
	MILJÖSTYVRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	1 (30)
	VÅGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			


VÅGLEDNING FÖR MILJÖANPASSAD INOMHUSBELYSNING

INNEHÅLL

1	Så här använder du vägledningsdokumentet.....	3
2	Belysningens miljöpåverkan	3
3	Besparingspotential och livscykelkostnader	4
3.1	Livscykelkostnader - LCC	5
Del I: Planering och projektering		7
4	Belysningsplanering – viktigt att tänka på.....	7
4.1	God arbetsmiljö och energieffektiv belysning går hand i hand	7
4.2	Brukarperspektivet	8
4.3	Dagsljuset	8
4.4	Solavskärmning och dagsljuslänkning	8
4.5	Belysningsplanering	8
4.6	Underhållsaspekter och redovisningsskyldigheter.....	9
5	Forskning och utveckling	9
Del II: De tekniska valen, belysningsprodukter		10
6	Ljuskällor	10
6.1	Vad är en ljuskälla?	10
6.2	Vad finns det för ljuskällor samt tips och råd.....	10
6.2.1	Reflektorlampor och glödlampor.....	12
6.2.2	Keramiska metallhalogenljuskällor.....	12
6.2.3	Halogenlampor	13
6.2.4	Lysrör	13
6.2.5	T5 Lysrör.....	14
6.2.6	T8 lysrör	15
6.2.7	Långlivslysör	15
6.2.8	Livslängd.....	15
6.2.9	Kompaktlysör och lysörslampor (lågenergilampor)	16
6.2.10	Lysörslampor	16
6.2.11	Kompaktlysör.....	16

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	2 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

6.2.12	LED-lampa	17
6.2.13	Ljusreglering av LED- och lågenergilampor	17
6.3	Färgåtergivning och färgtemperatur.....	17
6.4	Energiklasser	18
6.5	Livslängd.....	19
7	Förkopplingsdon	19
7.1	Vad är förkopplingsdon?.....	19
7.2	Vad finns det för olika förkopplingsdon?	19
7.3	Energiklassning av förkopplingsdon.....	20
8	Armaturer	21
8.1	Vad är en armatur?.....	21
8.2	Hur fungerar armaturer?	21
8.3	Typer av armaturer	22
8.3.1	Opaliserad armatur	22
8.3.2	Uppljusarmatur.....	22
8.3.3	Upp- och nedriktat ljus - rasterarmaturer	22
8.3.4	Pendelarmaturer	22
8.3.5	Vägglampetter	22
8.3.6	Spotlights/downlights	22
8.3.7	Platsarmaturer.....	23
8.4	Tips och råd	23
9	Styrsystem	23
9.1	Vad är ett styrsystem?	23
9.2	Hur fungerar styrsystem?	23
9.3	Vad finns det för styrsystem?.....	24
9.3.1	Energieffektiv styrning av korridor.....	24
9.4	Tips och råd	25
10	Lagstiftning	25
11	Avfallshantering	25
12	Underhåll och entreprenad.....	26
	Bilaga I: Ordlista	27
	Bilaga II: Beräkning av elförbrukningens miljöpåverkan	29
	Bilaga III: Kvicksilver och ljuskällor	30

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	3 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

1 SÅ HÄR ANVÄNDER DU VÄGLEDNINGSDOKUMENTET

Vägledningsdokumentet är tänkt för upphandlare, personer inom referensgrupper, exempelvis miljösupport inom offentlig upphandling, samt avropare. Dokumentet är tänkt att vägleda avseende vad som är viktigt att tänka på vid planering av ny belysningsanläggning eller ombyggnad av sådan, samt ge råd om tekniska val av belysningsprodukterna utifrån ett miljömässigt perspektiv.

All upphandling syftar till att tillgodose ett behov hos den som genomför upphandlingen. Dokumentet är indelat i två delar där den första delen behandlar planering och projektering och den andra delen handlar om de tekniska valen vid upphandling av belysningsprodukter. Det är viktigt att definiera vilket behov man har för att få bästa möjliga slutresultat.

Dokumentet kan användas i behovsanalysen inför upphandlingen i själva upphandlingen eller i avropsskedet. Även brukarperspektivet berörs så att inte energieffektiviseringen påverkar detta negativt. Dokumentet ska användas som ett komplement till kravdokumenten där konkreta krav för upphandling av belysningsplaneringstjänst, belysningsprodukter samt bytesentreprenad presenteras. Till varje krav finns också en kort motivtext som berättar om varför kravet är viktigt att ställa ur miljösynpunkt och eventuellt kort information. Dokumenten finns under www.msr.se/kriterier/inomhusbelysning.

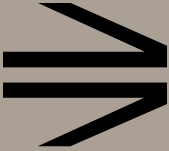
2 BELYSNINGENS MILJÖPÅVERKAN¹

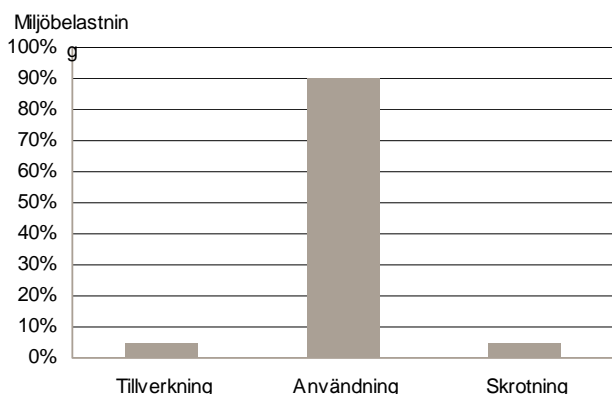
Belysning är ett område där det finns ekodesignförfordningar. Dels en förordning gällande hembelysning (244/2009) och dels en om kontorsbelysning (245/2009). Inför arbetet med Ekodesigndirektivet togs det fram en förstudie² för att identifiera betydande miljöaspekter för belysning. Detta gjordes utifrån ett livscykelperspektiv (LCA). LCA omfattar i regel inte exempelvis kemikalierisker. Studien har kommit fram till att det är energiförbrukningen som är den mest betydande miljöaspekten.

Diagrammet nedan från Energimyndigheten illustrerar detta:

¹ När ljusnar det, Belysningsbranschen

² P. van Tichelen m fl, Final Report Lot 8: Office lighting, Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs, 2007

	MILJÖSTYVRINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	4 (30)
	VÅGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			



Figur 1: Miljöbelastning under livscykeln från belysningsprodukter

Tillverkning och skrotning av belysningsprodukter har mycket liten miljöpåverkan. Driften (på grund av elanvändningen) står för 90 % av produktens miljöpåverkan.

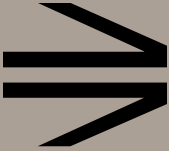
Regeringen har aviserat sin ambition att EU bör minska sina koldioxidutsläpp med minst 30 procent fram till år 2020, räknat från basåret 1990. Om Sverige tar sig an samma utmaning skulle det innebära att utsläppen måste minska med 15 miljoner ton koldioxid. Byte av svenska belysningssystem skulle motsvara en femtedel av den minskning Sverige bör göra för att nå detta mål. En modern belysningsanläggning kan använda så lite som en femtedel så mycket el som en 10-15 år gammal anläggning, om den är rätt planerad. Dagens utbytestakt är dock låg, cirka 3 procent per år. Sedan 1995 har inte ens 40 procent av belysningsanläggningarna bytts ut och det tar ytterligare 20 år innan hela besparingspotentialen har utnyttjats.

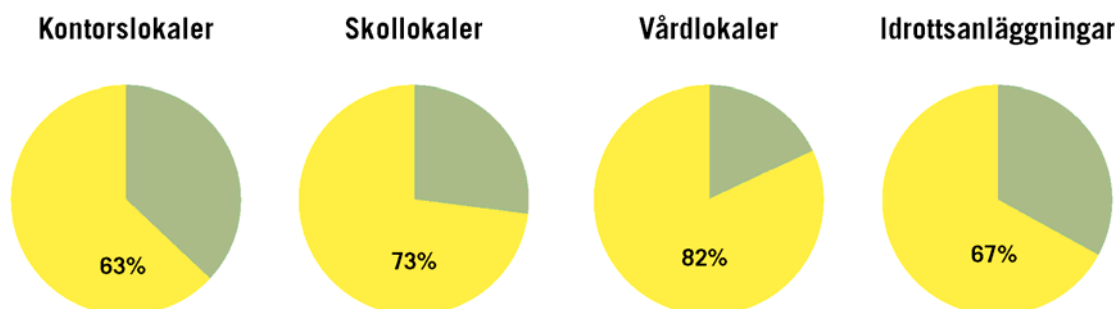
Kemikalieinnehåll har också identifierats som en viktig miljöaspekt. Något som Ekodesigndirektivets förstudie för belysning lyfter fram är kvicksilverinnehåll.

3 BESPARINGSPOTENTIAL OCH LIVSCYKELKOSTNADER

Möjligheterna att minska elanvändningen genom utbyte av belysningssystem är mycket stora. I en riksomfattande studie som gjorts av Energimyndigheten (Stegvis STIL: 2005-2008) framgår att mer än 63 procent av kontoren, 67 procent av idrottsanläggningarna, 73 procent av landets skolor och hela 82 procent av sjukhusen har föråldrade belysningssystem. När man omvandlar besparingspotentialen i rena kronor blir effekterna stora. Om Sveriges skolor skulle byta ut all gammal belysning skulle man spara totalt nära 350 miljoner kronor per år. Det motsvarar 1 029 förskollärare eller 38 miljoner skolluncher under ett år. Om liknande investeringar skulle göras i vårdlokaler skulle man spara 252 miljoner kronor. Dessa pengar skulle räcka till att bekosta 600 sjuksköterskor, 250 distriktsläkare eller 3 600 höftledsoperationer per år³. I skolor och sjukhus är dock utbytestakten ofta mer än 30 år.

