

VÅRA VANLIGASTE LJUSKÄLLOR

Kompendium 2014 med faktatabeller



Det elektriska ljuset – en översikt

GLÖDLJUS

Ljuset alstras genom upphettning av en glödtråd

GLÖDLAMPOR

Endast speciallampor återstår efter utfasning

HALOGENLAMPOR

12 V och 230 V

URLADDNINGSLJUS

Ljus alstras genom en urladdningsprocess över elektroder, vanligen i gas eller metallånga. I lysrör alstras det syngrundande ljuset med hjälp av ett lyspulver (fluorescens).

LÅGTRYCKSLAMPOR

Lysrör
Kompaktlysör
Lysrörlampor
Kviksilverlampor

HÖGTRYCKSLAMPOR HID

Metallhalogenlampor
Högtrycksnatriumlampor

ELEKTROLUMINISCENSLJUS

SSL = Solid-state lighting. Monokromatiskt ljus alstras i en halvledare som stimuleras att lysa i en avgränsad färg. Vitt ljus till allmänbelysning uppstår vanligtvis genom tillsats av lyspulver.

LYSDIODER LED

LED-lampor
LED-moduler
LED-lysör

ORGANISKA LYSDIODER OLED

OLED-paneler

INDUKTIONSLJUS

Förekommer sparsamt.

PLASMALJUS

Förekommer sparsamt.

Ljuset skapar allt vi ser

Belysningen formar rummen omkring oss. Inomhus och utomhus. Med stor hjälp av skuggor och färger upplever vi en omvärld som påverkar vårt liv och våra psyken. Ljus och färg attraherar ögat och seendet förbättras när fullvärdigt ljus återger färger på ett för oss naturligt sätt. 80 procent av all information vi får passerar våra ögon.

Länge har vi fått leva med försämrad återgivning av belysta färger. Teknik och energihushållning har prioriterats på bekostnad av belysningskvalitet. Vi får vara glada att inte övriga sinnen som hörsel, lukt och smak påverkats på liknande sätt.

Idag ser det ljusare ut. Vi spar allt mer på elektriciteten samtidigt som ny belysningsteknik går mot en avsevärd kvalitetshöjning. Vi vet att belysning har större betydelse för människor än man tidigare trott, inte enbart för seendets skull utan för hur vi mår, för aktivitet, sömn, vila och inte minst för våra upplevelser.

Välkommen till Annells kompendium om ljuskällor, det tionde i ordningen. Många är de eldsjälar som under åren medverkat på dessa sidor med kunskaper och erfarenheter. Annells motto sedan generationer är kompetens och engagemang. Vi hoppas det speglas i innehållet.



Leif Berggren, rådgivande ljusspecialist och medförfattare, och Staffan Annell, belysningsansvarig partner i Annell Ljus+Form AB

2. Om innehållet

”Våra vanligaste ljuskällor” är det tionde kompendiet i ordningen sedan 1990. Innehållet är en ovanligt utvecklad faktaredovisning av aktuella ljuskällor på den svenska marknaden inom professionell och offentlig miljö. Samtidigt ges en kunskapsöversikt över grundläggande belysnings-teknik och ljuslära som bakgrund till nya fakta och redovisningsregler.

Vårt urval ljuskällor begränsar sig till de två fabriker som är störst på marknaden, nämligen Osram och Philips. Det underlättar ett förtroende för den obligatoriska CE-märkningens riktighet, att ljuskällorna uppfyller gällande standarder och säkerhetskrav.

Kompendiets faktatabeller är inhäftade som en separat trycksak. De ger en unik och lätt-överskådlig översikt av de breda produktprogrammen. En sådan översikt hittar du bara här hos Annell och i uppdaterad pdf på www.annell.se.

För LED, ljusemitterande dioder, behandlar kompendiet endast de två kategorierna LED-lampor och LED-lysrör som är individuella ljuskällor. LED-lampor är kompletta lampor med standardsockel och integrerat driftdon. De kan med fördel ersätta glödlampor, halogenlampor och lysrörslampor. LED-lysrören kan ersätta traditionella raka lysrör.

Den tredje kategorin, LED-moduler, behandlas inte i kompendiet. En modul med lysdioder betraktar vi som en armaturkomponent, integrerad i LED-armaturer. En armaturs konstruktion och drift har liksom driftdonen så stark påverkan på dioderna att deras individuella prestanda är intressant endast för armaturproducenten. Driftdonen är antingen inbyggda i armaturen eller bifogas armaturen för separat montage. Prestanda för belysnings-planering och underhåll ska därför alltid redovisas för den kompletta LED-armaturen. Standarder för mätning och redovisning finner du i ”Ljusmallen” som utges av Belysnings-branschen.

LED-belysning har kommit till oss för att stanna. Utveckling sker hela tiden och påverkar både armaturernas utveckling och våra ljusmiljöer. Professionella prognoser är optimistiska och tyder på att mer än 70% av all nyinstallerad belysning år 2020 kommer att utgöras av LED-belysning.



”Ljuset är tillvarons positiva princip, mörkret den negativa. I samspelet mellan de bägge uppstår inte bara vår belysning utan en hel värld.”

Johann Wolfgang von Goethe 1749-1832, filosof, forskare och författare med djupa insikter i människans upplevelser av ljus och färg



Foto: Pierre Liard

Boland City, Uppsala

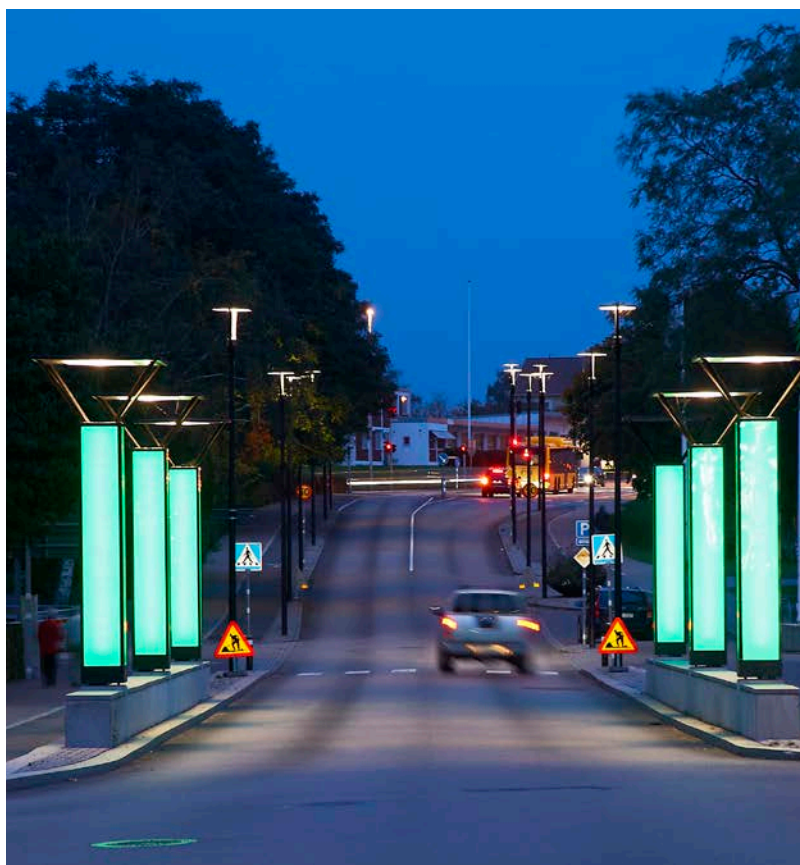
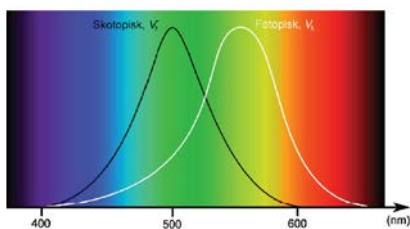
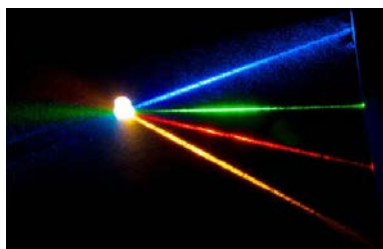


