen tilgodeser de specielle krav på de enkelte arbejdspladser. Almenbelysningen (rum- eller loftbelysning) oplyser lokalet og skal bl.a. skabe de rette kontrastforhold og give mulighed for sikker færden.

Nedenfor summeres de generelle krav, som belysningen skal leve op til for at sikre et godt arbejdsmiljø:

- Belysningen skal være tilstrækkelig, både på selve arbejdspladsen og i rummet som helhed. Det skal med andre ord sikres, at kravene i Bygningsreglementet (BR 95) og i Dansk Standards DS 700-serie efterleves.
- Den almene rumbelysning skal kunne tilpasses dagslysindfaldet. Dette kan for eksempel opnås ved en zoneopdelt rumbelysning, som kan varieres, jvf. kravene i Bygningsreglementet BR 95.
- Fordelingen af lyset i lokalet ("luminansfordelingen") skal være passende nuanceret. Som tommelfingerregel angives, at forholdet mellem luminanserne af arbejdsobjektet, de nærmere og fjernere omgivelser helst skal være 10:3:1, dvs. mest lys på selve arbejdsområdet. Der skal være en jævn overgang mellem mørke og lysere flader. Dette kan ofte opnås ved at kombinere almenbelysning med særbelysning på de enkelte arbejdspladser.
- Belysningen i lokalet skal have god farvegengivelse. Dette kan opnås ved at vælge lyskilder med en højt farvegengivelsesindex (Ra-værdi). Konkrete krav til farvegengivelse findes i Dansk Standards DS 700-serie. Hvor mennesker opholder sig i længere tid ad gangen skal Ra-værdien være 80 eller mere. For at leve op til kravene i det nordiske miljømærke Svanen, skal lysstofrør, kompaktlysstofrør og sparepærer ligeledes have et Ra-index på 80 eller derover.
- Belysningen må ikke give anledning til generende spejlinger og reflekser fra bordflader, vægge og edb-skærme. Dette kan sikres ved, at arbejdspladserne er korrekt placeret i forhold til dagslysindfald og almenbelysning, og at der eventuelt suppleres med lysarmaturer på de enkelte arbejdspladser. Det kan også sikres gennem valg af en hensigtsmæssig bordoverflade.

- Belysningen må ikke give anledning til generende blænding. Dette sikres bedst ved at placere arbejdspladserne korrekt i forhold til hinanden samt til almenbelysning og dagslys. For at begrænse blænding kan man forsyne belysningsarmaturer med reflektorer eller blændingsafskærmning. DS 700-serien stiller konkrete krav til blændingsforholdene på arbejdspladser.
- Belysningen må ikke give anledning til flimrer, støj og generende varme. Flimrer kan for eksempel undgås ved at forsyne armaturerne med en magnetisk HF-forkobling.
- Armaturerne skal være lette at rengøre.
- Der kan med fordel søges inspiration i dokumentet:
http://www.at.dk/graphics/at/pdf/At-vejledninger/Kunstig_belysning.pdf

2 Miljøbelastninger i livsforløbet for lyskilder og armaturer

I dette kapitel beskrives væsentlige miljøbelastninger i lyskilder og armaturers livsforløb. Begrebet miljøbelastning dækker over ressourceforbrug, miljøbelastninger og sundhedsbelastninger, herunder arbejdsmiljø.

Beskrivelse og vurdering af lyskilders 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 lyskilder. På baggrund heraf er der opstillet anbefalinger, der kan anvendes ved indkøb af lyskilder.

Beskrivelse og vurdering af miljøbelastningen gennem livsforløbet omfatter følgende temaer:

- materialeforbrug
- energiforbrug
- miljøbelastninger globalt, regionalt og lokalt
- sundhedsmæssige belastninger

2.1 Den samlede miljøbelastninger

Vurderingen af lyskilders miljøbelastning gennem livsforløbet er indledt med en udvælgelse af de processer og materialer, som medfører væsentlige miljøbelastninger gennem produkternes livsforløb.

I Tabel 1 er der givet en oversigt over de væsentligste miljøforhold, der indgår i lyskilders livsforløb. I de efterfølgende afsnit er de enkelte miljøforhold beskrevet.

	Udvinding og	Fremstilling af	Brug af	Bortskaffelse af
--	--------------	-----------------	---------	------------------

	produktion af råvarer og materialer	lyskilder og armaturer	lyskilder	lyskilder og armaturer
Ressourceforbrug				
Materialeforbrug	Olie/naturgas til plast, brug af sjældne metaller	Overfladebehandling	Mindre betydning	Genbrug og genanvendelse af kviksølv, aluminium og stål
Energiforbrug	Mindre betydning	Mindre betydning	Stort forbrug af fossile brændsler	Mindre betydning
Miljøbelastninger				
Globale	Mindre betydning	Mindre betydning	Drivhuseffekt fra energiproduktion	Mindre betydning
Regionale	Mindre betydning	Udledning af flygtige organiske forbindelser	Udledning af SO ₂ , NO _x og kviksølv fra produktion af elektricitet	Udledning af kviksølv, bly, bromerede flammehæmmere, DEHP og PCB ved bortskaffelse af lyskilder
Lokale	Mindre betydning	Mindre betydning	Mindre betydning	Specialaffald fra forbrænding af PVC
Sundhedsbelastninger				
Arbejds miljøbelastning	Kviksølv	Kviksølv	Gener ved dårlig lyskvalitet	Kviksølv
Forbruger	Mindre betydning	Mindre betydning	Udledning af SO ₂ , NO _x og kviksølv fra produktion af elektricitet	Mindre betydning

Tabel 1. Oversigt over væsentlige miljøbelastninger i livsforløbet for belysning.

De væsentligste miljøbelastninger er knyttet til elektricitetsforbruget i brugsfasen samt til eventuelle skadevirkninger af kviksølv og andre svært nedbrydelige stoffer, som forekommer i lyskilder og/eller i armaturer.

3 Produktion og genanvendelse

3.1 Materialeforbrug

For glødelamper er de vægtmæssigt mest betydende materialer glas og messing, der typisk findes i mængder på 20, henholdsvis 10 gram. Glasset indeholder bly i mængder omkring 45 mg/pære. Derudover indeholder glødelamper en glødetråd, der typisk er af wolfram (tungsten). I ressourcemæssig henseende er messing det vigtigste materiale, idet hovedbestanddelene [kobber](#) og [zink](#) har en forsyningshorisont på henholdsvis 36 og 20 år. Tungsten (wolfram) har en forsyningshorisont omkring 80-100 år, mens råvarerne til glasproduktion kan karakteriseres som rigelige.