³ En ljusare framtid, Belysningsbranschen, 2008,
www.ljuskultur.se/files/Litteratur_Utbildning/Litteratur/En_ljusare_framtid_utg_2.pdf

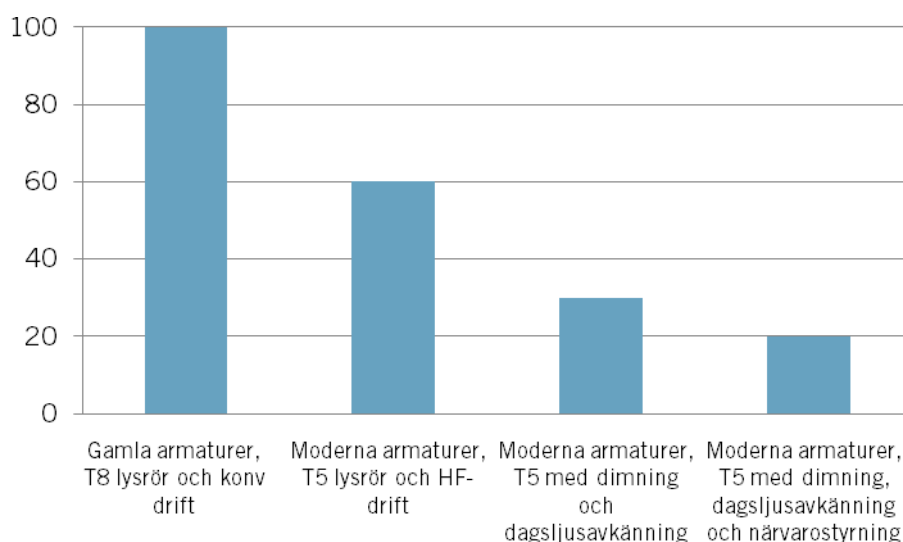
	MILJÖSTYRINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	5 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			



Figur 2: 25 % av den totala elkonsumtionen i företag och offentlig verksamhet går åt till belysning. Andelen belysning i svenska lokaler domineras av ålderdomliga belysningsarmaturer.

Källa: Energimyndigheten

Modern belysningsteknik har fört med sig mycket stora möjligheter att spara energi med bibehållen ljuskvalitet. Genom att byta ut en ålderdomlig belysningsanläggning motsvarande 15 år (med armaturer med T8-lysrör = 26 mm i diameter, och elektromekaniska driftdon) mot moderna armaturer med T5-lysrör (16 mm i diameter) och elektroniska HF-don kan man uppnå en energibesparing på över 40 procent. Även annan modern armatur med exempelvis keramiska metallhalogenljuskällor eller LED-ljuskällor kan innebära stora besparingar. Om man dessutom använder sig av styrsystem med dagsljus- och frånvarostyrning kombinerat med medveten planeringsmetodik med kunskap om placeringar, behov, funktion o.s.v. är energisparpotentialen så stor som upp till 80 procent eller mer. Detta med bibehållen belysningskvalitet.

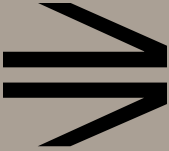


Figur 3: Sparpotential vid utbyte av äldre lysrörsarmaturer - så kallad T8-Armaturer - mot moderna lysrörsarmaturer. Källa: Belysningsbranschen⁴

3.1 LIVSCYKELKOSTNADER - LCC

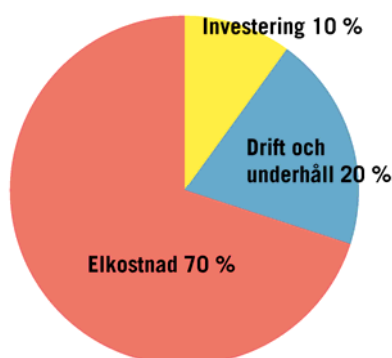
Grundinvesteringen utgör endast en del av de totala kostnaderna som är förknippade med en produkt och genom att anlägga ett längre perspektiv kan investeringar som ter

⁴ En ljusare framtid Belysningsbranschen, 2008

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	6 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

sig kostsamma vid inköpsögonblicket i längden löna sig bland annat genom låga drift- och underhållskostnader. Ökande priser på energi kan komma att förstärka denna effekt genom högre framtida kostnader.

Investeringskostnaden utgör en mycket liten del av belysningsproduktens totalkostnad. Elkostnaden kan minskas med 80-90 % med modernare belysningsteknik.



Figur 4: Belysningens livscykelkostnad under 20 år. Källa: Energimyndigheten


Det är inte bara vid upphandling av själva ljuskällorna som fokus på dyrare investeringskostnad kan innebära lägre totalkostnad, utan även i belysningen som system. Att investera i exempelvis solskydd gör att kostnaden i drift minskar med minskat behov av ventilation och kyla.

Besparingspotentialen för en anläggning eller produktbyte kan enkelt uträknas med hjälp av LCC. Energimyndigheten har ett LCC-verktyg för inomhusbelysning på sin hemsida. Verktöget kan användas i anbudsutvärderingen vid upphandling av nya armaturer och ljuskällor för att klargöra den verkliga kostnaden som den upphandlande enheten/myndigheten kommer att behöva betala för belysningen under användningstiden. Verktöget kan även vara en hjälp i behovsanalysen för att bättre planera sina inköp samt för att göra ett överslag på vad ett miljöanpassat alternativ kommer att kosta i jämförelse med en konventionell produkt/anläggning. Verktöget kan också användas som kontraktsvillkor vid upphandling av belysningsplaneringstjänst. Se högerkolumnen på www.energimyndigheten.se/sv/foretag/energieffektivisering-i-foretag/Stall-krav-vid-inkop/Livscykelkostnad/ för att komma till verktöget.

I en LCC för ljuskälla är det viktigt att definiera vissa förutsättningar samt att begära rätt information från leverantören. Nedan specificeras information som kan ingå vid upphandling av ljuskällor och armatur, för mer information se http://www.msr.se/Documents/Kriterier/kontor/inomhusbelysning/msr_lcc_info_belysning.pdf.

Upphandlaren definierar	Leverantören bidrar med
Antal år kalkylen omfattar (användningsår)	Fabrikat
Årlig realränta (i procent)	Antal armaturer
Årlig energiprisökning utöver inflationen (%)	Å-pris (kr)
Årlig prisökning för ljuskällor utöver inflationen (%)	Styrning ⁵

⁵ Ingår styrsystem? Svara: Ingen, Manuell, Närvaro, Dagsljus i rutan beroende på val av styrutrustning. Närvaro innefattar även frånvarostyrning.

	MILJÖSTYVRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	7 (30)
	VÅGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

Drifttid (h/år)	Effekt per ljuskälla inkl. driftförluster (W)
Styrssystem	Lysrörens/lampornas effekt (W)
Elpris (kr/kWh)	Antal ljuskällor per armatur (st)
Utbyteskostnad per styck (SEK)	Å-pris (kr/st)
	Ljuskällans livstid (service life/medellivslängd)
	Kostnad för styrutrustning (kr)
	Material- och arbetskostnad/armatur (kr)
	Stand-by (parasitiska effekter)

DEL I: PLANERING OCH PROJEKTERING

4 BELYSNINGSPLANERING – VIKTIGT ATT TÄNKA PÅ


Genom belysningsplanering finns stora möjligheter att minimera belysningsanläggningarnas miljöpåverkan. Det är i belysningsplaneringen avgörande beslut tas för lokalens framtida elförbrukning. Sådant som har stor påverkan är nyttjande av dagsljus, solavskärmning, dagsljuslänkning, utformning av lokalerna samt valen av belysningsprodukter (armaturer inklusive förkopplingsdon, ljuskällor och styrssystem). Det är mycket viktigt vid belysningsplanering att säkerställa en god arbetsmiljö, så att inte energieffektiviseringen påverkar denna negativt.

4.1 GOD ARBETSMILJÖ OCH ENERGIEFFEKTIV BELYSNING GÅR HAND I HAND

Belysning är en viktig del av en god arbetsmiljö. Belysning kan delas upp i dagsljus, allmänljus och platsorienterad belysning. Utformningen av dagsljus och kompletterande allmänljus (belysning) har stor påverkan på människan fysiologiskt. Omsorgsfull planering av belysning förbättrar arbetsmiljön både vad gäller arbetstagarnas hälsa och deras visuella synprestation. Att vistas i dagsljus är att föredra av hälsoskäl framför att vistas i artificiellt ljus. Genom att nyttja dagsljus i den utsträckning som är möjlig uppnår man en bättre ljusmiljö samtidigt som man får en energieffektiv belysningsanläggning. För att utnyttja dagsljus maximalt krävs att belysningen kan regleras. Vill man gå ett steg längre i energieffektivisering av byggnaden kan man använda motordrivet solskydd som kan släppa in dagsljuset, t.ex. persienner (lameller).

I AFS 2009: 02 Arbetsplatsens utformning, Arbetsmiljöverkets författningssamling finns föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna:

- §9 Dagsljus
- §10-15 Belysning
- §43 Fönster, kvalitet och avskärmning
- §70 Nödbelysning
- §79, 80 Utrymning, belysning och skyltar/märkning

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	8 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

4.2 BRUKARPERSPEKTIVET

Brukarens behov av ljus är individuellt och belysning en viktig del av en god arbetsmiljö. Det är viktigt att den energieffektiva belysningsanläggningen inte har en negativ påverkan på brukarens arbetsmiljö. Detta kan åstadkommas genom att tillämpa två principer:

- Med dimbara armaturer med tillräckligt omfattande spann säkerställs att brukaren har möjlighet att ställa in en visuellt komfortabel ljusnivå.
- Genom att använda dagsljus fullt ut och forma användningen av dagsljus i samklang med kompletterande artificiell belysning.