Foto: Mats Roslund

Tegelbruksbron, Ängelholm

INNEHÅLLSÖVERSIKT

Inledning	sid
1. Förord	3
2. Om innehållet	4
3. Innehållsförteckning	5
4. Ögat och synen	6
5. Ljus, hälsa och välbefinnande	8
6. Att välja rätt ljuskälla	10
7. Belysning och miljön	12
8. Ekodesign, miljölagstiftning, energimärkning, elavfall	13
Belysningens grundbegrepp	
9. Effekt	17
10. Ljusflöde	17
11. Ljusutbyte (effektivitet)	18
12. Belysningsstyrka	18
13. Ljusstyrka	18
14. Luminans och ljushet	19
15. Spektralfördelning	19
16. Färgåtergivning	20
17. Färgtemperatur, ljusfärg, färgstabilitet, färgtolerans	22
18. Spridningsvinklar	24
19. Ljusfärgväxling	25
20. Ljusreglering	26
21. UV-strålning och blekning	27
22. Flimmer	28
23. Livslängder	29
24. Underhåll och service	30
25. Ljuskällors kostnadsbild	31
Ljuskällor	
26. Glödlampor	32
27. Halogenlampor	33
28. Raka lysrör och cirkellysrör	35
29. LED-lysrör	37
30. Kompaktylsrör	38
31. Lysrörlampor (lågenergilysrör)	39
32. LED-lampor	40
33. Metallhalogenlampor Compact HID	42
34. Högtrycksnatriumlampor Compact HID	44
35. Metallhalogenlampor HID	45
36. Högtrycksnatriumlampor HID	46
37. Kvikksilverlampor	47
38. Induktionslampor	48
39. Plasmalampor LEP	49
Tabellbilaga	sid
T1. Tabellinledning	2
T2. Faktatabeller	3-18
T3. Fotnoter	18
T4. Om kortbeteckningar	19



Ögats känslighetsfunktion i skotopiska (mörker) V_{λ} ; respektive fotopiska (dagsljus), V_{λ} förhållanden. Kurvorna i figuren är normerade.

”Ljuset skall återge hela vår tillvaro och mångfalden ljuskällor är ljusplanerarens verktyg. En ljuskälla skall ge optimalt ljus och vara ekologiskt hållbar. Ljuset skall återge hela färgspektrumet på ett naturligt sätt i en varierad och dynamisk ljussättning.”

Anders Liljefors, arkitekt SAR,
professor emeritus



No Picnic

Foto: Åke Eson Lindeman

4. Ögat och synen

Ögonen tar emot den synstrålning som förmedlar bilder och intryck och som också styr vår biologiska dygns- och årsrytm. Synsinnet är vår förmåga att uppfatta ljus. Det registrerar och hanterar mer än 80% av all information vi får från och om vår omvärld.

Energistrålningen från en ljuskälla består av osynliga fotoner. Strömmar av fotoner stimulerar synsinnet som via synnerv och omkopplingsstationer i mellanjärnan förmedlar informationen via nervsignaler till hjärnans syncentrum för analys och tolkning av det vi ser. I ögat finns två typer av ljuskänsliga receptorer för seendet, tappar och stavar. Totalt har vi omkring 130 miljoner receptorer varav cirka 7 miljoner är tappar.

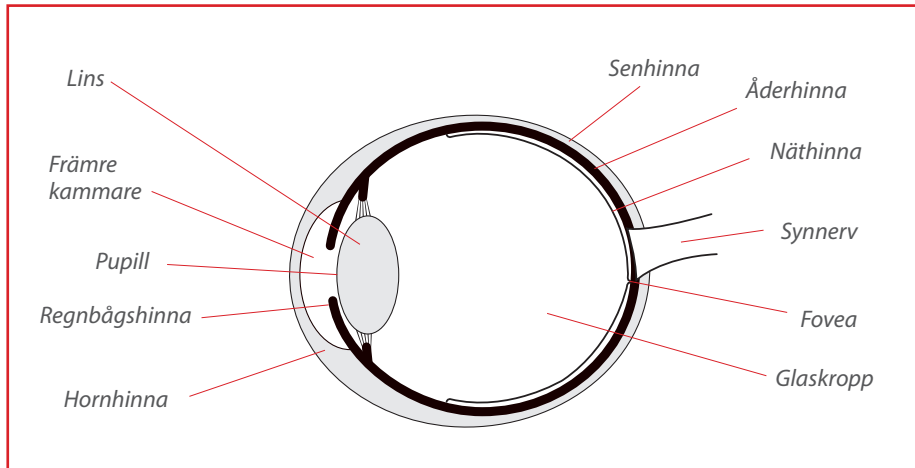
Ögats tappar svarar för dagseendet, det fotopiska seendet, som hanterar det centrala seendet och färgseendet. Fotopiska seendet har sitt känslighetsmaximum vid våglängden 555 nanometer (nm) och är fullt aktiverat vid luminanser överstigande cirka 3 candela per kvadratmeter (cd/m^2).

Ögats stavar är mer ljuskänsliga och ger oss nattseendet, det skotopiska seendet, som hanterar främst det perifera seendet men som inte uppfattar färger och detaljer. Skotopiska seendet har sitt känslighetsmaximum vid våglängden 505 nanometer (nm) och är ensamt aktivt vid luminanser understigande cirka 0,01 cd/m^2 .

Vad är mesopiska seendet?

I övergångszonen mellan dag- och nattseende har vi det mesopiska seendet, som aktiveras vid skymningsliknande tillstånd, ett komplext synstadium som omfattas av såväl adaptions-tider som centralt och perifert seende, ålder, kön samt ljusets spektrala kvaliteter. Främst inom gatu- och vägbelysning har det på senare år debatterats om hur man kan utnyttja mesopiskt seende för att spara energi genom att sänka belysningsnivåerna. Argumentationen är oftast att utomhusbelysning lyser på natten då man kan dimensionera ljuset för ögats

Ögats anatomi



nattseende. En omräkning av ljuskällornas ljusflöden till nattlumen (skotopiskt ljusflöde) används sedan i belysningsberäkningarna.

Mer forskning behövs på området och vi får vänta med teorierna om det mesopiska seendet tills beräkningsmetoder, belysningsrekommendationer och riktlinjer har anpassats. CIE har kommit en god bit på väg genom rapporten CIE 191:2010, Recommended system for mesopic photometry based on visual performance. Implementering i aktuella standarder återstår.