For kompaktlystofrør og sparepærer er de vægtmæssigt mest betydende materialer glas (typisk omkring 30 g), plast (30 g) og messing (10 g). Derudover indeholder sparepærer ofte en elektronisk komponent – en forkobling - der vejer omkring 30 g, samt mindre mængder af en række grundstoffer som antimon (1 mg), barium (2 mg), bly (70 mg), kviksølv (4-12 mg), yttrium (240 mg) og lanthanider (30-40 mg).

De mest almindelige lysstofrør vejer typisk mellem 100 og 200 gram. Glas er det vægtmæssigt dominerende materiale, idet forkoblingen til lysstofrør er integreret i armaturet. Forbruget af andre materialer, først og fremmest jern til fatninger, skønnes at være omkring 10 g. [Kviksølv](#)indholdet i lysstofrør ligger fra 5 mg og opefter. Få år tilbage var det normalt med et kviksølvindhold på over 40 mg.

Både lysstofrør, kompaktlystofrør og sparepærer indeholder lag af fosfor-pulvere (1, 3 eller 5 forskellige slags), der medvirker i dannelsen af lys. Kort sagt forbedres lyskvaliteten (R_a -index) med antallet af fosforpulvere. For eksempel har lysstofrør med ét lag fosforpulver et R_a -index på 50-60, 3-pulver rør et R_a -index på ca. 85, mens 5-pulver lysstofrør har et R_a -index på 90 eller mere.

En lige så præcis materialesammensætning for andre typer af lamper kan ikke gives. Natriumlamper med god farvegengivelse indeholder typisk omkring 20-30 mg kviksølv, metal halogen lamper på mellem 35 og 150 W indeholder 3-15 mg, og visse kviksøvlamper kan indeholde op til 80 mg kviksølv (se også Tabel 1).

I miljømæssig henseende er forkoblinger, der anvendes til at begrænse strømstyrken ved tænding og brug af lysstofrør, kompaktlystofrør og sparepærer, måske de mest interessante. Ældre typer af mekaniske forkoblinger var baseret på magnetpoler med et stort indhold af kobber. I dag er elektroniske forkoblinger (HF-forkoblinger) mere udbredte, blandt andet fordi de er mindre, mere effektive og giver et bedre lys. Indtil 1981 indeholdt visse magnetiske forkoblinger op til 30 g PCB (polychlorerede biphenyler) (Maag og Lassen, 2000). PCB blev fra midten af 1970'erne til omkring 1990 erstattet af DEHP (di-ethyl-hexyl-phthalat) i en række produkter, mens der i dag anvendes mindre belastende dielektriske væsker som silikoneolier. Under alle omstændigheder kan det betale sig både økonomisk og miljømæssigt at integrere forkoblingen i armaturet i stedet for med lyskilden, hvor det er muligt. En god HF-forkobling holder i 50.000-100.000 timer, og der er således mange funktionstimer tilbage i de forkoblinger, der smides ud med brugte sparepærer.

Armaturer fremstilles som tidligere beskrevet af en lang række materialer, der er sammenføjet ved hjælp af skrue og bolte eller er limet/nittet sammen. Vægten af armaturer varierer meget, fra få hundrede gram til adskillige kilo. Generelt er forbruget af materialer til armaturer væsentligt større end forbruget til de lyskilder, der anvendes i armaturets levetid.

Med det store udvalg af materialer, der anvendes til armaturer, er det vanskelig at pege på de ressourcemæssigt vigtigste. [Kobber](#), der anvendes både til ledninger og andre komponenter, har som nævnt en forsyningshorisont på omkring 36 år. [Plast](#), der også indgår i de fleste produkter, fremstilles af olie og naturgas, der har en tilsvarende kort forsyningshorisont. [Aluminium](#), der i stor udstrækning anvendes til armaturer og reflektorer, har en væsentligt længere forsyningshorisont, omkring 175 år.

Flammehæmmet plast anvendes i en lang række komponenter i armaturer og lyskilder. Blandt de vigtigste anvendelsesområder er lampesokler, kontakter, skærme og bundstykket på kompaktlysrørslamper. Den flammehæmmede plast kan være PVC (Polyvinylchlorid), men også PC (Polycarbonat), PMMA (Polymethylmethacrylat), HIPS (High Impact Polystyren) og PA (Polyamid) med [bromerede flammehæmmere](#) anvendes i stor udstrækning. Det samlede forbrug i 1998 af bromerede flammehæmmere til belysningskomponenter i Danmark er estimeret til 4-14 tons (Lassen *et al*, 1999). Forbruget af bromerede flammehæmmere til armaturer er faldende, og Lassen (1999) anfører, at der for mange komponenters vedkommende findes brom- og chlorfrie alternativer. En virksomhed, der fremstiller armaturer, vil typisk modtage halvfabrikata (stål- og plastplader, sokler, kabler, forkoblinger m.v.), der eventuelt videreforarbejdes inden den endelige montering. Forarbejdningen kan i første omgang bestå af bukning, stansning eller klipning af plader, samt overfladebehandling. Sidstnævnte er mest interessant i miljømæssig henseende.

Det vurderes, at de fleste processer til [overfladebehandling](#) af metal anvendes på et eller flere af de produkter, der findes på det danske marked.

Plastoverflader overfladebehandles mere sjældent. Pålægning af et tyndt metallag kan forbedre refleksionen fra lampehuset, men ofte vælges det at indsætte (lime) et tyndt stykke metal (aluminium eller stål) på indersiden af armaturet.

Udover råvareforbrug skønnes materialeforbruget til fremstilling af lyskilder at være minimalt.

3.2 Energiforbrug

Energiforbruget til fremstilling af råvarer afhænger naturligvis af både materialevalg og vægten af de enkelte komponenter og det samlede produkt. Det anslås meget groft, at det gennemsnitlige energiforbrug ved produktion af råvarer er 100 MJ/kg, idet nogle materialer kræver mindre end gennemsnittet (f.eks. jern og mange almindelige plasttyper som PVC, PP og PE), mens konstruktionsplast, aluminium, kobber og zink kræver en del mere end 100 MJ/kg, hvis produktionen er baseret på nye råvarer.