4.3 DAGSLJUSET

Dagsljus bör användas i största möjliga utsträckning inomhus och ger då stor energibesparing. Användningen av dagsljus innebär även val av fönster och placering av dessa. Hur vi hanterar dagsljuset har stor betydelse för energiåtgången. För lite dagsljus medför ökad elbelysning, för mycket dagsljus kan medföra bländning och ett ökat kylbehov. För stora fönster kan medföra att för mycket värme avgår från byggnaden, vilket gör att värmegenomgångskoefficienten, U-värdet, bör beaktas utifrån ett systemperspektiv. Med rätt solavskärmning, antingen utanpå eller inbyggt i fönstret samt dagsljusstyrning av elbelysningen kan stora besparingar uppnås. I styrningen bör även frånvarodetektering ingå. I byggnader i Sverige utnyttjas dagsljuset till mycket liten del. Med rätt beslut i ett tidigt projekteringsskede, kan byggnader utformas med mer dagsljus och ett mindre kylbehov.

Belysningsplanering bör, för att säkerställa goda visuella arbetsförhållanden på arbetsplatser, omfatta samarbete med bl.a. arkitekter och VVS-konsulter vid utformning av fasader och andra arkitektoniska byggelement, i första hand utvändigt solavskärmning. Belysningsplaneraren bör även samarbeta med inredare vad gäller val av möbler och färgsättning samt bidra till utformning av goda kontrastförhållanden i lokalen.


4.4 SOLAVSKÄRMNING OCH DAGSLJUSLÄNKNING

I och med omställningen till ett uthålligt samhälle kommer dagsljus att i större utsträckning än idag tas tillvara som allmänljus. Detta bidrar till behovet av systemutveckling och utbildning.

En framtida tänkbar systemlösning för solavskärmning skulle kunna vara att motorer och övriga rörliga delar skulle kunna ersättas av mer fasta funktioner för ljuslänkning och solavskärmning. Ljuslänkning innebär att transportera och reflektera ljusstrålningen till delar av lokaler eller byggnader som inte annars nås av dagsljuset. Det är den övre delen av fönstret som är viktig när vi skall utnyttja dagsljuset för belysning och länkning av dagsljuset.

4.5 BELYSNINGSPLANERING

Dagsljus och kompletterande artificiell belysning har som uppgift att säkerställa att verksamheten i samtliga lokaler fungerar väl. Belysning skall anpassas till verksamhetens krav vad gäller seende samt till energihänsyn (energieffektivitet). AFS

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	9 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

2009:02 och SS-EN 124 64-1 är ett underlag för belysningsplanering av belysningsanläggningar. I standarden, som är en minimistandard, finns redovisat olika rekommendationer för olika lokaltyper och seendefunktioner. Detta innebär att en byggnad innehåller ytor av olika behov och därmed också olika behov av effekt och energiförbrukning.

Lokaler kan delas upp i bl.a. följande funktioner:

- arbetslokaler av olika slag
- kommunikationsytor (korridor, trappor)
- sammanträdesrum
- entréer, pausutrymmen
- personalutrymmen
- förråd etc
- driftutrymmen


Inom dessa lokaltyper kan mycket energi sparas om man installerar rätt belysning och rätt styrsystem.

4.6 UNDERHÅLLSASPEKTER OCH REDOVISNINGSSKYLDIGHETER

Vid projektering kan projektören redovisa den planerade anläggningens beräknade energiförbrukning enligt SS-EN 15193. Samtidigt kan anges en underhållsplan med rekommendationer för underhållsintervall, städning av armaturer, ljuskällebyten etc. för att upprätthålla föreskriven prestanda. Dessutom behövs en underhållsplan så att brukaren senare kan underhålla sin anläggning. Detta är viktigt ur energisynpunkt för att slippa onödig överdimensionering av installerad effekt i belysningsanläggningen som görs för att kompensera för ljusnedgång och nedsmutsning i anläggningen.

5 FORSKNING OCH UTVECKLING

Forskningen kring belysningsvetenskapliga frågeställningar bedrivs världen över utspritt på många olika teoriområden. Upptäckten av iPRGc (intrinsic photosensitive retinal ganglion cell) ger ny förståelse för området människa och ljus. I Sverige byggs Belysningsvetenskaplig forskning upp på Tekniska Högskolan i Jönköping. Forskning inom belysningsrelaterade ämnen finns idag även på Konstfack, Chalmers, LTH och KTH i Haninge. CEEBEL, en samarbetsorganisation mellan Lunds Tekniska Högskola och Tekniska Högskolan i Jönköping verkar på Energimyndighetens uppdrag för att sprida information om utformning av energieffektiva belysningsanläggningar.

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	10 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

DEL II: DE TEKNISKA VALEN, BELYSNINGSPRODUKTER

6 LJUSKÄLLOR

6.1 VAD ÄR EN LJUSKÄLLA?

En ljuskälla emitterar elektromagnetisk strålning. Solen är en naturlig ljuskälla som vi anpassat oss till. Som ersättning för dagsljus har vi artificiella ljuskällor som avviker från dagsljuset vad gäller representation av våglängder. Alla ljuskällor sprider ljus som absorberas, transmittas och reflekteras mot ytor omkring oss. Ljusstrålningen stödjer det mänskliga seendet och gör omvärlden synlig för oss.

Alla ljuskällor avger elektromagnetisk strålning, fotoner. Beroende på teknik emitteras olika våglängder från ljuskällan vilket ger olika karaktär på det emitterade ljuset. Ljuskällor kan inordnas i grupper med likartad emitteringsteknik.

- Glödljus: glödlampor och halogenlampor -
- Urladdningsljus: lysrör och keramiska metallhalogenlampor
- Luminiscensljus: LED-ljuskällor

Ljuskällors egenskaper och prestanda anges som:

- ljusflöde (lm)
- färgtemperatur (K)
- färgåtergivning (Ra)
- effekt (W)
- ljusfördelning (cd/rymdvinkel)
- verkningsgrad (lm/W)
- livslängd (h)


Se förklaringar av dessa parametrar i ordlistan, bilaga I.

6.2 VAD FINNS DET FÖR LJUSKÄLLOR SAMT TIPS OCH RÅD

Tips och råd återfinns i särskilda rutor nedan.

De ljuskällor som idag används för inomhusbelysning är:

- Lysrör
- Kompaktlysör
- Lysrörslampa (lågenergilampa)
- Keramisk metallhalogenljuskälla
- Halogenlampa (230 V)

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	11 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

- Lågvoltshalogenlampa (12 V)
- LED-lampa

Vanligen kallas ljuskällor med inbyggt förkopplingsdon för lampor och de utan inbyggt don för ljuskällor.

Glödlampor är på väg att förbjudas i etapper i och med Ekodesignförordningen 244/2009⁶.

För ljuskällorna finns olika undergrupper, exempelvis finns lågenergilampor med eller utan yttre hölje, kompaktlysrör finns med 2-stift eller 4-stift och LED-lampor finns i matta och klara varianter. Lysrör finns för fullfärg special, high efficiency och high output, samt långlivslysrör. Dessa beskrivs närmare i separata underkapitel.

Nedan ges en översiktlig sammanfattning av ljuskällorna och dess egenskaper för det aktuella dagsläget. För konkreta upphandlingskrav se separat kravdokument, www.msr.se/kriterier/inomhusbelysning.

Tabell 1: Aktuell teknik för ljuskällor, 2010

Ljuskälla	Effekter (W)	Livslängd (h) ⁷	Färgtemperatur (K) (ju högre desto kallare ljus)	Färgåtergivning (Ra) (ju högre desto bättre)	Energiklass	Ljusutbyte (lm/W)	Kvikksilverhalt (mg/lampa)
Lysrör T5	14 – 80	Ca 16 000-19000 (Långlivsvarianter 20000 – 48 000)	2.700 -6.500	80-98	A-B	84 - 115	>1,4 mg
Lysrör T8	14 – 80	12.000 - 19000 (Långlivsvarianter 20000 – 74 000)	2.700 -6.500	80-98	A-B	75 - 93	>2,8 mg
Kompaktlysrör	5 – 80	Ca 8 000–16 000	2700-4200	80-98	A-B	Ca 60 – 83	>2 mg
Keramisk metallhalogenljuskälla	35 – 400	Ca 8000-16 000	Ca 2800-4200	65-90	-	Ca 80-120	3,5 till 27mg Hg beroende på lampeffekt
Lysrörsampa	9-23	10.000 - 20000	2.700 -4.000	80-98	A	55 - 65	>1,4 mg

⁶ Läs mer om Ekodesignförordningarna under kapitlet Lagstiftning

⁷ För lysrör, kompaktlysrör, keramisk metallhalogen anges service life som livslängd och för halogenljuskällor, lysrörsampor (lågenergilampor) och LED-lampa anges medellivslängd som livslängd.



MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	12 (30)
VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

Halogen-lampa	50-90	2000-4000	3000	100	B-C	12-22	Innehåller ej Hg
Lågvolts-halogenlampa	50-90	2000-5000	3000	100	B-C	12-35	Innehåller ej Hg
LED-lampa	1-12	12000-40000	2700-3000	80- över 90	A	67	Innehåller ej Hg

Ljuskällan väljer man främst för dess visuella, energieffektiva och driftmässiga egenskaper. Färgåtergivning och färgtemperatur är viktiga parametrar. Miljöpåverkan och livscykelkostnad är också viktiga kriterier. Så energieffektiva ljuskällor med så lågt kvicksilverinnehåll som möjligt skall väljas.

Se vidare respektive rubrik nedan avseende råd gällande enskilda ljuskällor.
Sammanfattningsvis gäller följande av energieffektivitetsskäl:

- Upphandla inte glödlampor och reflektorhalogenlampor
- Välj i första hand lågenergilampor/lysrörlampor, kompaktlysrör eller LED-lampor framför halogenlampor
- Vad gäller lysrörlampor (lågenergilampor), är de utan yttre hölje något mer energieffektiva än de med yttre hölje (mellan 0-10 % mer effektiva) och dessutom har de längre livslängd. Dessa bör därför väljas i första hand.
- Var noga med kvalitetssäkringen vid upphandling av LED-lampor då det finns en viss avsaknad av standarder, följ exempelvis rekommendationerna som anges i verifikationsförslagen i kravdokumentet för belysningsprodukter.
- Välj i första hand T5- framför T8-lysrör
- Undvik inlåsningseffekter av gammal teknik i form av ljuskällor med sämre energieffektivitet över en lång tid vid ett nära förestående byte av armaturer

6.2.1 REFLEKTORLAMPOR OCH GLÖDLAMPOR

Reflektorhalogenlampor och glödlampor omfattas inte av detta dokument eller kravdokumentet, eftersom de inte anses energieffektiva. Undvik att upphandla dessa typer av ljuskällor.