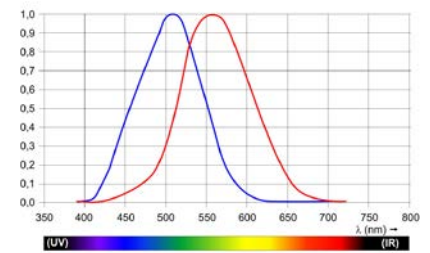
År 2002 fann ett amerikanskt forskarteam en tredje, icke-visuell receptor som inte har med synen att göra utan styr flera av våra biologiska processer och synkroniserar vår dygnsrytm. Mer om detta i avsnittet *Ljus och välbefinnande*.

Belysning på arbetsplatsen

Något att ta hänsyn till vid belysningsplanering, och som också stöds av gällande belysningsstandard, är att ljusbehovet ökar väsentligt med stigande ålder. Inom arbetsmiljö rekommenderas dubbel belysningsstyrka för en 50-åring jämfört med tjugooåringen och det tredubbla för en sextioåring.

Synergonomi är den vetenskap som behandlar trivsel, hälsa och arbetsförmåga genom optimering av våra synförutsättningar. Arbetsplatsens belysning påverkar synuppgifterna genom främst ljusmängd, ljusfördelning, kontraster och färgåtergivning. Den påverkar också vårt allmänna välbefinnande med vakenhet och aktivitet.

En viktig arbetsmiljöfråga är bländning från fönster, ljuskällor och armaturer som både direkt och indirekt kan upplevas synförsvärande och till och med synförstörande. Även här är stigande ålder en faktor att ta med i beräkningen. Känsligheten för direkt och indirekt bländning, inte minst i det perifera synfältet, tilltar med åren.



Spektral fördelning för ögats relativa känslighet, vid dagseende 555 nm och nattseende 507 nm. Mellan dessa ligger skymningsseende

”Fullgod syn kräver fullgod belysning...”

Docent, med.dr Per Nylén, Arbetsmiljöverket

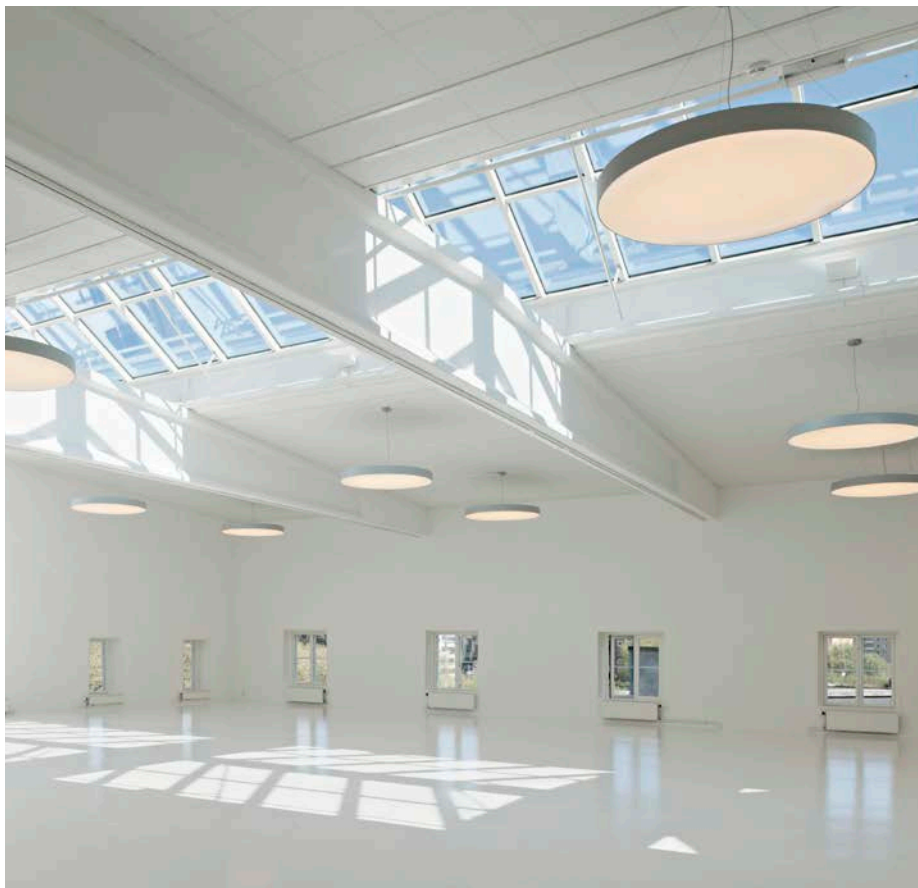


Foto: Åke Eison Lindeman

Färgfabriken

5. Ljus, hälsa och välbefinnande

Ljuset påverkar oss psykiskt och fysiskt, våra upplevelser och känslor, vårt humör och välbefinnande. Det hjälper och styr kroppens biologiska processer och synkroniserar dem med dygnsrytm och omgivning. Omfattande internationell forskning bekräftar dags- och elljusets stora betydelse för en stabil biologisk rytm med bl.a. aktivering, vakenhet, avkoppling, vila och sömn.

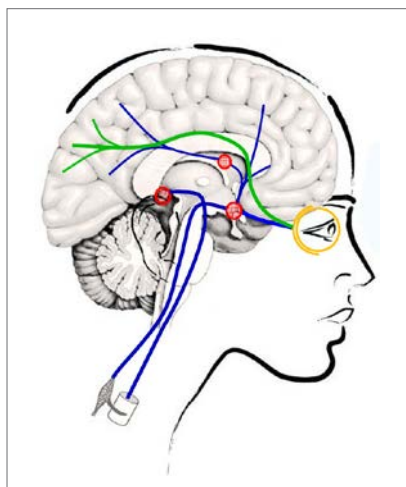
Ljus är syngrundande, elektromagnetisk energistrålning i form av fotonströmmar. Men utöver seendet har ljuset också en viktig kronobiologisk inverkan. Så sent som 2002 upptäckte amerikanska forskare en tidigare okänd sinnescell, ”den tredje receptorn”, som styr vår cirkadianska rytm, bl.a. hjärnans produktion av sömn- och stresshormoner, melatonin och kortisol, under dygnet och året.

Samspelet mellan ljuset och dessa icke-visuella effekter sker via SCN som är den ”suprakiasmatiske hypotalamusjärnan” vars uppgift är att som huvudklocka koordinera kroppens många mindre klockor, som bland annat reglerar ämnesomsättningen.

Icke-visuell påverkan

Vi urbana människor tillbringar upp till 90% av vår vakna tid inomhus. Störningar i den cirkadianska rytmen kan orsaka en rad besvär, såväl väldokumenterade som SAD (årstidsrelaterad depression), som mer diffusa sömn- och ätstörningar och koncentrationssvårigheter. Det är därför mycket viktigt att de kunskaper som nu finns kring ljusets icke-visuella påverkan verkligen får ge ett insiktsfullt avtryck i ljusplaneringen av våra inomhusmiljöer.

Ögats tredje receptor med sina biologiska effekter har sin maximala känslighet vid omkring 450 nanometer (nm) i spektrats blå våglängd.