Energiforbruget til produktion af armaturer eksemplificeres ud fra en dansk virksomhed, der overfladebehandler metaldelene og derefter færdigmonterer armaturet sammen med indkøbte komponenter. Til at fremstille et armatur, der vejer ca. 2 kg, anvendes følgende mængder energi (Rasmussen, 1995):

- 2,08 liter fyringsolie

- 0,19 liter naturgas
- 11,84 kWh

Med en brændværdi på 40 MJ/l for fuelolie og 39 MJ for naturgas samt en effektivitet i elproduktionen på 50% (1 kWh = 7,2 MJ primær energi) bliver forbruget af primær energi i denne fase af livsforløbet omkring 175 MJ.

Energiforbruget til produktion af en glødelampe er 3 MJ (0,8 kWh), mens der til en lavenergipære anvendes ca. 12 MJ (3,4 kWh) og ca. 7 MJ (1,9 kWh) til et lysstofrør (OSRAM, 2000). Energiforbruget til fremstilling af andre typer af lyskilder kendes ikke.

3.3 Miljøbelastninger

Miljøbelastninger fra belysning behandles her ud fra en global, en regional og en lokal synsvinkel.

3.3.1 Globale miljøbelastninger

Der vil være et vist bidrag til [drivhuseffekt](#) forårsaget af energiforbrug ved fremstilling af råvarer og selve lyskilderne/armaturer. Set i forhold til produkternes levetid og energiforbrug i brugsfasen anses dette dog ikke for at være særligt betydende. Det anses ikke for sandsynligt, at der forekommer stoffer som bidrager til nedbrydning af [ozonlaget](#).

3.3.2 Regionale miljøbelastninger

Blandt miljøbelastninger af regional betydning fra belysnings livscyklus må medregnes [forsuring](#), [eutrofiering](#) (næringssalt-berigelse), bidrag til [dannelse af ozon nær jordoverfladen](#) samt udledning af svært nedbrydelige kemiske stoffer.

Energiforbruget medfører et vist bidrag [forsuring](#) og [næringssaltbelastning](#) såvel som til dannelse af ozon. Det største bidrag til dannelse af ozon må forventes at stamme fra udledning af flygtige organiske forbindelser ([VOC](#)) ved [overfladebehandling](#) af armaturer. Med hensyn til brug af opløsningsmidler har Dansk Industri indgået en aftale med Miljøstyrelsen om reduktion i forbruget. For at nå målet i aftalen skal opløsningsmidler til affedtning af metal i vid udstrækning erstattes af vandbaserede affedtningsmidler, og til maling/lakering af metalemner bør der så vidt muligt anvendes vandbaseret maling eller pulvermaling.

Selvom produktion af lyskilder foregår under kontrollerede forhold kan der under produktionen forekomme mindre udslip af [kviksølv](#) eller andre stoffer, som anvendes i lyskilder (eks. [phthalater](#)).

3.3.3 Lokale miljøbelastninger

Lokale miljøbelastninger omfatter landskabspåvirkninger, forurening af vand, jord og grundvand samt gener i form af støv, støj og lugt. Eventuelle udslip af kviksølv eller andre giftige stoffer kan lokalt forårsage påvirkninger af miljøet.

Udvinding af de mange forskellige råstoffer, der anvendes til materialer og komponenter, giver anledning til lokale belastninger og gener fra minedrift o.l.

3.4 Sundhedsbelastninger

De sundhedsmæssige belastninger vurderes ud fra to overordnede elementer: påvirkning af befolkningens sundhed og påvirkninger i arbejdsmiljøet.

3.4.1 Påvirkning af befolkningens sundhed

Det væsentligste element i belastning af befolkningens sundhed er, ligesom for de regionale og lokale miljøbelastninger, udledningen af kviksølv.

Desuden kan [overfladebehandling](#) af armaturer bl.a. resultere i lokalt forhøjede [VOC](#) og ozonkoncentrationer til gene for de omkringboende.

3.4.2 Påvirkninger i arbejdsmiljøet

Ved produktion og bortskaffelse af lysstofrør, kompaktlysstofrør, sparepærer og metal halogen pærer er der risiko for at blive udsat for kviksølv. De mulige effekter af dette er beskrevet ovenfor. Risikoen nedsættes væsentligt, hvis de processer, hvor kviksølv håndteres, er lukkede. Det antages, at dette generelt er tilfældet for produktionsprocessens vedkommende, idet der er tale om en høj grad af mekanisering.

Ved overfladebehandling af armaturer kan der, afhængig af overfladebehandlingens art, forekomme udsættelse for [opløsningsmidler](#), eller [tungmetaller](#) i arbejdsmiljøet.

4 Brug og genbrug

4.1 Materialeforbrug

Den danske standard for kunstig belysning på arbejdspladser stiller krav om, at der er udarbejdet en vedligeholdelsesplan, hvor armaturer og lyskilder rengøres med jævne mellemrum, typisk en gang om året. Forbruget af rengøringsmidler er derfor af mindre betydning i materialemæssig sammenhæng.

Levetiden for armaturer og lamper er i princippet lang, mere end 25 år. Indtil begyndelsen af 80'erne blev der brugt polychlorede biphenyler, PCB, i visse kondensatorer til magnetiske forkoblinger, og der er derfor stadig risiko for at udtjente armaturer indeholder dette stof.

Lyskilderne udskiftes, når de enten brænder ud eller ikke længere giver den fornødne lysmængde eller kvalitet i lyset. En lang levetid er derfor alt andet lige ensbetydende med et lavt materialeforbrug. Typiske levetider for forskellige lyskilder fra midten af 1990'erne er gengivet i Tabel sammen med oplysninger om effekt, effektivitet og R_a -index, der er et udtryk for farvegengivelsen. Det skal bemærkes, at forskelle i metoder til at måle levetiden kan give andre værdier.

Lyskilde	Levetid (timer)	Indhold af kviksølv (mg)	Effekt (W)	Effektivitet (lm/W)	R_a -index
Glødelamper	750-2.000	0	3 - 1.500	4 - 24	99
Halogenglødelamper	2.000-4.000	0	5 - 2.000	8 - 33	99
Sparepærer	7.000-20.000	4 - 12	3 - 23	24 - 68	82 - 86
Lysstofrør	7.500-20.000	3 - 42	4 - 215	49 - 89	49 - 98
Kompakt lysstofrør	10.000-12.000	3 - 12	5 - 55	42 - 82	82 - 85
Metal halogenlamper	6.000-15.000	3-15	32 - 150	38 - 95	65 - 92
Kviksølvdamplamper	20.000 - > 24.000	10 - 80	40 - 1.250	19 - 43	15 - 50
Højtryks-natriumlamper	16.000-55.000	20 - 30	35 - 1.000	22 - 115	21 - 98
Lavtryks-natriumlamper	12.000- 16.000	?	18 - 180	50 - 150	0

Tabel 2. Levetid, kviksølvindhold, effektforbrug, effektivitet og farvegengivelsesindex (R_a -index) for en række lyskilder. (Efter DELight (1998), USEPA (1998) og datablade fra Philips).