Glödlampan omvandlar bara 5 % av den inmatade elen till ljus, resten blir värme.

Utfasningen av glödlampan från marknaden i och med Ekodesignförordningen 244/2009 innebär, enligt Energimyndighetens beräkningar, för Sverige en energibesparing på 2 TWh och en minskning av CO₂-utsläppen i Europa på 0,7 miljoner ton.

6.2.2 KERAMISKA METALLHALOGENLJUSKÄLLOR

Keramiska metallhalogenljuskällor är urladdningsljuskällor med hög intensitet och bra färgåtergivning. De används mycket i utomhusbelysning, men används alltmer även för inomhusbruk för allmänbelysning i downlights m.m.

Metallhalogenljuskällor med brännare av keramiskt material är mycket färgstabila och färgåtergivningen förändras väldigt lite under lampans livslängd. Utvecklingen går snabbt framåt med inriktning mot kompaktare lampor i små effekter och elektroniska förkopplingsdon (med eller utan inbyggt don). Tack vare sitt högre ljusutbyte och längre

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	13 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

livslängd kommer den med största sannolikhet att ersätta vanliga halogenglödlampor. De senaste varianterna går att ljusreglera utan att ljusfärgen påverkas⁸.

Keramiska metallhalogenlampor kan vara en bra ljuskälla för miljöer såsom butiker och accentbelysning inomhus.

6.2.3 HALOGENLAMPOR

Det finns flera typer av halogenglödlampor. De vanligaste i offentlig sektor är lågvoltslampor med integrerad reflektor. Men det finns även lågvoltslampor i olika storlekar utan reflektor som är avsedda för specialarmaturer där reflektorn integrerats i armaturen. Lämpliga användningsområden är i exempelvis downlights, pendelarmaturer, bords- och golvarmaturer.

Undvik att nyinstallera halogenlampor ifall inte en viss ljusupplevelse (mer naturligt ljus) eftersträvas som inte kan uppfyllas med hjälp av mer energieffektiva val såsom lysrörlampor eller kompaktlysrör.

Nackdelar med halogenlampan är att den inte är energieffektiv jämfört med exempelvis lysrörlampa (lågenergilampa) samt att den avger mycket värme. Det finns mer energieffektiva halogenglödlampor med s.k. IRC-teknik, vilka har ett infrarödreflekterande skikt på lampans glaskolv. Beläggningen återreflekterar en del av värmen till glödtråden vilket innebär att glödtråden behöver mindre energi för att hållas varm. En fördel med halogenlampan är att den har ett naturligt ljus.⁹ Halogenlampor kan dimras/ljusregleras och de har inbyggt förkopplingsdon.¹⁰

Infrarödreflekterande lågvoltshalogenglödlampor har i de allra flesta fall en angiven livslängd på 4000-5000 h, vilket ska jämföras med konventionella lågvoltshalogenlampor som har en typisk livslängd på 2000-3000 h (i vissa fall upp till 4000 timmar).¹¹ Livslängden för glöd- och halogenlampor anges som medellivslängd enligt EN 60901.

6.2.4 LYSRÖR

Lysrör är urladdningslampor, och kan komma med eller utan inbyggt förkopplingsdon. Lysrör kan användas som en allroundljuskälla i inomhusbelysningen. Till dess positiva egenskaper hör:


- Mycket stor driftsäkerhet
- Högt ljusutbyte
- Långsam ljusminskning
- Lång livslängd
- Bra färgåtergivning
- Möjligt att välja ljusfärg

⁸Ljuskultur, www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/

⁹ Underlagsrapport till EKV-verktyget. Nils Borg & CO 2006-06-30

¹⁰ Ljuskultur, www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/

¹¹ Underlagsrapport till EKV-verktyget. Nils Borg & CO 2006-06-30

	MILJÖSTYVRINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	14 (30)
	VÅGLEDRING	INOMHUSBELYSNING			

- Lågt pris och mycket ekonomisk
- Dimbar/möjlig att ljusreglera
- Flimmerfri
- Snabb uppstart

Nackdelen är storleken. Lysrör är långa och kan därför vara lite besvärliga att hantera. Dessutom blir armaturerna stora vilket kan betraktas som negativt ur designsynpunkt. Att T5-rören fungerar bäst vid en omgivningstemperatur på 35°C gör att de är mindre lämpliga för utomhusanvändning och i kylrum.¹²

Lysrör får ett försämrat ljusutbyte i kalla utrymmen. Vid minusgrader kan ljusflödet minskas med upp till 50 %. Därför är det viktigt att säkerställa ljuskällans temperaturlåghet.

När det gäller lysrör bör man skilja på rör för nya anläggningar och rör som finns i äldre installationer. För ny lysrörsbelysning använder man oftast T5-lysror. I äldre anläggningar sitter ofta T8 och i riktigt gamla anläggningar kan T12 finnas. T12, som har en avsevärt lägre energieffektivitet kan som regel alltid bytas ut mot T8-rör. T8- och T5-rör benämns ibland också T26 resp. T16. Båda siffrorna anspelar på rörets diameter, där T8 och T5 är ett mått på rörets diameter i åtta respektive fem åttondelar av en tum, medan T26 och T16 beskriver rörets diameter i millimeter.¹³

Görs en upphandling av inte enbart ljuskällor, utan även armaturer, bör den ännu mer energieffektiva T5 väljas.

6.2.5 T5 LYSRÖR


T5 lysrör har flera fördelar jämfört med äldre typer av lysrör och kan inte heller användas i samma armaturer. Det beror på att T5 rören har andra längder och effekter och bara fungerar med elektroniska driftdon. T5 drivs med högfrekvens från elektroniska driftdon och ljuset är därför helt flimmerfritt. Elektroniska don har låg egenförbrukning vilket gör att anläggningar med T5 lysrör blir mycket energieffektiva. Belysningen kan också styras efter behov, vilket innebär stora energivinster. De har också även ljusutbyte och förbrukar därmed mindre energi än äldre typer av lysrör. Tillverkningen kräver mindre material och mindre storlek och lägre vikt effektiviserar transporterna. Mindre dimensioner hos T5-lysror ger också mindre armaturer. Smalare rör i armaturerna gör optiken effektivare och mindre ljus stängs i armaturen. Sammantaget kan man räkna med att armaturerna blivit cirka 20 % effektivare jämfört med motsvarande armaturer för äldre typer av lysrör såsom T8.¹⁴

T5-rören finns i två utföranden, High Efficiency och High Output. T5 High Efficiency har det högsta ljusutbytet och ger därför den lägsta energianvändningen. De finns i effekter från 14 W upp till 35 W. High Output är ett "turbo-rör" som har högre effekt per längdmeter. De finns också i större effekter, från 24 till 80 W. Man kan därför få mer ljus från varje armatur och därmed färre armaturer i en anläggning. Vilken typ av rör man bör

¹² Ljuskultur, www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/

¹³ ibid samt Borg & Co

¹⁴ Ljuskultur, www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	15 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

välja beror på typ av anläggning. Vid höga takhöjder brukar High Output vara det bästa valet. De finns också i form av cirkellysrör som ger små och runda armaturer med mycket ljus.

6.2.6 T8 LYSRÖR

Det vanligaste lysröret i äldre anläggningar är T8 med en diameter på 26 mm. Dessa rör finns i två utföranden: fullfärg och fullfärg special. Fullfärgsröret är vanligast. Orsak till detta är högt ljusutbyte, långsam ljusminskning, lång livslängd och bra färgåtergivning.¹⁵ T8 är liksom T5 dimbar, men flimrar utan HF-drift och klarar inte för hög värme. T5-rören kan endast drivas med högfrekvensdrift och kallas därför ofta HF-don eller elektroniska driftdon medan T8-rören kan drivas med både konventionella och elektroniska driftdon.

6.2.7 LÅNGLIVSLYSRÖR


Förutom standardlysrör (som sinsemellan kan ha varierande livslängd beroende på typ) finns även långlivslysrör. Det finns ingen standard som definierar vilken angiven livslängd som gäller för att ett lysrör ska anses vara av standardtyp eller av långlivstyp. I nya RoHS-direktivet finns dock en definition att ett långlivslysrör börjar från 25 000 h, eftersom olika maxvärden för tillåten kvicksilverhalt anges för de två typerna.

Initialt är investeringen högre vid installation av långlivslysrör jämfört med standardlysrör, men den medför väsentliga kostnadsbesparingar i installationer med långa drifttider och besvärliga bytesförhållanden. Användaren måste själv göra avvägningen mellan ekonomi och prestanda där faktorer som livslängd i förhållande till pris spelar in, men där man även måste ta hänsyn till drifttiden per år, kostnaden för byten och anläggningens kvarvarande förväntade livslängd. Exempelvis kan långlivslysrör vara mindre lämpliga för skolsalar och kontor, men lämpligare för simhallar och gymnastikhallar. Ur miljösynpunkt sparas transporter och material då endast ett lysrör går åt per tre standardlysrör. Vid investering av nya armaturer bör man välja T5 långlivslysrör i första hand. I andra hand kan T8 långlivslysrör med elektronisk drift väljas eftersom de är mer energieffektiva än sådana med konventionella don.