Två kända ljuskänsliga receptorer för seendet kompletterats av en den nyupptäckta ”tredje receptorn” med icke-visuella biologiska och psykologiska funktioner. Källa: Celma

Ljuskällor i kallvita ljusfärger > 5300 kelvin (K) anses ha en tydlig ickevisuell inverkan. Därför finns det kallvita lysrör i färgtemperatur ända upp till 17 000 K. Ett något lägre ljusutbyte får kompenseras av stimulerade biologiska effekter.

En högaktuell ljuskälla som LED har i många utföranden en hög andel blåenergi inom det stimulerande våglängsområdet, som man förmodar är aktiverande, främjar vakenhet och förskjuter eller försenar tillstånd av vila och sömn.

Ljus som behandling

Ljusterapi för patienter med årstidsbunden depression (*SAD*) – *seasonal affective disorder* – har skett under lång tid med positiva resultat. Vi betonar att människor med diagnosen SAD ska behandlas inom sjukvården. Vardaglig ljusplanering bör begränsa sig till att i förebyggande syfte förbättra förhållanden och välbefinnande för friska människor.

För personer med Alzheimers sjukdom och liknande sjukdomstillstånd visar sig ljusbehandling ha positiv inverkan. Vid förändrad dygnsrytm kan patientens ljusförhållanden medverka till en helt eller delvis normal dygnsrytm med en välmående patient som också är positivt för omgivningen.

I många länder införs normer och riktlinjer för en ljusplanering som ansvarsfullt tar hänsyn till ljusets icke-visuella effekter. Ett av de första exemplen är Tyskland vars DIN-norm 67600 ger omfattande information, råd och stöd till beställare och ljusplanerare.

**“Vardaglig ljusplanering
bör begränsa sig till att i
förebyggande syfte förbättra
förhållanden och välbefinnande
för friska människor”**



Annons från 1922. Källa: Osram

Glöm watt – börja prata lumen.

GLÖDLAMPA	HALOGEN	LÄGENERGI	LED
15 W	119 lm	125 lm	136 lm
25 W	217 lm	229 lm	249 lm
40 W	410 lm	432 lm	470 lm
60 W	702 lm	741 lm	806 lm
75 W	920 lm	970 lm	1055 lm
100 W	1326 lm	1398 lm	1521 lm
150 W	2137 lm	2253 lm	2452 lm
200 W	3009 lm	3172 lm	3452 lm



Foto: Tema Arkitekter & Inredning

SPP Huvudkontor

”Ljuset skall återge hela vår tillvaro och mångfalden ljuskällor är ljusplanerarens verktyg. En ljuskälla skall ge optimalt ljus och vara ekologiskt hållbar. Ljuset skall vara neutralt vitt med god återgivning av hela färgspektrumet för en varierad och dynamisk ljussättning.”

Jan Ejhed, arkitekt MSA, ljusdesigner PLDA, professor vid Ljuslaboratoriet, KTH STH i Handen



Foto: Jason Strong Photography

Microsoft, Stockholm

6. Att välja rätt ljuskälla

Att välja rätt ljuskälla har stor betydelse för om en ljusmiljö blir bra eller dålig. Ljuskällor som ser likadana ut kan ha mycket olika egenskaper. En förutsättning för valet är kunskaper om olika ljuskällor och deras egenskaper i olika situationer. Visuella, tekniska och driftekniska egenskaper för ljuskällor redovisas här i kompendiet.

Man måste vara noga i valet av ljuskälla till sin armatur. En armatur är i regel konstruerad och utförd för en specifik typ av ljuskälla. Armaturens egenskaper och ljus tekniska prestanda förutsätter just den ljuskällans egenskaper. Man utgår ifrån att en ljuskälla skall fungera optimalt i den aktuella armaturen. Annars påverkas såväl ljusmiljön som belysningens livslängd och elsäkerhet. Ibland är valet självklart men ofta måste man själv göra ett aktivt val bland ljuskällors funktion och specifika egenskaper som ljusfärg, färgåtergivning, spridningsvinkel, sockel och effekt.

Man kan inte alltid prioritera en och samma egenskap hos ljuskällan. I sådana fall där man vill skapa speciella ljuseffekter kan ljuskällans egna optiska och dekorativa egenskaper vara avgörande.

När man klarat av valet av ljuskällans mest väsentliga kvalitetsegenskaper, t. ex. utmärkt färgåtergivning, då bör man i nästa steg prioritera ljusutbytet med flest lumen per watt (lm/W) för att minimera negativ miljöpåverkan. För inomhusanläggningar och frekventerade utomhusmiljöer är ljuskällors ljusfärg och färgåtergivningsförmåga av stor vikt även om effektivitet, drift- och underhållsfaktorer måste vägas in.

I vägbelysnings sammanhang är det ofta mest optimala drift- och underhållskostnader som prioriteras. Här accepteras vanligtvis en något reducerad ljus kvalitet och det blir ljusutbytet (lm/W) och tekniska driftegenskaper som blir det mest väsentliga.

Ljuskällors egenskaper

Ljuskällor har skilda elektriska och mekaniska egenskaper. Man väljer mellan lamptyp, ljusfärg eller färgtemperatur, färgåtergivning, sockel, effekt (watt, W) och spänning (volt, V) samt optimala driftdon. Spridningsvinkel specificeras när det handlar om reflektorlampor som alltid ger ett riktat ljus inom 120 grader. Man skiljer på smal-, medium- eller bredstrålände ljusfördelning. I en ljuskälla omvandlas den elektriska energin till elektro-

magnetisk strålning som består av osynliga fotoner. Den del av strålningen, synstrålningen, som alstras inom våglängdsområdet 380–780 nanometer (nm) är den som vi kan se. Från ögat sänds signaler till hjärnans syncentrum. Genom ett komplext system uppstår bilder av det vi ser och uppfattar. Vissa signaler går till tallkottkörteln som styr vår hormonproduktion.

Dagsljuset liksom glödlampor och halogenlampor är temperaturstrålare med en kontinuerlig spektralfördelning, d.v.s. alla våglängder och färger inom området är representerade. Färgåtergivningsförmågan är 100% (Ra100). Den gamla glödlampan var populär men oekonomisk. Se mer i avsnittet om glödlampor om vilka ersättningslampor som finns.

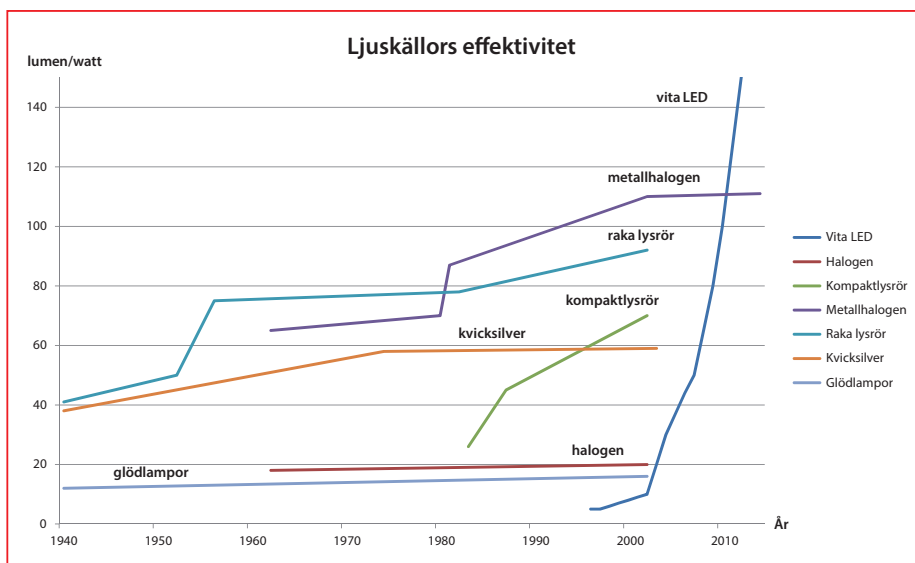
I lysrör är det ett lyspulver, i metallhalogenlampor och högtrycksnatriumlampor en blandning av ämnen i urladdningens brännkammare, som ger synstrålningens spektralfördelning som här är diskontinuerlig, d.v.s. inte alla våglängder och färger är representerade. Här är det som ljusets karaktär och kvalitet bestäms. Det finns ljuskvaliteter med utmärkt och naturlig färgåtergivning (index >Ra90) och det finns lägre ljuskvalitet med färgåtergivningsindex Ra>80.