Lyskilders levetid og deres kviksølvindhold hænger normalt sammen på den måde, at en lille forøgelse af kviksølvindholdet giver en større forøgelse af levetiden. Sammenhængen er ikke lineær. Det er derfor ikke nødvendigvis en fordel med et meget lavt kviksølvindhold, hvis det opnås på bekostning af levetiden, fordi den totale mængde kviksølv, der medgår til at oplyse et rum i et bestemt stykke tid, derved bliver større (Miljømærkesekretariatet (2000)). Den teknologiske udvikling har gjort det muligt i dag at dosere lampens indhold af kviksølv, så man også kan opnå en lang levetid med et lille kviksølvindhold.

I det Nordiske Miljømærke Svanen er princippet for det tilladelige kviksølvindhold i lyskilder (kriterierne gælder kun lysstofrør, kompaktlysstofrør og sparepærer), at en lyskilde, der kun kan levere halvt så mange lystimer som en anden, også kun må

indeholde halvt så meget kviksølv. Kravet er altså sat som en lineær sammenhæng efter formlen $Kviksølvindhold (i\ mg) = Levetid (målt\ i\ timer)/2500$, dog maksimalt 10 mg i lysstofrør og 6 mg i kompaktlysstofrør og sparepærer (Miljømærkesekretariatet (2000)). Metalhalogen- og natriumdamp-lamper er ikke omfattet af miljømærkeordningen, men vurderet efter de samme retningslinier som kompaktlysstofrør vil visse typer af metal halogen lamper sandsynligvis kunne opnå et miljømærke.

I det europæiske miljømærke Blomsten er kravet, at lamper med en fatning skal have et gennemsnitligt kviksølvindhold på under 6 mg. Lamper med to fatninger med en gennemsnitlig levetid på mellem 10.000 og 20.000 timer, skal have et gennemsnitligt kviksølvindhold på under 7,5 mg, mens de ved en gennemsnitlig levetid lig med eller over 20.000 timer skal have et kviksølvindhold under 10 mg (EU (1999)).

4.2 Energiforbrug

En lyskildes effektforbrug måles i watt og vil fremgå af påtrykte oplysninger på både emballage og lyskilde. På grund af forskelle i, hvor effektivt energien udnyttes, er det ofte relevant at vide, hvor stor en lysmængde (lumen), som lyskilden udsender per watt.

Lyskilders energiforbrug kan således bedst vurderes ved at beregne, hvor stort et energiforbrug, der kræves for at udsende en bestemt lysmængde. En glødelampe med en effektivitet på 15 lumen/watt vil bruge ca. 67 kWh for at udsende en million lumentimer, mens et kompaktlysstofrør med en effektivitet på 60 lumen/watt kun vil bruge 17 kWh til at producere den samme lysmængde. Samtidigt er levetiden for et kompaktlysstofrør omkring 10 gange så lang som for en glødelampe (10.000 timer i forhold til 1000 timer), så der skal ikke produceres så mange lyskilder for at opfylde lysbehovet. Det skal understreges, at det for begge typer af lyskilder gælder, at de forbruger væsentlig mere energi i brugsfasen, end der medgår til fremstillingen (0,8 kWh for glødelamper og 3,4 kWh for lavenergipærer).

Kriterierne for energieffektivitet i både det Nordiske miljømærke Svanen og det europæiske miljømærke Blomsten er, at lyskilder med to fatninger skal kunne klassificeres som A i henhold til energimærket som fastlagt i EU-kommisionens direktiv 98/11/EF af 27. januar 1998, bilag IV (EU (1998)). Lyskilder med en fatning skal kunne klassificeres som A eller, hvis de er med stiftfatning, som B i henhold til det samme direktiv. Sparepærer med magnetisk forkoblingsenhed kan ikke komme i betragtning til det nordiske miljømærke på grund af energiforbruget.

Bevægelsesmeldere, der tænder lyset automatisk, f.eks. når der træder en person ind i et lokale, kan i nogle tilfælde nedsætte energiforbruget. Det samme kan lysfølere, der regulerer lysstyrken efter hvor meget dagslys, der kommer ind i lokalet. Ældre typer af bevægelsesmeldere har et relativt stort [energiforbrug i standby](#), op til 8 W, men gode bevægelsesmeldere og lysfølere ligger i dag på under 1 W i stand-by forbrug.

Armaturnes effektivitet har også stor betydning for energiforbruget i det samlede belysningsanlæg. Et armatur med en høj grad af refleksion kan have en armaturvirkningsgrad på over 0,7, mens armaturer, hvor lyskilden er kapslet inde, kun har en virkningsgrad på omkring 0,2. Det vigtigste er at vælge et armatur, der har så høj en effektivitet som muligt i det konkrete lokale, samtidig med at der tages hensyn til samspillet mellem rum og lyskilde(r).

Der er en sammenhæng mellem udnyttelsen af lys og omgivelserne. Lyse blanke flader i rummet vil f.eks. ikke kræve helt så mange watt, som mørke matte flader. I forbindelse med planlægning af belysning er det altså fornuftigt at inddrage omgivelsernes beskaffenhed såsom rummenes form, fladernes reflektans, og udnyttelse af dagslys. Indimellem planlægges anskaffelse af belysning jo i forbindelse med ombygninger, reoveringer o.lign.

4.3 Miljøbelastninger

4.3.1 Globale miljøbelastninger

Globale miljøbelastninger omfatter to effekter: Drivhuseffekten, der giver en opvarmning af jordens atmosfære og nedbrydningen af ozonlaget, der giver en kraftigere UV-stråling ved jordoverfladen.

De altdominerende bidrag til drivhuseffekten i livsforløbet for lyskilder og armaturer stammer fra produktion af den elektriske energi, der får lampen til at lyse.

Det er derfor vigtigt at vælge lyskilder, der har et så lille energiforbrug som muligt for på denne måde at nedsætte belastningen.

Med hensyn til nedbrydning af ozonlaget er der ikke fundet oplysninger, der peger på at lyskilder og armaturer bidrager til denne miljøbelastning.