6.2.8 LIVSLÄNGD

Den angivna livslängden hos lysrör varierar beroende på om de drivs med konventionella don eller HF-don. Med magnetiska driftdon förkortas livslängden och kan då endast hålla 12 000 h istället för 16 000-19 000 h. Livslängden beror också på om lysröret är ett T5- eller T8-rör och varierar även med andra specifika egenskaper hos de olika typerna av lysrör samt om det är ett standardlysrör eller långlivslysrör. För långlivslysrör varierar livslängden mellan 20 000 -73 000 h. Cirkellysrör har som regel kortare livslängd än raka lysrör.

¹⁵ ibid

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	16 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

6.2.9 KOMPAKTLYSRÖR OCH LYSRÖRSLAMPOR (LÅGENERGILAMPOR)

Kompaktlysrör och lysrörslampor kan förenklat beskrivas som ihopvikta tunna lysrör. De förekommer i en mängd olika former och effekter. Den viktigaste skillnaden är att kompaktlysrör har stiftsockel och är avsedda att användas i en armatur med inbyggt don, medan lysrörslampor har skruvsockel (eller i ibland bajonettfattning) och har ett don integrerat i själva ljuskällan. Båda dessa ljuskällor är vanligen av fullfärgstyp.

Tack vare högt ljusutbyte och lång livslängd är kompaktlysrör och lysrörslampor ekonomiska och energibesparande alternativ till glödlampor. Vad gäller lysrörslampor är lysrörslampor utan yttre hölje något upp till 10 % mer energieffektiva än lampor med yttre hölje och dessutom har de längre livslängd. Dessa bör därför väljas i första hand.

6.2.10 LYSRÖRSLAMPOR

Lysrörslampan kanske är mer känd under benämningen lågenergilampa. Det är ett tunt lysrör som vikts ihop flera gånger. För att lysröret ska fungera krävs ett så kallat driftdon. Det består av elektronik och sitter i lampans sockel. Lysrörslampa utan yttre hölje sparar 75-80% energi jämfört med en vanlig glödlampa.

Många klagar på ljusfärgen, flimmer och starttid hos lågenergilampor, men det beror ofta mer på bristande kvalitet än på själva lamp tekniken. Vid tester där en lågenergilampa och en glödlampa placerats bredvid varandra i varsin bordsarmatur med en tygskärm kunde inte försökspersonerna avgöra vilken lampa som satt var.¹⁶

Idag börjar dimbara modeller att komma ut på marknaden. De går fortfarande inte att dimra lika långt ner som en glödlampa, men fungerar bra i de flesta tillämpningar. Se vidare kapitel 6.3.7 om ljusreglering av LED-lampor och lysrörslampor.

Lysrörslampan kan liksom lysrör få ett försämrat ljusutbyte i kalla utrymmen, vid minusgrader kan ljusflödet minskas med upp till 50 %. Därför är det viktigt att säkerställa ljuskällans temperaturlåghet.


6.2.11 KOMPAKTLYSRÖR

Kompaktlysrör kan bara användas i armaturer avsedda för dessa och används oftast i downlights och plafonder. De har speciella socklar och driftdonen är monterade i armaturen. Tack vare detta är de billigare än lysrörslampor.

Kompaktlysrör finns i en mängd olika typer, exempelvis 2-stift och 4-stift¹⁷, och av dessa finns en mängd olika underkategorier som har olika energieffektivitet. 2-stift kompaktlysrör kommer att fasas ut år 2017 i och med Ekodesignförordningen för tertiär belysning 245/2009. Undvik att upphandla dessa till nya anläggningar eftersom dessa ljuskällor inte har HF-don.

¹⁶ Lighting Research Center, USA. Källa: Energimyndigheten.

¹⁷ med stift menas anslutningsstift

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	17 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

6.2.12 LED-LAMPA

LED (Light Emitting Diod)-lampa, Det är en energieffektiv lampa, med lång livslängd och steglös ljusreglering. LED har inbyggda driftdon och lampsockel.

LED-lampor har en av de snabbaste utvecklingstakterna inom belysningsområdet. Informationen i detta kapitel gäller således för hur situationen ser ut våren 2010.

Livslängden för lampan är lång och ljusregleringen är steglös. I dagsläget finns det dock få normer och standardiserad information om dessa ljuskällor.

Initialt är LED en dyr investering men den medför kostnadsbesparingar över tiden då lampan har låg energianvändning och lång livslängd som gör att driftskostnaderna och underhållskostnaderna blir lägre. Lampan har en hög färgmättnad och vita LED finns i flera färgtemperaturer. LED är stöt- och vibrationståliga och påverkas inte av frekventa tändningar och släckningar. Ur miljösynpunkt sparas material och transporter med tanke på den långa livslängden. LED-lampor är känsliga för värme varför val av användningsområde bör beaktas då produktens livslängd kan påverkas av omgivningstemperaturen.

6.2.13 LJUSREGLERING AV LED- OCH LÅGENERGILAMPOR

Idag finns det både LED- och lågenergilampor som går att ljusreglera, om än med vissa begränsningar. Från och med september 2010 ska det finnas information på förpackningarna om ljuskällans egenskaper och prestanda. För mer information se exempelvis information från Belysningsbranschen <http://www.lampinfo.se/info-pa-lampforpackningar/>.

De flesta LED- och lågenergilampor som klassas som "dimbara" är utvecklade för framkantsdimmer, men alla dimrar på marknaden klarar inte av att reglera LED- eller lågenergilampor av olika skäl, exempelvis på grund av:

- Min-lasten (W) är för låg
- Dimmern kan inte hantera elektroniken i ljuskällan
- Intelligent multidimrar luras att växla läge

Idag finns det ett stort antal olika ljuskällor och dimrar på marknaden och det är en omöjlighet för leverantörerna att testa alla kombinationer. Tills vidare rekommenderas därför att kontakta leverantörerna för förslag på en kompatibel kombination av ljuskälla/dimmer.

Både ljuskälle- och dimmertillverkarna arbetar med att ta fram nya sortiment anpassade efter dagens teknik. Kompatibilitetsproblemet kommer att minimeras inom en överskådlig framtid.

6.3 FÄRGÅTERGIVNING OCH FÄRGTEMPERATUR

En ljuskällas färgåtergivning anges med det s.k. Ra-indexet där Ra 100 är det högsta värdet, vilket antas motsvara dagsljus eller en glödlampa med kontinuerligt ljusspektrum.

Ra-index ≥ 80 skall anges som minimivärde för *alla* ljuskällor av lysrörstyp i alla lokaler av ergonomiska skäl. Detta krav utesluter de mindre energieffektiva enkelfärglysrören som

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	18 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

ibland används i garage eller andra utrymmen som inte används regelbundet.

Lysrör med $Ra \geq 90$ uppnår dock inte i dagsläget högre energiklass än B och då bör därför endast användas där ett dokumenterat behov finns.

I särskilda fall specificeras ofta ljuskällor med $Ra\text{-index} \geq 90$. Dessa ljuskällor benämns ofta "fullfärg special" och de används t.ex. i sjukvårdens undersöknings- och operationsrum för att möjliggöra en mer korrekt bedömning av färgen på en patients hud, utslag, m.m.

Färgtemperaturen anges i enheten Kelvin (K). Den allra vanligaste färgtemperaturen är 3000 K.¹⁸

Fabrikanterna har infört ett nytt sätt att ange färgåtergivningen från olika ljuskällor. På lamporna anges ett tresiffrigt nummer. Den första siffran anger kvaliteten på färgåtergivningen. Ju högre siffra desto bättre. De andra två siffrorna ger vägledning om färgtemperaturen. För en ljuskälla med beteckningen 830 betyder "8" att $Ra\text{-index}$ är högre än 80. "30" anger att färgtemperaturen är ca 3000 K.

6.4 ENERGIKLASSER

Direktivet 92/75/EEG gäller energimärkning av lampor. Detta direktiv upphör att gälla 2011-07-21 då hänvisningar till detta direktiv anses som hänvisningar till det nya Energimärkningsdirektivet 2010/30/EU. Energimärkningen är obligatorisk och gemensam för alla EU-länder. Syftet är att hjälpa konsumenterna att välja energisnålare lampor och driva på produktutvecklingen.


Direktivet omfattar ljuskällor för "hushållsbruk" men omfattar även lysrör och kompaktlysror. Inriktningen på hushåll i direktivet gör att ljuskällor för t.ex. gatubelysning eller annat utomhusbruk, t ex urladdningslampor av typen högtrycksnatrium eller keramisk metallhalogen, inte omfattas av energimärkningen.

Energimärkningen består i att lamporna klassificeras i olika energiklasser: A-G, där A är den mest energieffektiva. Energiklassen räknas utifrån en formel där lampans effekt och ljusflöde ingår, och värdet återfinns sedan i ett intervall som utgör en energiklass. Formeln ser olika ut för lampor med inbyggt förkopplingsdon och utan inbyggt don. Därför går exempelvis inte att jämföra ett B-klassat kompaktlysror med en A-klassad lågenergilampa.

Reflektorlampor och lågvoltslampor omfattas för närvarande inte av direktivet och är alltså inte energimärkta, även om dessa är mycket vanligt förekommande i hushållssektorn.

För de produkter som omfattas av direktivet finns ett etablerat system av EN-normer som beskriver hur ljuskällornas effektivitet skall mätas och definieras. När dessa ljuskällor säljs till konsument måste förpackningen vara märkt.

¹⁸ Underlagsrapport till EKU-verktyget. Nils Borg & CO 2006-06-30

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	19 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

6.5 LIVSLÄNGD

Livslängden för lysrör definieras av branschen med måttet ”service life”. Det svenska ordet för detta har varit ekonomisk, men ”service life” används nu även i Sverige. Detta mått är ett genomsnittsvärde som anges i timmar och avser 80 % bibehållet ljusflöde och 10 % lampbortfall. För mer information om service life, se ordlistan nedan.

Livslängden mäts enligt EN 60081 bilaga C och bygger på en tretimmars driftcykel där en grupp lysrör får brinna i två timmar och 45 minuter, varefter de hålls släckta i en kvart. Varje tändning förkortar livslängden. Om lysrören hålls tända i längre intervall än som anges i mätstandarden kommer de att ge ljus i fler timmar än det redovisade katalogvärdet, och om de tänds och släcks oftare kommer de normalt att ge färre antal drifttimmar.