Inom LED-ljuset med lysdioder, LED-lampor och LED-armaturer alstras ljuset i ett mycket smalt våglängdsband, t.ex. blått, som sedan kombineras med ett lyspulver av högre eller lägre kvalitet för att få vit ljusfärg i någon av flera vita nyanser, från varma till kalla ljusfärger. Lysdiodernas ljus är av varierande kvalitet, främst beroende på drifttonen och den kompletta LED-armaturens konstruktion, utförande och driftförhållanden.

Vi befinner oss mitt i ett omfattande, globalt tekniksifte med LED i centrum. Vissa typer av kvalitetsdioder uppvisar redan utmärkta egenskaper i linje med de allra bästa av traditionella ljuskällor. Man skiljer på dels LED-lampor som ersätter glödlampor, halogenlampor och lysrörlampor, dels LED-armaturer med integrerade lysdioder i form av lysdiodsgrupper, s.k. LED-moduler.

En ljuskällas inköpspris är en mycket liten del av dess sammanlagda kostnader i form av el och underhåll. Det är klokt att först och främst välja lampa efter ljuskvalitet, ljusutbyte och livslängd. Då uppnår man vanligtvis också lägsta livscykelkostnad och miljöpåverkan.

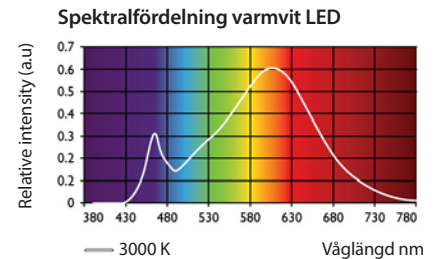
Det gäller att väga samman ljusets kvalitet, främst beroende på strålningens spektrala karaktär, med teknisk kvalitet och driftekonomiska faktorer. Sambanden är inte alltid enkla och kvalificerade beslut kräver kunskap om en ljuskällas prestanda.



Källa: Department of Energy, USA

”En effektiv ljuskälla har inte bara hög verkningsgrad. Den måste också producera fotonströmmar med den spektralfördelning som ger optimalt utbyte för människans visuella och fysiologiska processer.”

Anders Liljefors, arkitekt SAR, professor emeritus





”Belysningens påverkan på miljön sker till mer än 90% via elanvändning och mindre än 10% via produktion, återvinning och destruktion”

7. Belysning och miljön

Elljusets påverkan på vår miljö måste reduceras. Det handlar om att så skonsamt och effektivt som möjligt återvinna och förädla de material och ämnen som en ljuskälla och armatur består av och framförallt att begränsa en belysningsanläggnings elanvändning.

Vi måste alla medverka till att bromsa den globala uppvärmningen genom ett optimalt resursutnyttjande och därmed minska utsläppen av växthusgaser som koldioxid (CO₂). Belysningens miljöpåverkan sker till mer än 90% via elanvändning och mindre än 10% inom produktion, återvinning och destruktion.

Det är mycket lönsamt att investera i ny, energieffektiv belysning. Det är ett enkelt sätt att göra en insats för miljön och samtidigt spara pengar genom att byta äldre belysning till ny. Offentlig statistik visar att vi på det sättet skulle spara 6 TWh per år i Sverige, motsvarande den mängd energi som alla våra vindkraftverk producerar på ett år.

I Sverige har Miljöstyrningsrådet publicerat skärpta miljökrav att följas vid offentlig upphandling av inom- och utomhusbelysning. Kraven gör det möjligt att upphandla belysning som är upp till 80% mer energieffektiv än sådan belysning som inte har bytts ut under de senaste 25 åren.

Teknik och miljökrav

Med dagens teknik är det också enkelt att begränsa inomhusbelysningens energianvändning. Genom att använda styrsystem som länkar inomhusbelysningens ljusnivå och drifttid till dagsljusförhållanden och aktivitet. För utomhusanläggningar finns också motsvarande system för att anpassa ljusnivåer till aktuella förhållanden.

Inom skola, vård-, kontors- och idrottslokaler står belysningen för ca 25 procent av energianvändningen och gatubelysning är kommunernas näst största utgiftspost där var fjärde krona av drift- och underhållsbudgeten går till att lysa upp vägar. Sverige har högst antal installerade utomhusarmaturer per capita i världen med över två miljoner ljuspunkter.

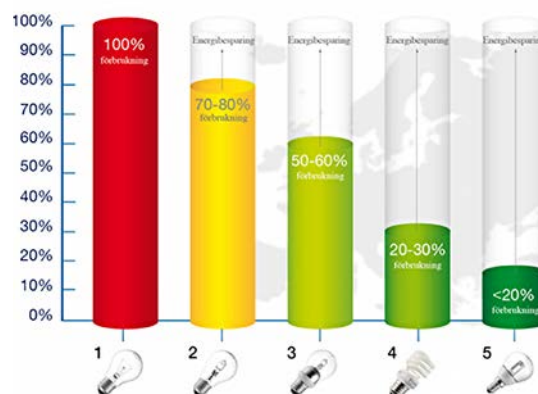
De viktiga miljökraven för inom- och utomhusbelysning finns tillgängliga på Miljöstyrningsrådets hemsida. På Energimyndighetens hemsida finns ytterligare mallar och kalkylmodeller som stöd för en miljömedveten belysningsplanering och upphandling.

Utöver energikraven finns det även andra belysningsrelaterade miljökrav som är viktiga, t. ex. kemikaliekrav för att uppnå en giftfri miljö.

Utöver belysning fick ett stort antal produktområden skärpta miljökrav vid årsskiftet 2012/13. Det gällde dokumenthanteringsprodukter, datorer, AV, nätverk, möbler, godstransporter och drivmedel.

Energibesparing kontra energiförbrukning

1. Vanliga glödlampor
2. Halogenglödlampor energiklass C (fyllda med xenongas)
3. Halogenglödlampor energiklass B (med infraröd beläggning)
4. Lysrörslampor
5. Lysdioder (LED)



8. Ekodesign och miljölagstiftning, energimärkning och elavfall

Belysningsprodukter omfattas av ett flertal EU-direktiv på miljöområdet. Genom lagstiftning vill man effektivisera energianvändningen och minska eller eliminera användningen av farliga ämnen för att säkra ett effektivt omhändertagande av uttjänade produkter. För CE-märkning av produkter krävs idag att aktuella krav är uppfyllda och väl dokumenterade.