4.3.2 Regionale miljøbelastninger

Regionale belastninger omfatter traditionelt forurening og dannelse af [ozon](#) og [VOC](#) ved jordoverfladen samt belastning af vandmiljøet med [næringssalte](#) og svært nedbrydelige stoffer.

Udledning af svovldioxid (SO₂) og kvælstofilter (NO_x) fra elektricitetsproduktion er det væsentligste bidrag til forurening. Kvælstofilterne bidrager også til belastning af vandmiljøet med næringssalte. Det er derfor oplagt, at en reduktion af energiforbruget, specielt i brugsfasen, også vil nedsætte disse typer af miljøbelastning.

For dannelse af ozon ved jordoverfladen er der to kilder, nemlig udledning af flygtige organiske forbindelser ([VOC](#)) fra elproduktion og i væsentlig mindre grad udledninger fra transport af lyskilder og armaturer.

Belastning af miljøet med svært nedbrydelige stoffer sker først og fremmest i form af udledning af kviksølv. Udledningen af kviksølv sker i forbindelse med elproduktion, hvor det vigtigste brændsel, kul, indeholder kviksølv, og ved bortskaffelse af udtjente lyskilder under ikke-kontrollerede forhold. I forbindelse med udarbejdelse af kriterier for tildeling af det nordiske miljømærke Svanen til lyskilder er størrelsen af de to kilder vurderet. Som et eksempel er det beregnet, at hvis kviksølvindholdet er mindre end 4 mg pr lyskilde, vil den samlede belastning med kviksølv ved en million lumentimer være mindre for et 36 W lysstofrør end en 60 W glødelampe, også selvom lysstofrøret ikke indsamles. Det er på denne baggrund klart, at efterhånden som indsamlingen af brugte lyskilder bliver mere effektiv, vil kviksølvbelastningen blive endnu mindre. Det er også klart, at det er vigtigt at bruge lyskilder med så lille et indhold af kviksølv som muligt, simpelthen for at minimere den mulige spredning af kviksølv som følge af forkert bortskaffelse.

4.3.3 Lokale miljøbelastninger

Også på dette område er det brugsfasen, der er den mest betydende, idet elproduktionen medfører dannelse af affald i form af aske og slagge, der skal deponeres eller genanvendes i forbindelse med anlæg af f.eks. veje og broer. Det skal også nævnes, at spredning af kviksølv fra både elproduktion og ikke-kontrolleret bortskaffelse af kviksølvholdige lyskilder også er et lokalt problem.

Et evt. indhold af [phthalater](#) kan også udgøre et lokalt problem.

4.4 Sundhedsbelastninger

4.4.1 Belastninger af befolkningens sundhed

Det væsentligste element i belastning af befolkningens sundhed er, ligesom for de regionale og lokale miljøbelastninger, udledningen af [kviksølv](#).

4.4.2 Belastninger i arbejdsmiljøet

Belysning har stor betydning for arbejdsmiljøet - f.eks. er det vigtigt ubesværet at kunne læse etiketterne på beholdere med kemiske midler for at sikre forsvarlig brug af indholdet.

Dårligt eller utilstrækkeligt arbejdslys er ikke direkte skadeligt for øjnene, men er ofte indirekte årsag til en række gener. En belysning, der vanskeliggør synsarbejdet, kan medføre synsbelastninger, forkerte arbejdsstillinger – også f.eks. i elektronikindustri og på autoværksteder - samt usikker færdsel på trapper og gangarealer med risiko for sundhedsskadelige belastninger af både psykisk og fysisk karakter.

Hovedpine, ondt i nakke eller skuldre, træthed, synsforstyrrelser, manglende trivsel, uoplagthed, og forringet arbejdspræstation kan ofte relateres til belysningen på en eller flere måder:

- Lysstyrke og -fordeling passer ikke til synsopgaven.
- Blænding og spejling opstår, hvis loftbelysning, individuel belysning eller arbejdspladsen er forkert placeret i forhold til hinanden og i forhold til dagslysindfald.
- Belysningsanlægget bliver ikke vedligeholdt og giver derfor anledning til generende flimmer og utilstrækkelig lysstyrke på grund af slidte og defekte lyskilder.
- Utilstrækkelig belysning øger risikoen for ulykker ved færdsel på trapper og gangarealer.

Man forbinder dog sjældent fysiske og psykiske gener med belysningen, fordi synet har en stor tilpasningsevne, og fordi vi sjældent er bevidste om, hvorfra generne stammer. Det er derfor ekstra vigtigt, at man i projekteringsfasen er opmærksom på, hvordan belysningsanlægget på arbejdspladsen udformes eller er udformet i forhold til den pågældende arbejdsituation – ligeledes kan det være en god ide at placere den kunstige belysning, efter det er besluttet, hvor arbejdspladserne skal være placeret i rummet.

5 Bortskaffelse

5.1 Materialeforbrug

Der er ikke knyttet et nævneværdigt materialeforbrug til bortskaffelse af lyskilder og armaturer. Tværtimod er det muligt at genvinde en stor del af de materialer, der er brugt ved produktionen.

Det er Miljøstyrelsens holdning, at alle kviksvølvholdige lyskilder skal betragtes som farligt affald og bortskaffes som sådant. Alle kommuner skal derfor have etableret en indsamlingsordning for disse produkter. Selvom lyskilderne er miljømærkede, indeholder de kviksvølv i små mængder, og det er ikke praktisk muligt at skelne mellem produkter med og uden miljømærke ved affaldshåndteringen. Ved at håndtere lyskilderne som farligt affald kan kviksvølvet oparbejdes. På samme måde kan blyholdigt glas oparbejdes til brug i nye lyskilder, og et eventuelt indhold af uønskede stoffer i f.eks. kondensatorer til forkoblinger vil ikke blive udledt til miljøet. Helt op til 98% af materialeindholdet i en lyskilde kan udnyttes ved en optimal tilrettelæggelse af processen.

Ifølge [EU-direktiv om affald af elektrisk og elektronisk udstyr](#) hører kviksvølvholdige lyskilder ind under direktivet, der blandt andet sigter mod en større grad af indsamling og oparbejdning af stoffer og materialer, der medfører en uønsket miljøbelastning ved bortskaffelse. Et vigtigt mål er helt at undgå denne type affald, og direktivet peger derfor på substitution eller nedsættelse af indholdet af kviksvølv i produkter som et vigtigt element (EU, 2003).