För vissa ljuskällor förekommer ibland även livslängd angett som medellivslängd. Begreppet medellivslängden anger den tid efter vilken fortfarande 50 % av lamporna fungerar. Detta värde framstår därmed som bättre än service life (fler timmar på pappret).

För lysrör, kompaktlysror och keramiska metallhalogenljuskällor gäller service life och för halogenlampor, lysrörslampor och LED-lampor gäller medellivslängd.

7 FÖRKOPPLINGSDON

7.1 VAD ÄR FÖRKOPPLINGSDON?

Förkopplingsdon kan också kallas driftdon eller ballast. Ett förkopplingsdon gör så att ljuskällan går att koppla till elnätet. Det är en transformator som ger lampan rätt spänning eller strömbegränsare.

Det kan vara:

- Inbyggt i ljuskällan som hos lysrörslampor, LED-lampor och halogenlampor
- Inbyggt i armaturen som för ljuskällorna lysrör, kompaktlysror och keramisk metallhalogen
- Eller sitta separat tillgänglig för flera armaturer.

7.2 VAD FINNS DET FÖR OLIKA FÖRKOPPLINGSDON?

Förkopplingsdonen kan vara elektroniska (också kallade HF-don – Hög Frekvens) eller bestå av en transformator eller reaktor med järnkärna (elektromagnetiska). De elektroniska förkopplingsdonen blir allt vanligare. Vissa moderna ljuskällor kan bara användas med elektroniska driftdon.

Det finns både elektroniska och magnetiska förkopplingsdon.

Elektroniska förkopplingsdon har följande fördelar inom både komfort, energiförbrukning och livslängd jämfört med magnetiska förkopplingsdon:



MILJÖSTYVRINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	20 (30)
VÅGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

- Mer kompakta och effektiva (10 % högre ljusutbyte för wattal mellan 70-150 W). Ökar ljusutbytet hos lampan (dvs. ljuskälla + armatur) p.g.a. lägre egenförbrukning, sänker energiförbrukningen med 25 %.
- Minskad variation avseende ljuskällans ljusflöde (magnetiskt förkopplingsdon ger variationer på ± 20 %).
- Kan vara reglerbara. Finns i reglerbar variant som kan bespara 50 % el.
- Vissa elektroniska förkopplingsdon har övervakningsfunktion, t.ex. larm för åldrad ljuskälla. Detta minskar underhållskostnader. Detta förutsätter att donet kommunicerar med en central övervakning.
- Längre ljuskällelivslängd och skydd mot hög spänning vid igångsättning efter nedgång. Den höga spänningen som är effekten av att förkopplingsdonet försöker sätta igång ljuskällan gång på gång (detta sker dock först när ljuskällan har svalnat) förkortar ljuskällans och förkopplingsdonets livslängd. Skydd mot detta finns som funktion i elektroniska förkopplingsdon. Det skonsammare tändförloppet förlänger ljuskällans livslängd med 25-50%. De flesta HF-don har också förvärmning av elektroderna vilket gör tändningen ännu mer skonsam. Detta brukar kallas för varmstart.
- Vissa elektroniska förkopplingsdon kan vid höga temperaturer i armaturen ljusreglera (dämpa) ljuskällan automatiskt för att skydda förkopplingsdonet.

Andra fördelar med elektroniska förkopplingsdon är snabb tändning, inget flimmar eller blinkningar, inga besvärande ljud samt att den släcks vid eventuella fel på ljuskällan. HF-don finns för direktdrift (100 % ljus) eller för ljusreglering (HF dim).¹⁹

En stor möjlighet till energibesparing och därigenom minskning av miljöbelastningen är att välja reglerbara HF-don (energiklass A1, se längre ned). Tillsammans med "kloka" sensorer som programmerats att endast ge så mycket ljus som är nödvändigt för stunden kan en ny belysningsanläggning med modern teknik ge mer än 50 % energibesparing. Med HF-armaturer kan vi även minska energianvändningen genom att i anläggningen utnyttja möjligheten till använda dagsljusreglering och närvarostyrning, samtidigt som belysningskomforten ökar. Med reglerbara HF-don kan ljusflödet regleras från 100 % ljus ner till 1 %.

7.3 ENERGIKLASSNING AV FÖRKOPPLINGSDON

Att reducera energiförlusterna från förkopplingsdon har konstaterats i en studie av EU-kommissionen vara en av de mest effektiva åtgärderna för att minska elförbrukningen för belysning i kommersiella byggnader. Donen på marknaden har också varierande energieffektivitet. Från och med år 2005 till år 2020 förväntas energieffektivitetskrav på förkopplingsdon spara 11 TWh/år.

Idag finns inom EU en obligatorisk sjugradig skala för att klassificera driftdots energiprestanda. Denna skala bygger dock inte på klasserna A-G utan använder en egen skala, A1, A2, A3, B1, B2, C och D, där A1 motsvarar högst energieffektivitet. Märkningen är inte en konsumentmärkning utan är tänkt att användas i specifikationer

¹⁹ www.msr.se/Documents/rapporter/MSR_2009_1.pdf

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	21 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

tillverkare emellan. A1 motsvaras i princip av högfrekvensdon som kan ljusregleras, och A2 motsvaras av icke reglerbara högfrekvensdon. A3 har högre förluster men är fortfarande ett elektroniskt don. B1 och B2 är konventionella don där B1 har lägre förluster än B2. Det finns också A1 BAT som är mer energieffektiv än A1 samt A2 BAT som är mer energieffektiv än A2.

Tidigare fanns energiklassningen av förkopplingsdon i ett eget direktiv, men är numera integrerad i Ekodesignförordningen för tertiär belysning, EG 245/2009.

Sedan november 2005 är det förbjudet att sälja lösa driftdon eller armaturer med driftdon av kategori C. D förbjöds redan 2002.

Den högsta klassen har fått sin klassning genom att de kan ljusregleras, vilket därigenom kan leda till stora energibesparingar. Om en belysningsanläggning inte är projekterad för ljusreglering har användaren dock ingen nytta av denna dontyp.²⁰

8 ARMATURER

8.1 VAD ÄR EN ARMATUR?

En armatur består av ett armaturhus, en eller flera ljuskällor, reflektorer som förstärker ljuset och riktar det, bländskydd samt eventuella förkopplingsdon. Armaturen har som uppgift att sprida och rikta ljuset utan att blända. Armaturen innehåller också nödvändiga komponenter för ljuskällans drift och styrning.

Armaturen är en del av belysningsanläggningen och skall ses som en del av denna då belysningsplaneringen genomförs.


8.2 HUR FUNGERAR ARMATURER?

Reflektorer ökar armaturens verkningsgrad och är därför viktiga ur ett energiperspektiv. Även ljus insida på armaturen förbättrar verkningsgraden. Bländskydden är viktiga ur brukarperspektivet och kan exempelvis vara raster. Bländskyddet minskar verkningsgraden. Belysningsverkningsgraden kan variera mellan drygt 80 och 20 % beroende på vilken armaturtyp som väljs.

En belysningsarmatur ska uppfylla följande egenskaper:

- Inte blända
- Fördela ljuset lämpligt och ge tillräckligt mycket ljus på rätt plats
- Vara ljuseffektiv, dvs. energieffektiv
- Vara lätt att hålla ren
- Vara lätt att byta

²⁰ Underlagsrapport till EKV-verktyget. Nils Borg & CO 2006-06-30

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	22 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

8.3 TYPER AV ARMATURER

Nedan ges ett litet urval av exempel på olika typer av armaturer, för att ge en bild av hur olika armaturer kan delas upp i undergrupper och hur de beskrivs.

8.3.1 OPALISERAD ARMATUR

Kan vara exempelvis opaliserad glob eller vägglampett. Denna typ av armatur har god spridning av ljuset och högt ljusutbyte.

8.3.2 UPPLJUSARMATUR

Denna är avskärmad nedåt och riktar ljuset uppåt, som reflekteras av taket, så att rummet belyses helt eller delvis. Dessa kan både vara pendlad takarmatur, väggarmatur eller golvarmatur. Ljust tak ger bättre verkningsgrad.

8.3.3 UPP- OCH NEDRIKTAT LJUS - RASTERARMATURER

Lysrörsarmaturer är oftast av typen rasterarmatur, med inbyggda reflektorer som har raster på undersidan. Ljuset kan riktas både uppåt och neråt. Denna typ av armatur kan leverera höga belysningsstyrkor och ge högt ljusutbyte, dvs. låg energianvändning. Allmänt utnyttjad till arbets- och undervisningslokaler.²¹

8.3.4 PENDELARMATURER

Armaturer som hänger ner från taket kallas pendelarmaturer. Vanligtvis syftar man då på armaturer som är avsedda att hängas över bord, arbetsplatser etc. Även lysrörsarmaturer brukar hänga ner från taket. Då kallar man det snarare för nedpendlad belysning istället för pendelarmaturer. Armaturer med uppljus pendlas vanligtvis.

8.3.5 VÄGGLAMPETTER

Armaturer som skall monteras på vägg brukar kallas för lampetter eller vägglampor.


8.3.6 SPOTLIGHTS/DOWNLIGHTS

Dessa har reflektorskärm och ger ett samlat ljusflöde i en viss riktning. Dessa används oftast tillsammans med halogenlampor eller kompaktlysrör. I spotlights används även keramiska metallhalogenlampor.

Ljuskällan kan vara hängande eller liggande i downlights. Liggande ljuskälla ger en lägre armatur och oftast mer ljus. Ibland används flera lampor i samma armatur. Belysning med downlights ger ofta mycket ljus nedåt men mindre ljus på väggarna. Det kan ge intryck av att lokalen är dåligt belyst.²²

²¹ Ljus Inomhus Del 2

²² Ljuskultur, www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	23 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

8.3.7 PLATSARMATURER

En platsarmatur tillgodoser behovet av platsbelysning, men det finns också armaturer som kan tillgodose behovet av allmänljus samtidigt som behovet av platsbelysning. Kraven på en platsarmatur varierar också med olika arbetsuppgifter.