Ekodesigndirektivet

För att försäkra sig om att produkter är energieffektiva har EU infört en lag om Ekodesign. Till den lagen kopplas ett antal förordningar med minimikrav på energieffektiviteten hos olika produktgrupper. För att energibesparingen inom belysning inte ska ske på bekostnad av ljuskvalitet ställer man även kvalitetskrav. Det slutliga målet är krav på samtliga elprodukter. Hösten 2013 finns det tre förordningar kopplade till belysning:

1. Hembelysning / rundstrålande lampor. Förordning 244/2009

Förordningen omfattar rundstrålande (ej reflektorlampor) ljuskällor som inte berörs av förordningen "Väg- och kontorsbelysning".

- *Fas 1/september 2009:* Förbud mot alla matta glödlampor samt klara 100 watts glödlampor
- *Fas 2/september 2010:* Förbud mot klara 75 watts glödlampor
- *Fas 3/september 2011:* Förbud mot klara 60 watts glödlampor
- *Fas 4/september 2012:* Förbud mot klara 40, 25 och 15 watts glödlampor.
I och med fas 4 återstår bara specialglödlampor och lampor med ljusflöden < 60 lumen på marknaden. Exempel på specialglödlampor är ugn-, kylskåps- och symaskinslampor samt skakstarka lampor. Långlivs- och dekorationslampor betraktas däremot inte som speciallampor och omfattas därför av förordningen.
- *Fas 5/september 2013:* Skärpta funktionskrav för lågenergilampor och funktionskrav för LED-lampor
- *Fas 6/september 2016:* Skärpta energieffektivitetskrav på halogenlampor.
Kraven riskerar att bli så höga att samtliga halogenlampor som omfattas av förordningen fasas ut från marknaden. Förordningen kommer därför att revideras innan dess och risken kommer att beaktas.

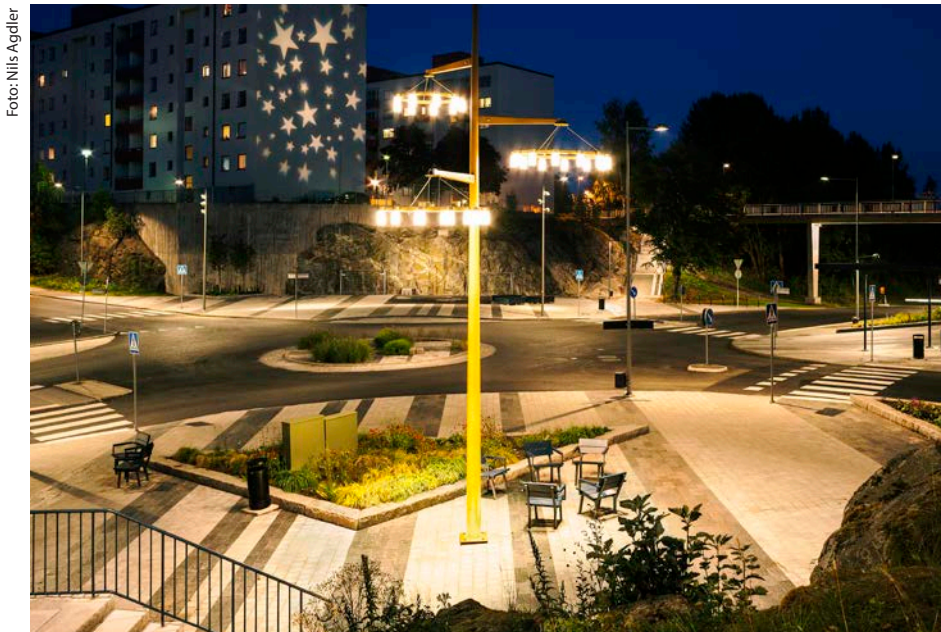


Foto: Nils Agdler

Visättra torg i Huddinge

Lagstiftning om ekodesign – tre faser av genomförande:

1. Hembelysning

2. Väg- och kontorsbelysning

3. LED- och reflektorlampor

2. Väg- och kontorsbelysning - Förordning 245/2009

Förordningen för gatu- och kontorsbelysning innehåller bland annat krav som från april 2010 fasat ut enkelfärgslysrör och de sämsta elektromagnetiska driftdonen för lysrör från marknaden. Utfasningen av den gamla kvicksilverlampan i april 2015 är något som påverkar den svenska marknaden.

- *Fas 1/april 2010:*

Enkelfärgslysrör T26/T8 samt T16/T5- och T26/T8-lysrör med Ra < 80 förbjuds.
Energy Efficiency Index, EEI = minst B2 för driftdon för existerande lysrör.
Standby-effekt max 1 watt för driftdon för lysrör.

- *Fas 2/april 2012:*

Enkelfärgslysrör T10 och T12 förbjuds.
Ineffektiva metallhalogenlampor med E27, E40 och PGZ12 socklar förbjuds.
Märkningskrav för HID* – don med EEI (Energy Efficiency Index).
Standby-effekt max 0,5 watt för driftdon för lysrör.

* HID = High Intensive Discharge (högintensiva urladdningslampor, typ metallhalogen och högtrycksnatrium)

- *Fas 3/april 2015:*

Kvicksilverlampor fasas ut. Befintlig kvicksilverbelysning tillåten även efter detta datum.
Högtrycksnatriumlampor (retrofit) som ersättare för kvicksilverlampor förbjuds.

- *Fas 4/april 2017:*

Skärpta energieffektivitetskrav på metallhalogenlampor.
Driftdon för 2-stifts kompaktlysrör förbjuds.
Kompaktlysrör 2-stifts fasas ut.
Uppfyller ej kravet att alla ljuskällor ska fungera tillsammans med elektroniska driftdon vilket här ej är möjligt p.g.a. integrerad glimtändare.
Endast EEI (Energy Efficiency Index) A1 BAT, A2 BAT, A2 tillåts för lysrör.
Skärpta EEI-krav (Energy Efficiency Index) för HID-don

3. LED- lampor och reflektorlampor - Förordning 1194/2012

Förordningen omfattar alla typer av reflektorlampor och de eventuella driftdon som behövs för att driva dem. Definitionen på en reflektorlampa i detta sammanhang är att den avger minst 80% av sitt ljusflöde inom vinkeln 120°.

- *Fas 1/september 2013:*

Effektivitetskrav för reflektorlampor. Utfasning påbörjas av vissa reflektorglöd lampor och sämre halogenreflektorlampor.
Funktionskrav för LED och övriga ljuskällor.
Parametrar: Lamplivslängd och ljusflödesbibehållning vid 6 000 timmar. Starttid till 95% ljusflöde. Antal tidiga bortfall. Färgåtergivning (Ra). Färgspridning (SDCM). För andra lampor än urladdningslampor HID ska märkning med ljusflöde (lumen, lm), färgtemperatur (kelvin, K) och spridningsvinkel finnas på lampan och komplett information finnas fritt tillgänglig på leverantörens hemsida.

- *Fas 2/september 2014:*

Skärpta effektivitetskrav för reflektorlampor. De sista reflektorglöd lamporna fasas ut. Utfasning av sämre halogen- och lågenergireflektorlampor.
Standby-effekt för driftdon < 1 watt.