Udledning af [kviksvølv](#) til miljøet er den største potentielle belastning ved bortskaffelse af lyskilder. Det er derfor vigtigt, at indsamling og bortskaffelse sker på en måde, så kviksvølvholdige lyskilder først knuses, når det kan ske under kontrollerede omstændigheder. Kviksvølvet findes både på dampform og i fosforpulver, men med effektive processer og rensningsforanstaltninger – typisk undertryk og aktiv kul filtre – er det muligt at fange stort set hele kviksvølvindholdet, der efterfølgende kan oparbejdes (USEPA, 1998b).

For lysstofrør er det også muligt at genanvende de fleste andre materialer som glas, aluminium og kobber. For sparepærer og armaturer til kompaktlysstofrør er det nødvendigt at frasortere de elektroniske komponenter i forkoblingen og bortskaffe disse som farligt affald. Resten, d.v.s. glas, metaller (kobber, messing, jern og aluminium) og plast, kan enten oparbejdes til sekundære materialer eller forbrændes med energigenvinding.

I følge Miljøstyrelsens Bekendtgørelse nr. 1067 af 22. december 1998 skal alle elektriske og elektroniske produkter indsamles med henblik på særlig håndtering, d.v.s. brugerne skal aflevere dem til en kommunal indsamlingsordning. På denne måde er det muligt at genbruge visse materialer, ligesom man kan undgå, at uønskede stoffer som bromerede flammehæmmere og PVC ender i affaldsforbrændingsanlæg.

Energiforbruget ved bortskaffelse af brugte lyskilder må anses for at være uden betydning i forhold til forbruget ved produktion og især brug af disse. Der kan

måske endda opnås en energigevinst, idet oparbejdning til nye råvarer generelt kræver væsentlig mindre energi end produktion ud fra nye råvarer.

5.2 Miljø- og sundhedsbelastninger

For bortskaffelsens vedkommende er det vigtigt, at kviksølvholdige lyskilder ikke knuses, før de er indesluttet i et lukket system. Ved hjælp af et kraftigt undertryk kan det sikres, at kviksølv og kviksølvdampe ikke undslipper fra processen. Kviksølvet opsamles på en form, der gør det muligt at oparbejde og genanvende det.

Der kan ikke stilles konkrete krav til, hvilke processer, der skal anvendes ved bortskaffelsen af udtjente lyskilder. På grund af den store opmærksomhed omkring kviksølvs sundhedsmæssige effekter må det forventes, at miljø- og arbejdsmiljøkrav indgår i de aftaler, som kommunerne laver med de firmaer, som skal bortskaffe de udtjente lyskilder.

6 anbefalinger omkring valg af lyskilder og armaturer

6.1 anbefalinger før købet

Et belysningsanlæg har generelt en lang levetid – 45% af de nuværende anlæg er mere end 12 år gamle. Samtidigt skal anlægget sikre, at arbejdspladserne er forsynet med tilstrækkeligt lys af den fornødne kvalitet gennem hele perioden. De danske standarder i DS 700-serien fortæller i detaljer, hvilke hensyn, der skal tages til forskellige former for arbejdspladser på forskellige former for virksomheder, og bør være udgangspunkt for alle belysningsløsninger. Hvis institutionen ikke selv har den fornødne ekspertise indenfor området, kan der hentes hjælp fra eksterne rådgivere.

Hvis der er tale om et nyt anlæg, der skal erstatte et gammelt, skal man sikre sig, at det gamle anlæg bortskaffes på en forsvarlig måde. Udtjente lysstofrør skal bortskaffes som farligt affald, og det samme gælder armaturer.

Det kan indgå i overvejelserne ved projekteringen af et nyt anlæg, om der skal indgå bevægelsesmeldere, lysfølere eller andre energibesparende foranstaltninger i løsningen. Bevægelsesmeldere sikrer, at lyset er slukket, når der ikke er personer til stede i lokalet, mens lysfølere regulerer lysstyrken efter dagslysindfaldet. På den anden side bruger bevægelsesmeldere og lysfølere selv energi, men i dag kan der fås udstyr med et stand-by forbrug på under 1 W, og dette kan ofte give en væsentlig besparelse. Besparelsen er naturligvis størst i lokaler med mange lyskilder, f.eks. på gangarealer, mens en bevægelsesmelder på et toilet måske vil bruge mere energi, end den sparer.

6.2 anbefalinger ved selve købet

Det anbefales at anskaffe et belysningsanlæg, hvor det samlede effekttab er mindre end 10 watt/m² for kontorer og daginstitutioner, mindre end 8 watt/m² for undervisningslokaler samt mindre end 5 watt/m² i gangarealer (www.belysning.sparel.dk)

I ”Bekendtgørelse om energieffektivitetskrav for forkoblinger til lysstofbelysning nr. 969 af 7. november 2001” stilles krav til energieffektiviteten af forkoblinger til lysstofrør. Kravene til energieffektivitet strammes gradvis, således at der fra 2006 kun vil kunne anvendes de bedste af de konventionelle lavtabsforkoblinger samt elektroniske forkoblinger. Leverandørerne skal med CE-mærkning synliggøre, at forkoblingerne overholder bekendtgørelsens krav.

Ved anskaffelse af nye lyskilder (lysstofrør, kompaktlysstofrør og sparepærer) anbefales det at indkøbe produkter, der lever op til kravene i det nordiske miljømærke Svanen eller det europæiske miljømærke Blomsten. På denne måde sikres det, at lyskilderne har et relativt lille indhold af kviksølv, at de har en god effektivitet og en lang levetid. Ved indkøb af lyskilder, der ikke er omfattet af miljømærkningskriterierne, er det vigtigt at vælge ud fra de samme hensyn.

Som minimum bør der for lysstofrørs vedkommende indkøbes produkter, der er A-mærkede efter energimærkets kriterier. Lyskilder med en fatning skal kunne klassificeres som A eller, hvis de er med stiftfatning, som B i henhold til det samme direktiv. Dermed lever de op til energikravene i det europæiske miljømærke Blomsten. På El-sparefondens hjemmeside www.a-paere.dk findes en række lyskilder, som lever op til kvalitet og energieffektivitet. Samtidig kan der på denne side søges en bestemt lampe/armatur og fås oplysninger om, hvilke typer sparepærer, der passer til denne lampe.

El-sparefondens A-klub lægger i dens aftaler med leverandører vægt på at få en fast maksimalpris på A-mærkede kvalitetsprodukter. På fondens hjemmeside (www.a-klubben.dk) kan der også findes forslag til gode og energieffektive gangbelysninger mv.