Ur miljösynpunkt är det viktigt att armaturens effekt begränsas så att de definierade behoven uppfylls på ett så energieffektivt sätt som möjligt²³.

Krav på armaturer avgörs av den anställdes behov av ljus och på den inriktning aktuell verksamhet har. Avgörande för platsarmaturen är att den inte bländar och sprider ett ljus som understödjer en god synprestation hos den anställde.

Använd armaturer med god optisk behandling av ljus utan att bländning uppstår vid normal användning.

8.4 TIPS OCH RÅD

Det är mycket svårt att ange krav för belysningsarmaturers effektivitet då en belysningsanläggnings effektivitet bestäms av flera faktorer som ligger utanför själva armaturen, t ex rummets form, ljushet och det arbete som utförs i rummet. Det är däremot möjligt att ställa krav på vissa komponenter och på en del väldefinierade funktioner, för de fall då enstaka armaturer handlas upp. Dock inte som underlag för projektering av belysningsanläggningar. För mer information se, se kravdokumentet för belysningsprodukter.

9 STYRSYSTEM

9.1 VAD ÄR ETT STYRSYSTEM?

Styrssystem är teknik som möjliggör tändning, släckning och ljusreglering av ljuskällor. Styrssystem kan finnas lokalt i armaturer eller centrala styrssystem av olika slag/typer/fabrikat som alla mer eller mindre kräver olika utrustning och de är inte alltid kompatibla.

Ljusreglering är ett hjälpmedel för att anpassa ljuset efter brukarens behov och används idag för att sänka energiförbrukning och därmed driftskostnaderna. I alla lokaler, kan ljusregleringen anpassas efter olika funktionella behov. I exempelvis konferensrum eller undervisningslokaler kan ljusregleringen anpassas till arbete eller bildvisning.

För att få optimal styrning kan det vara lämpligt att utföra en belysningsplanering.

9.2 HUR FUNGERAR STYRSYSTEM?

De lampor som kan och brukar regleras är glödlampor (under utfasning enligt Ekodesignförfordningen), halogenglödlampor, lysrör, keramiska metallhalogenlampor, kompaktlysror och vissa lysrörslampor (lågenergilampor).

²³ Underlagsrapport till EKU-verktyget. Nils Borg & CO 2006-06-30



MILJÖSTYVRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	24 (30)
VÅGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

Det är reglerbara förkopplingsdon av typen HF-don (High Frequency) som används i ljusregleringen och ljusflödet kan regleras från 100 % ljus ner till 1 %. Ljusregleringen kan ske manuellt eller automatiskt med olika typer av ljusreglage. Energibesparingen är nästan linjär med ljusregleringen och kan uppgå till 80 %²⁴. Mycket energi finns att spara exempelvis i korridorsutrymmen och trapphus.

9.3 VAD FINNS DET FÖR STYRSYSTEM?


Styrsystemen kan erbjuda olika sätt att ljusreglera:

Manuellt av/på:	Endast möjlighet till manuell tändning (100 % ljus) och släckning.
Dimring:	Ett belysningssystem eller en armatur där ljusnivån kan steglöst sänkas eller höjas. Andra ord: ljusreglering, fördunkling etc.
Frånvarostyrning:	Ett system där man tänder manuellt och det släcks automatiskt när systemet inte detekterar närvaro efter en viss inställd tid.
Närvarostyrning:	Ett system som tänder och släcker automatiskt.
Dagsljusreglering:	Belysningen kan anpassas sig steglöst till aktuell dagsljussituation enligt förinställd graf etc.
Konstantljusreglering:	1) Håller mängden ljus (summan av ev. dagsljus och armaturens ljus) steglöst konstant på inställt värde i ljussensorns detekteringsområde. 2) Regleringen kompenserar exempelvis nedsmutsning av armaturen och ändringar i lampans utgående ljusflöde över dess livstid.
Korridorfunktion:	Ett system som styr belysningen så att den kan gå ner på en låg nivå och minimera antalet tändningar/släckningar för ljuskällan och spara energi Ett system som styr belysningen så att den kan gå ner på en låg nivå för systemet.

9.3.1 ENERGIEFFEKTIV STYRNING AV KORRIDOR

Ett system som styr belysningen mot ett konstant inställt ljusvärde med dimring mellan två nivåer styrt av närvarostyrning. Möjlighet till tidsstyrning så att systemet släcks under t.ex. låglasttid (natt). Ett exempel är frånvarodämpning så att ljuset dämpas steglöst till exempelvis 10 % vid 15 minuters frånvaro, efter 2 timmars frånvaro släcks ljuset. Vid närvaro tänds ljuset upp.

²⁴ Ljuskultur, www.ljuskultur.se/fakta-ochmiljo/teknik/

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	25 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

9.4 TIPS OCH RÅD

Ovan nämnda effektiva styrsystem skall kopplas till armaturerna och kan användas tillsammans med solavskärmningens styrsystem. Använd tidstyrning, och dela upp elsystemet i mindre områden, d.v.s. zonindelning.

Styrsystemen skall i första hand prioritera användningen av dagsljus och minimera upptändningstider av kompletterande artificiell belysning. I andra hand bör styrningen reglera ljusnivån till en optimal situation för människan under normal arbetstid. Ljusregleringen kan vara automatisk men kunna påverkas av människan under normal arbetstid.

Närvarostyrning bör utföras med manuellt på (om ej helt mörka utrymmen då det kan vara automatiskt) men automatiskt av.

Allmänljus eller del därav kan styras automatiskt efter dagsljusets tillgång. Den del av ljuset som betraktas som mer knutet till individen och/eller arbetsplatsen ska enkelt kunna styras av den enskilde individen.

10 LAGSTIFTNING

För information om relevant lagstiftning inom belysningsområdet, se www.msr.se/Documents/Kriterier/bygg/storkok/msr_utomhusbelysning_lagstiftning_090513.pdf. Gällande Ekodesigndirektivet med förordningarna för hembelysning och tertiär belysning, 244/2009 och 245/2009, se motivtexten på www.msr.se/kriterier/inomhusbelysning.


11 AVFALLSHANTERING

Från 1 juli 2001 gäller en lag som kräver att alla uttjänta el-produkter, inklusive belysning, tas omhand av producenterna, det s.k. producentansvaret. Produkternas innehåll av metaller, andra värdefulla material och energi används till återvinning. Detta utförs av utbildad personal som även tar bort eventuella miljöfarliga komponenter. Lagen förbjuder uttryckligen att el-produkter deponeras eller förbränns utan föregående behandling. För mer information, se www.naturvardsverket.se.

Det är viktigt med en professionell återvinnings- och avfallshantering och det bör man ställa krav på i underhålls- eller utbytesentreprenaden. Detta eftersom det finns farliga kemikalier i exempelvis ljuskällorna som behöver särskilt omhändertagande samt att ökad återvinning sparar material och resurser.

I dagsläget finns det en marknad för allt kvicksilver som drivs ur lyspulvret, det innebär att 100 % av kvicksilvret återanvänds.

Det finns avsättningsmöjligheter för både, glas, metall och elektronik så det finns inga incitament till att inte återvinna dessa fraktioner. Det renade glaset säljs till den som för tillfället betalar bäst för den renhetsgrad de kan få ut, just nu går det till nyproduktion av flaskor och konservburkar. Metall och elektronik går till metall-/elektronikåtervinnare


	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	26 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

som materialåtervinner metaller och energiåtervinner plast. Vid fragmentering av elektroniken uppkommer en liten restfraktion, vilket är det enda som deponeras.

12 UNDERHÅLL OCH ENTREPRENAD

Inom inomhusbelysning förekommer två olika typer av entreprenader: bytesentreprenad och underhåll/skötselentreprenad. Oftast står hyresgästen eller fastighetsägaren själv för denna entreprenad, dvs. den upphandlas inte. Vid bytesentreprenad, vare sig den upphandlas eller inte, är det viktigt att ställa miljökrav på de nya belysningsprodukterna, då kan Miljöstyrningsrådets kriteriedokument för belysningsprodukter användas. Om entreprenör anlitas, är det viktigt att ställa krav på att denne tar hand om uttjänta ljuskällor på ett miljöriktigt sätt.

För ljuskällor med lång livslängd, exempelvis långlivslysrör och LED-lampor, kan ljusnedgången bli stor över tiden p.g.a. armaturens nedsmutsning, men detta skulle kunna åtgärdas med en god underhållsplan hålls samt att konstantljusstyrning (se kapitlet om Styrningssystem) installeras. Med bra underhåll undviks överdimensionering av belysningsanläggningen. Ljuskällans ljusnedgång kan också kräva viss överdimensionering, denna kan vara svår att åtgärda via underhåll. Däremot kan elanvändningen i början av ljuskällans livslängd minskas genom konstantljusstyrning.

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	27 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

BILAGA I: ORDLISTA

Armatur – Den tekniska anordning som förser ljuskällan med ström och formar det ljus som emitteras från ljuskällan. Viktig del av belysningssystemet för att optimera ljusets kvalitet och distribution samt minimera ljusspill. Den kan vara utrustad med en reflektor som ökar luminansen och dess form och yta bestämmer ljusstrålens storlek och symmetri. Bländskydd kan ingå i armaturen för att ge ett mjukare ljus och begränsa bländning.

Armaturens verkningsgrad (light output ratio, LOR (%)) – Andel totalt ljusflöde från armaturen med dess tillbehör, per ljusflöde från ljuskällan.

Belysningsstyrka (lux, lm/m²) – Anger hur mycket ljus som träffar en specifik yta.

Effekt (watt, W) – För varje angiven nätspänning är lampans effekt ett mått på hur mycket ström lampan förbrukar. Ju högre wattantal, ju mer ström förbrukas. Högre wattantal ger i regel starkare ljus, men detta beror på ljusutbytet.