- *Fas 3/september 2016:*

Energieffektivitetskraven skärps ytterligare.
Nya krav fasar ut alla halogenlampor för nätspänning.
Kraven ska endast tillämpas om kommissionen efter en detaljerad bedömning senast den 30 september 2015 kan fastställa att det finns prisvärda alternativ (LED) som funktionsmässig ersättning.
Standby effekt för driftdon < 0,5 watt.

Efter fas 3 återstår LED-reflektorlampor, HID-reflektorlampor och vissa reflektorhalogenlampor för lågvolt.



Energimärkning

Sedan september 2013 gäller en reviderad förordning för energimärkning. Den nya förordningen omfattar alla typer av ljuskällor, både för hushållsbruk och professionellt bruk inklusive reflektorlampor.

Det har också införts två nya energiklasser, A+ och A++, för att underlätta val av effektivaste ljuskälla inom varje produktkategori. I och med de nya klasserna försvinner de gamla klasserna F och G. Märkning enligt förordningen ska finnas på lampans förpackning och vara kompletterad med viktad årlig energiförbrukning uttryckt som kilowattimmar (kWh) per 1 000 timmar beräknad enligt förordningen.

Exempel på lampor i de olika energiklasserna från hösten 2013:

- A++** Klassen är för närvarande tom men kommer på sikt att omfatta de bästa LED-lamporna.
- A+** De bästa LED-lamporna, de bästa raka lysrören, lysrörlamporna och HID-lamporna*.
- A** Genomsnittliga LED-lampor och lysrörlampor samt lite sämre raka lysrör och HID-lampor.
- B** Sämre LED-lampor och lysrörlampor samt de bästa lågvoltshalogenlamporna med IRC- eller xenonteknik.
- C** Halogenlampor av xenontyp för nätspänning och genomsnittliga lågvoltshalogenlampor.
- D** De vanligaste lågvoltshalogenlamporna.
- E** Sämre lågvoltshalogenlampor och vissa bättre halogenlampor för nätspänning.

* HID = High Intensive Discharge (högtintensiva urladdningslampor, typ metallhalogen och högtrycknatrium)
Från och med 1 september 2014 energimärks även konsumentarmaturer. Definitionen av vad som är en konsumentarmatur är inte enkel men en tolkning är att försäljningskanalen styr. För konsumentarmaturer räcker det med att etiketten visas vid exponeringen i butik. Etiketten informerar bland annat om huruvida armaturen är försedd med integrerade LED-modul/er eller om den är försedd med lamphållare där användaren kan välja ljuskälla.



RoHS-direktivet

RoHS är ett EU-direktiv 2011/65/EU som syftar till att minska riskerna för människor och miljö. Det gäller att ersätta kvicksilver (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb), sexvärt krom (Cr6) och flamskyddsmedlen PBB och PBDE i elektrisk och elektronisk utrustning med mindre farliga alternativ eller alternativ teknik.

RoHS-direktivet begränsar innehållet av dessa ämnen i elektrisk och elektronisk utrustning. Det generella gränsvärdet är att inget homogent material i en elektrisk eller elektronisk produkt får innehålla mer än 0,1 viktprocent av definierade ämnen. Tillsynsmyndighet är Kemikalieinspektionen.

För ljuskällor finns undantag när det gäller användning av kvicksilver och gränsvärden finns angivna för olika produktkategorier. Några exempel ges nedan och en fullständig lista finns i Kemikalieinspektionens föreskrift KIFS 2008:2.

Fullfärglysör Ø 26 mm (T26/T8) – normal livslängd	3,5 mg
Fullfärglysör Ø 16 mm (T16/T5) – normal livslängd	3 mg
Fullfärglysör, lång livslängd > 25 000 timmar	5 mg
Kompaktlysör/lysörslampor ≤ 30 W	2,5 mg
Kompaktlysör/lysörslampor ≤ 30 W < 50 W	3,5 mg
Kompaktlysör/lysörslampor ≤ 50W < 150 W	5 mg

REACH

REACH är ett EU-direktiv, EG 1907/2006, som innebär en informationsplikt om vissa ämnen på en kandidatlista, SVHC, Substances of Very High Concern. I juli 2013 fanns på kandidatlistan 144 ämnen definierade men utökning sker kontinuerligt. REACH innebär inget förbud mot användning av ämnen på listan men om de finns i en produkt ska leverantören kunna uppge detta och också informera om förekomsten innebär krav på en speciell hantering. Tillsynsmyndighet för REACH är Kemikalieinspektionen.



Producentansvar för elavfall

Sedan år 2005 har vi ett producentansvar för elavfall i Sverige. Bland annat ska alla uttjänta ljuskällor samlas in och destrueras /återvinnas på ett miljöriktigt sätt. Syftet är dels att se till att inga farliga ämnen kommer ut i naturen dels att återanvända så mycket material som möjligt. Det är El-Kretsen som tillsammans med kommunerna organiserar insamling och återvinning. Finansiering sker i form av en miljöavgift för varje såld produkt. Insamlingsresultatet i Sverige är bland de bästa i Europa och insamlingsgraden ligger omkring 90%.



Foto: Jason Strong Photography

Skype

9. Effekt

Effekt i watt (W) är en fysikalisk storhet som anger använd energi (E) per tidsenhet. Elektrisk effekt (P) mäts i watt, en SI-enhet med symbolen W. En watt definieras som en joule per sekund. Enheten har fått sitt namn efter den skotske uppfinnaren James Watt.

För armaturer anges dels ljuskällans egen effekt, dels den sammanlagda effekt (systemeffekt) som en komplett armatur använder inklusive ljuskälla/or med erforderliga driftdon. Ett högre watt-tal innebär högre värmeutveckling och högre elkostnad.

Av miljöskäl är det viktigt att begränsa användningstiden för belysning genom att reducera antalet använda ”watt-timmar”. Enheten för använd elektrisk energi per tusen wattimmar är kilowattimme. Att utnyttja dagsljuset och att släcka elljuset när det inte behövs är lämpliga åtgärder. Det är effektivt att reglera belysningen efter behov, manuellt, sensorstyrt eller förprogrammerat.

10. Ljusflöde

Ljusflöde är måttet på hur mycket ljus en ljuskälla avger. Det anger summan av den ljusstrålning som en ljuskälla avger i alla riktningar och anges i enheten lumen (lm).

Den definieras som ”den sammanlagda utsända strålningseffekten inom det syngrundande våglängdsområdet 380 -780 nanometer (nm)”, vägt mot den av CIE* framtagna v-lambda-kurvan (v/λ) för ögonens känslighet (kurvan har ifrågasatts då den ”inte speglar dagens kunskap om seendet” men den används fortsatt inom belysningstekniken).

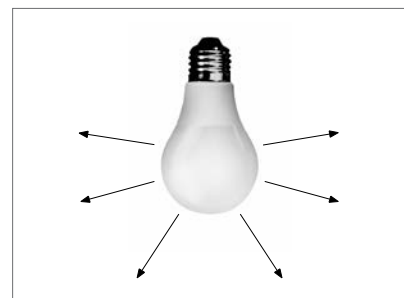
* Commission Internationale de l'Éclairage (Internationella belysningskommissionen)

Ljusflödesbibehållningsfaktor

med förkortning LLMF är den officiella svenska översättningen av ”Lamp Lumen Maintenance Factor” som är kvoten av ljusflödet från ljuskällan vid given tidpunkt och ursprungligt ljusflöde (nyvärdet). Begreppet kommer från Ekodesigndirektivet och ingår i de obligatoriska krav på produktredovisning som EU ställer på tillverkare av ljuskällor. En viktig skillnad från tidigare praxis är att LLMF informerar om lampans bibehållna ljusflöde vid en viss tidpunkt istället för dess ljusnedgång.