6.3 anbefalinger ved brug af belysning

Effektiviteten i et belysningsanlæg bliver mindre gennem brugstiden på grund af tilsmudsning, nedgang i lyskildernes lysudsendelse og udfald af lyskilder. Der skal derfor i forbindelse med projekteringen efter Bygningsreglementet (BR 95) og DS 700-serien udarbejdes en vedligeholdelsesplan med terminer for rengøring af lyskilder og armaturer, og for udskiftning af lyskilder. Derved sikres det, at anlægget lever op til standardens krav i hele dets levetid, og dermed også, at der er en forsvarlig belysning på arbejdspladserne.

Energimæssigt kan der opnås besparelser ved at indarbejde gode og velkendte vaner som at huske at slukke lyset i de rum, hvor der ikke opholder sig personer.

6.4 anbefalinger ved bortskaffelse af lyskilder og armaturer

Det er meget vanskeligt at skelne mellem forskellige typer lysstofrør, kompaktlysstofrør og sparepærer med hensyn til kviksølvindhold, når de bortskaffes. Miljømærkede lyskilder skal ikke i princippet betragtes som farligt affald, men det er Miljøstyrelsens holdning, at de skal håndteres som sådant. Lyskilderne indeholder små mængder af kviksølv og bly, og det er derfor hensigtsmæssigt, hvis bortskaffelsen sker via en virksomhed, der kan oparbejde disse tungmetaller såvel som andre materialer i lyskilderne til nye råvarer. Alle kommuner skal have etableret en bortskaffelsesordning for farligt affald.

Armaturer hører ind under elektriske og elektroniske produkter, der skal indsamles med henblik på særlig håndtering. Ved en manuel demontering kan de komponenter, der eventuelt indeholder uønskede stoffer, frasorteres og specialbehandles, mens de øvrige materialer som plast og metaller kan genanvendes eller forbrændes med udnyttelse af energiindholdet i materialerne.

6.5 Prioriteret spørgeramme ved indkøb

6.5.1 Råd om lyskilder

Er lyskilden A-mærket?

Vælg så vidt muligt A-mærkede lyskilder (sparepærer med skruegevind, kompaktlysstofrør med stiftsokkel i den ene ende og aflange lysstofrør med stiftsokler i begge ender). De bruger kun en fjerdedel eller mindre af den energi, som glødepærer bruger. Brug især A-mærkede lyskilder i lamper, der er tændt længe.

Er lyskilden på Elsparefondens A-pære-liste?

A-pære-listen på www.a-paere.dk viser de sparepærer med energimærke A, som opfylder særlige kvalitetskrav til holdbarhed og farvekvalitet.

Lever lyskilden op til kravene i miljømærkerne Svanen eller Blomsten?

Hvis Svane- eller Blomst-kriterierne er opfyldt, er produktet blandt de mindst miljøbelastende på markedet, uden at kvalitet eller funktion er forringet.

Hvad er kviksvindholdet i lyskilden? (Jo mindre, jo bedre)

Vælg en lyskilde med så lille et kviksvindhold som muligt. Indholdet bør være mindre end fire milligram for sparepærer og mindre end otte milligram for lysstofrør.

Hvor lang er lyskildens levetid ifølge dens energimærkning? (jo længere, jo bedre)

En glødepære kan i gennemsnit brænde 1.000 timer. Levetiden for lysstofrør og sparepærer er seks til 20 gange så lang som for glødepærer.

Er plastdele fri for bromerede flammehæmmere?

Plastdele, der er vejer mere end fem gram bør ikke indeholde bromerede flammehæmmere.

Har producenten indført certificeret miljøledelse?

Hvis producenten har indført certificeret miljøledelse (ISO 14001 eller EMAS), kan man forvente, at der bliver arbejdet seriøst med at nedbringe miljøbelastningen fra produktionen.

Kan leverandøren tilbyde en returordning for brugte lyskilder?

Lyskilder bør indsamles til speciel håndtering eller afleveres til genbrugsstation, miljøbil eller andre indsamlingsordninger uden at glasset går i stykker. Lyskilderne indeholder små mængder kviksvovl og sparsomme ressourcer, og de bør derfor bortskaffes på en miljøvenlig måde, hvor tungmetallerne og andre materialer i lyskilderne bliver anvendt til nye råvarer.

6.5.2 Råd om Armaturer

Hvor høj er armaturets virkningsgrad?

Vælg armaturer med en høj virkningsgrad. Et armatur med nedadrettet lys og en høj grad af refleksion kan give en samlet virkningsgrad på over 70 procent. Omvendt har nogle armaturer, hvor lyskilden er kapslet inde, kun en virkningsgrad på omkring 20 procent. Spørg leverandøren om effektiviteten af armaturet i det lokale, hvor det skal benyttes.

Er en HF-forkobling integreret i armaturet?

Det kan betale sig både økonomisk og miljømæssigt at vælge en løsning, hvor HF-forkoblingen er en del af armaturet i stedet for at være sammenbygget med lyskilden. En god forkobling holder nemlig i 50.000 til 100.000 timer - betydeligt længere end lyskildens levetid.

Undgå armaturer behandlet med opløsningsmiddelbaserede farver og lakker

Undgå armaturer, hvor der er brugt organiske opløsningsmidler til affedning og lakering. Organiske opløsningsmidler er sundhedsskadelige og kan ved længere tids påvirkning give hjerneskade. Desuden er visse organiske opløsningsmidler skadelige for miljøet.

Undgå armaturer med bromerede flammehæmmere

Stofferne er problematiske, fordi de er svært nedbrydelige og kan skade dyrs og menneskers reproduktion. Ved ukontrolleret afbrænding kan de desuden udvikle dioxiner, som har alvorlige effekter på miljø og sundhed.

Undgå armaturer med blød PVC, hvis PVC-materialet indeholder blødgørere eller flammehæmmere på listen over uønskede stoffer.

Overvej at installere bevægelsesmeldere og lysfølere

Bevægelsesmeldere slukker automatisk lyset, når der ikke er mennesker i lokalet. Lysfølere tilpasser det elektriske lys til mængden af dagslys.

Vælg armaturer på Elsparefondens positivliste

Elsparefonden anbefaler en række belysningsystemer, da de opfylder særlige kvalitetskrav. Se listen på Elsparefondens hjemmeside belysning.sparel.dk.

Lever belysningsanlægget op til kravene i BR 95 og i DS-700 serien?