Färgtemperatur – anges i Kelvin (K). Mått på om ljuskällan har varm eller kall ljusfärg. Fås genom att ljusfärgen jämförs mot ett upphettat järnstycke, ju kallare ljusfärg desto högre temperatur (vitglödgat). Glödlampan ligger på 2700K och dagsljuset på runt 6000K.

Färgåtergivning – anges i Ra-index. Mått på hur väl ljuskällan återger ett antal referensfärger. Bäst färgåtergivning har dagsljus och glödlampan med Ra-index 100. Bra färgåtergivning ligger på över 80.

Förkopplingsdon – Också kallad ballast eller driftdon. Används eftersom lampan inte kan kopplas direkt till elnätet, utan via en transformator (ballasten) som ökar spänningen för att uppnå tändning samt reglerar strömtillförseln.

Klara ljuskällor – Ljuskälla med lampkolv av klarglas vilket ger ett distinkt ljus.

Kompakta högtryckslampor (high-intensity discharge lamps, HID) – kompakta versioner av urladdningslamporna (ljusalstring genom urladdning av den gas som finns i lampans kolv). Till dessa räknas högtryckskviksilverlampor (HPM), högtrycksnatriumlampor (HPS) och metallhalogenlampor (MH).

Lampbortfall – mortalitet, eller antal ljuskällor som inte längre lyser vid en viss brinntid.


Livslängd – anges i timmar (h). Finns olika sätt att redovisa, praktiskt sätt påverkas ljuskällans livslängd av 2 faktorer: ljusbibehållning/ljusnedgång och lampbortfall.

Ljusfördelning (cd/rymdvinkel) Ljusstyrka i olika riktningar

Ljusflöde, anges i lumen (lm) – Mått på hur mycket ljus en ljuskälla avger.

Ljusbibehållningsfaktor - LLMF – Lamp Lumen Maintenance Factor – andel ljusflöde av ljuskällans ursprungliga ljus som finns kvar vid en viss brinntid.

Ljusnedgång, armaturens, också kallad LMF – andel ljusflöde som armaturens ursprungliga ljusflöde har minskat med vid en viss brinntid.

	MILJÖSTYVRINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	28 (30)
	VÅGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

Ljusnedgång, ljuskällans – andel ljusflöde som ljuskällans ursprungliga ljusflöde har minskat med vid en viss brinntid.

Ljusstyrning – Teknik som möjliggör tändning, släckning och fördunkling av ljuskällor.

Ljusspektrum – redovisas med kurvor eller stapeldiagram över ljuskällans fördelning på olika våglängder (färger). En ljuskälla med god färgåtergivning har ljus i både det röda, gröna och blå spektrat.

Ljusstyrka (candela, cd) – Anger hur starkt ljuset är i en viss riktning.

Ljusutbyte, anges i lm/W–.Om man kombinerar ljuskällans elektriska effekt med ljusflödet får man ett mått på hur effektiv den är som ljusalstrare (lm/W), de mest effektiva ljuskällorna idag ligger på över 100 lm/W.

LSF, Lamp survival factor, ljuskällans livslängd – andel av ljuskällor som fortfarande lyser vid en viss brinntid.

Luminans (cd/m²) – Anger hur ljus en yta upplevs då den träffas av ljuskällans ljus. Denna beror på ljuskällans ljusstyrka och ytmaterialets reflektans. Belysningsstyrka, luminans och övrig belysningsplanering utgör några av funktionskriterierna vid val av ljuskällorna.

Medellivslängd (h) – brinntiden då hälften av ljuskällorna har fallit bort. Det rekommenderas att inte använda sig av denna typ av livslängd vid projektering av belysningsanläggningar, av säkerhetsskäl.

Service life Detta mått anges i timmar och avser 80 % bibehållet totalt ljusflöde från en hel anläggning jämfört med det initiala ljusflödet. Måttet tar hänsyn till en kombination av ljusnedgång i varje enskild ljuskälla och att vissa ljuskällor går sönder ”i förtid” (10 % lampbortfall) och avser alltså ett genomsnittsvärde för samtliga ljuskällor. Efter att service life uppnåtts kommer flertalet lysrör fortfarande ge ljus, men 80 % bibehållet ljusflöde antas vara den gräns där ljusnedgången blivit så stor att den inte längre svarar mot de krav som ställts från början.


Nedåtriktat ljus (downward light output ratio, DLOR (%)) – Andel nedåtriktat ljusflöde från armaturen med dess tillbehör, per ljusflöde från enbart lampan.

Normal brinntid (h) – brinntiden då minst 90 % lyser med minst 85 % av sitt ursprungliga ljus. D.v.s. att lampbortfallet är högst 10 % och ljusnedgången på de kvarvarande ljuskällorna är högst 15 %. Det rekommenderas att använda denna typ av livslängd, i de fall då det är möjligt.

Slammade ljuskällor – Ljuskälla med matterad lampkolv vilket ger ett mjukare ljus.

Spridningsvinkel (grader, °) – Anger det område där ljusstyrkan är minst 50 % av maxvärdet. Används för ljuskällor med reflektor.

Uppåtriktat ljus (upward light output ratio, ULOR (%)) – Andel uppåtriktat ljusflöde från armaturen med dess tillbehör, per ljusflöde från enbart lampan.

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	29 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

BILAGA II: BERÄKNING AV ELFÖRBRUKNINGENS MILJÖPÅVERKAN

Mått och räkneseätt

Energienheten en kilowattimme (1 kWh) = 3.600 kilowattsekunder = 3.600 kJ (kilojoule) = 3,6 MJ (megajoule).

El och utsläpp


Det finns tre vedertagna sätt att beräkna utsläpp från förbrukad el:

1. Det grövsta sättet är att betrakta de egna elleveranserna som ett genomsnitt av landets elförbrukning, med samma fördelning mellan olika energikällor. För Sverige år 2007 innebar det 48 gram koldioxid per kilowattimme el.
Om s.k. "nordisk elmix" beräknas, innebar det år 2007 0,36 kilogram koldioxid per megajoule el (= 0,1 kilogram per kilowattimme)²⁵.
2. Om el upphandlas på ett sätt som kräver att leverantören redovisar produktionssätt, kan man beräkna utsläppen från sin elförbrukning på sålunda redovisade uppgifter.
3. När elbehovet minskas genom effektivisering, bör man vara medveten om att inga vattenkraftverk inom överskådlig tid kommer att stängas på grund av minskad efterfrågan. Därför kan man för elsparåtgärder räkna med marginalutsläpp, dvs som om den insparade elen vore producerad i kolkondenskraftverk. Det innebär ett koldioxidutsläpp på 0,23 kg/MJ (= 0,828 kilogram per sparad kilowattimme). Samma räkneseätt tillämpas på ökning i elbehovet. Energimyndigheten rekommenderar vid energieffektiviseringsåtgärder att 1 kg koldioxid per kilowattimme kan användas vid koldioxidvärderingen²⁶.

Enligt räkneseätt 2 (upphandling) kan upphandlande myndighet styra sina inköp på den elmarknad som finns så att vi uppmuntrar investeringar i ett mer hållbart utbud av el. Enligt räkneseätt 3 (sparande) kan upphandlande myndighet minska efterfrågan på marknaden så att andra inköpare får tillgång till det större utbud av hållbar el, som deras egen besparing frigjort. Ett problem som gör räkneseätt 1 (genomsnitt) oanvändbart är att all den förnybara el, som vissa elkunder upphandlat särskilt (enligt räkneseätt 2), måste dras ifrån innan mängden koldioxid per kWh räknas ut för den återstående elmängd som är tillgänglig på marknaden. I annat fall intecknar man ju den förnybara elen två gånger, först för den som verkligen upphandlat den och sedan för det allmänna genomsnittet.

²⁵ Enligt "bildspelet" "Energianvändningens klimatpåverkan. Energimyndigheten, Tobias Persson" ger svensk medel 15-25 gCO₂/kWh, nordisk 75-100 g och EU-snittet omkring 400 g. Se även "Koldioxidvärdering av energianvändning. Vad kan du göra för klimatet? Underlagsrapport. Statens energimyndighet, Eskilstuna, september 2008".

²⁶ Persson, T., Koldioxidvärdering av energianvändning, Energimyndigheten, 2008.

	MILJÖSTYRNINGSRÅDET	DATUM	2011-01-18	SIDOR	30 (30)
	VÄGLEDNING	INOMHUSBELYSNING			

BILAGA III: KVICKSILVER OCH LJUSKÄLLOR

Kvicksilvrets miljö- och hälsoegenskaper

Kvicksilver är ett av de allra farligaste miljögifterna och utgör ett hot både mot miljön och mot människors hälsa. Det är en lättflyktig metall som kan spridas över långa avstånd i atmosfären. Kvicksilver kan inte brytas ned utan ansamlas i mark, vatten och levande organismer. Kvicksilver och dess föreningar har framförallt negativa effekter på nervsystemet och dess utveckling, samt på hjärt-kärlsystemet, immunsystemet, fortplantningssystemet samt njurarna. Störningarna av nervsystemets utveckling och giftigheten för det centrala nervsystemet är de känsligaste och mest väldokumenterade effekterna. Den största källan till kvicksilverutsläpp till luft globalt är förbränning av kol²⁷.

Kvicksilvrets nytta kontra risk

Både i urladdningsljuskällor (exempelvis keramiska metallhalogenljuskällor) och i lysrör/kompaktlysror samt lågenergilampor används kvicksilver för att uppnå ljusalstring. Energieffektiva ljuskällor med ett högt ljusutbyte kräver en viss mängd kvicksilver. I framtiden kan utveckling av nya alternativ ske. LED-lampor innehåller inte kvicksilver.

Om ljuskällor från inomhusbelysning inte får en professionellt omhändertagande, finns risk för att kvicksilvret exponeras ute i naturen.

²⁷ Information från Kemikalieinspektionen, www.kemi.se, 2009-02-02.