Belysningsanlægget (summen af armaturer og lamper i lokalet) skal leve op til kravene i Bygningsreglementet (BR 95) og i Dansk Standards DS-700 serien. Kravene sikrer, at belysningen er tilstrækkelig både på arbejdspladsen og i rummet som helhed.

Hvor høj er den installerede effekt?

I lokalet bør den installerede effekt til belysning være så lav som mulig, uden at det går ud over lyskvaliteten. I kontorer og daginstitutioner bør effektforbruget til belysning være mindre end ti watt pr. m². På gange med dagslys bør forbruget være mindre end fem watt pr. m².

Er de enkelte materialer mærkede, så de lettere kan genanvendes?

Armaturer skal indsamles til genbrugsstation eller lignende, så metaller m.v. genanvendes, og man undgår, at uønskede stoffer bliver spredt i miljøet. I den forbindelse er det en fordel, hvis armaturets enkelte dele er mærkede.

Har armaturet bevægelsesmelder eller dagslysstyring?

Hvis der er mange lyskilder i et lokale, der bruges sjældent, kan det være en god idé at installere bevægelsesmeldere, der automatisk slukker lyset i lokalet, når der ikke er mennesker. En anden mulighed, der bør overvejes, er at have følere, der regulerer lysstyrken efter, hvor meget dagslys der falder ind i lokalet.

Hvor lille er effektbehovet ved stand-by?

For at få det fulde udbytte af en bevægelsesmelder skal den have et lavt stand-by forbrug, dvs. under 1 watt.

Har producenten indført certificeret miljøledelse?

Hvis producenten har indført certificeret miljøledelse (ISO 14001 eller EMAS), kan man forvente, at der bliver arbejdet seriøst med at nedbringe miljøbelastningen fra produktionen.

Kan installatøren tilbyde en returordning for brugte armaturer?

Armaturer bør indsamles til speciel håndtering. Forkoblinger indeholder en del elektronik, herunder kobber og eventuelt også uønskede stoffer. Metaller i armaturer kan i stort omfang genanvendes. Det gælder også i nogle tilfælde plast. Det kræver dog, at produktet er konstrueret, så det kan adskilles i de enkelte plasttyper.

Videnscentre

Lysteknisk Selskab. Telefon 4717 1800, Internet www.lysteknisk.dk

DELTA Lys og Optik, Telefon 4586 7722, Internet www.delta.dk

NESA A/S. Telefon 7210 1010, Internet www.nesa.dk

ELFOR. Telefon 7556 4900, Internet www.elfor.dk

Elsparefonden, Telefon 3395 5800, Internet www.sparel.dk
I særdeleshed www.belysning.sparel.dk

CO-industri, dokument på adressen
http://www.at.dk/graphics/at/pdf/At-vejledninger/Kunstig_belysning.pdf

Litteratur og referencer

Arbejdstilsynet. Bekendtgørelse om faste arbejdssteders indretning. Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 96 af 13. februar 2001

Arbejdstilsynet. Bekendtgørelse nr. 1108 af 15.12.92 om arbejde ved skærmterminaler.

Kunstig belysning på arbejdspladsen. DS 700, 5. udgave. Dansk Standard 1997.

Retningslinier for belysning i sygehuse. DS 703.

Bygningers energibehov. SBI-anvisning 184. Statens Byggeforskningsinstitut 1995.

BR 95. Bygningsreglementet. Bygge- og Boligstyrelsen. 1995.

Branchevejledning om Lys og Lyd på kontorarbejdspladser. BAR Kontor, 2001.

Godt lys på arbejdspladsen. Arbejds miljøfondet, 1982.

Energieffektiv belysning i handels- og servicesektoren. Casper Kofod, Energy Piano og Lysteknisk Selskab. Lysteknisk Selskab, 2000.

Elektriske lyskilder. Lysteknisk Selskab, 1993.

God og energirigtig kontorbelysning. DELTA Lys & Optik og Lysteknisk Selskab. 1993.

God og energirigtig skolebelysning. DELTA Lys & Optik og Lysteknisk Selskab. 1993

God og energirigtig industribelysning. DELTA Lys & Optik og Lysteknisk Selskab. 1995.

God og energirigtig butiksbelysning. DELTA Lys & Optik og Lysteknisk Selskab. 1997.

DELlight (1998). Domestic Efficient Lighting. ECU Research Report 19. University of Oxford, United Kingdom.

Nyt om lys. Elsparafonden september 2000.

Offentlig grøn indkøbspolitik i amter og kommuner. Miljøvurderinger. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 42, 1994.

Bekendtgørelse om energieffektivitetskrav for forkoblinger til lysstofbelysning nr. 969 af 7. november 2001

Dansk Standard (1997). DS 700. Kunstig belysning i arbejdslokaler. 5. udgave.

DELlight (1998). Domestic Efficient Lighting. ECU Research Report 19. University of Oxford, United Kingdom.

EU (1998). Commission Directive 98/11/EC of 27 January 1998 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household lamps.

EU (1999). Kommissionens beslutning af 27/6-1999 om opstilling af miljøkriterierne for tildeling af Fællesskabets miljømærke til elektriske pærer (1999/568/EF).

EU (2003). Directive 2002/96/EC of The European Parliament And Of The Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE).

Lassen C, Løkke S, Andersen LI (1999). Brominated flame retardents. Miljøprojekt Nr. 494, Miljøstyrelsen.

LCA-projektet (2000). Livscyklusvurdering af dansk el og kraftvarme. Sammenfatning august 2000.

Maag J, Lassen C (2000). PCB i apparater i Danmark. Arbejdsrapport Nr. 15, Miljøstyrelsen.

Miljømærkesekretariatet (2000). Nordisk Miljømærkning. Miljømærkning af lyskilder. Kriterierdokument 15/6-2000 – 14/12-2003. Version 3.0. Plus tilhørende baggrundsdokument for revidering af kriterier for lyskilder.

Miljøstyrelsen (1999). Strategi for PVC-området, Miljø- og energiministeriet, Juni 1999.

OSRAM (2000). 1999 Environmental report.

Rasmussen PB (1996). Beslutninger om renere teknologi & livscyklusvurdering på Louis Poulsen. Eksamensprojekt fra DTU, Enheden for arbejdsmiljø.

USEPA (1998). Green Lights. Stage 1 – Strategy.
<http://www.epa.gov/appdstar/buildings/manual/stage1.html>

USEPA (1998b). Mercury emissions from the disposal of fluorescent lamps. Revised model. Office of solid waste, USEPA, 31/3-1998.