James Watt, 1737-1819

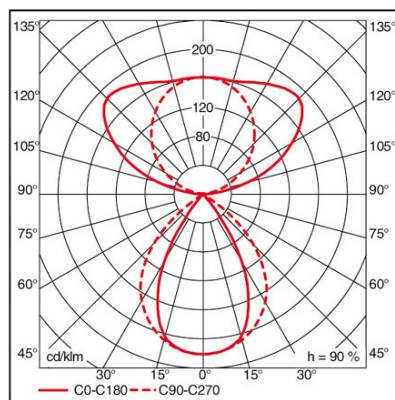
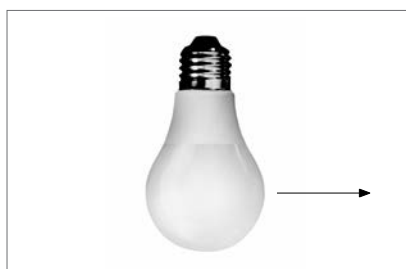
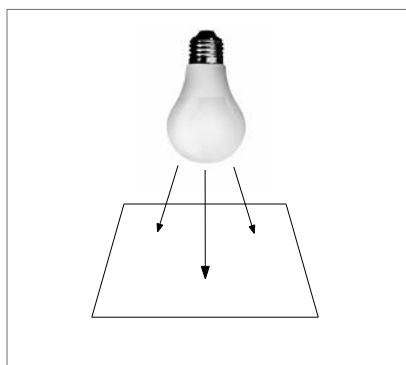


Vallentuna kulturhus

11. Ljusutbyte

Ljuskällors effektivitet kallas ljusutbyte och är kvoten av ljusflöde (lm) och effekt (W). Ljusutbyte redovisas i lumen per watt (lm/W). Även LED-armaturer med integrerade lysdioder redovisas med den kompletta armaturens ljusutbyte i drift med ljuskälla/or och driftdon inklusive de ljusförluster som armaturens optik och eventuella avskärmning medför.

I traditionella armaturer är det den enskilda ljuskällans värden och prestanda som redovisas utan hänsyn till armaturens energi- och ljusförluster. Nu finns ett absolut krav att tydliggöra om man avser enbart ljuskällan eller, vilket är mer relevant, den kompletta armaturen i avsedd funktion. Därför uppstår nya begrepp som lamplumen, diodlumen och armaturlumen. Numera är dessa nödvändiga för rättvisande jämförelser av olika armaturer. Begreppet ljusutbyte väger tungt vid bedömning och jämförelser av armaturens prestanda. Men det är ett kvantitetsbegrepp utan hänsyn till viktiga kvalitetsfaktorer som färgåtergivning, färgtemperatur, färgstabilitet och användbar livslängd.

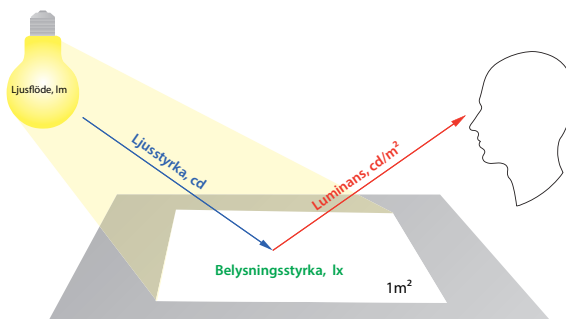


Ljuskurva som visar en armatur med både bredstrålade uppljus och smalstrålade nedljus. Den streckade linjen visar ljusfördelning sett från långsidan av den rektangulära armaturen.

12. Belysningsstyrka

Belysningsstyrka är måttet på hur mycket ljus (ljusflöde) som faller på en yta. Enheten är lux (lx). En lux är lika med en lumen per kvadratmeter (lm/m²).

Definition lyder: ”Kvoten mellan det ljusflöde som träffar ett ytelement och denna ytas storlek”. Belysningsstyrka är ett trubbigt kvantitetsbegrepp som är enkelt att mäta men som ofta överskattas inom ljusplanering. Det måste kompletteras med t.ex. luminans (se avsnitt 14) och fler andra kvalitetsparametrar för en god belysning



Teckning: Niclas Bernsell

Ljusflöde, lm – totalt ljus åt alla håll från ljuskällan

Ljusstyrka, cd – ljusets intensitet åt ett håll

Belysningsstyrka, lx – det ljusflöde som faller på varje kvadratmeter av en belyst yta

Luminans, cd/m² – ytans ljushet, ytans reflekterade ljus som når ögat

13. Ljusstyrka

Ljusstyrka kallas styrkan av den ljusstrålning som en ljuskälla eller armatur avger i en riktning. Riktningen definieras som rymdvinkel. Enheten är candela (cd) som redovisar hur mycket strålning som avges i en specifik vinkel. En candela (cd) är lika med en lumen (lm) per rymdvinkel.

Detta är viktig information om bl.a. reflektorlampor som ger ett riktat ljus. Det är också viktigt underlag för ljusplaneraren när olika armaturer jämförs för en tänkt belysningsuppgift, både inomhus och utomhus. Ljusstyrkan redovisas ofta i polärddiagram som kallas ljusfördelningskurvor eller helt enkelt ljuskurvor. Varje ljuskurva redovisar candela per tusen lumen (cd/klm) vilket underlättar jämförelser mellan olika armaturer och ljuskällor. Med kännedom om ljusstyrkan kan man enkelt beräkna belysningsstyrkan i en punkt eller på en yta. Med hjälp av en armaturens ljuskurva kan man se hur den fördelar ljuset i olika vinklar i rummet och över den belysta ytan vilket underlättar god ljusplanering.

14. Luminans och ljushet

Luminans har kallats "det studsande ljuset". Det är ett objektiva, fysikaliskt begrepp för hur ljus en yta är och avser en ytas ljusstyrka per ytenhet i en riktning.

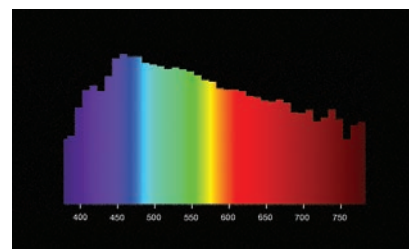
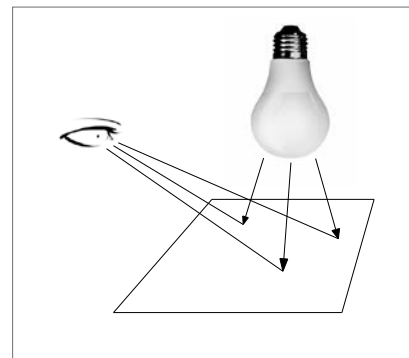
Beteckning för luminans är L och enheten är candela per kvadratmeter (cd/m^2). En strikt definition: "En lysande yta A (m^2) har en luminans L i riktningen a som är ett förhållande mellan ytans ljusstyrka I (cd) i riktningen a och ytans projektion på ett plan vinkelrätt mot den nämnda riktningen."

Luminans är en viktig faktor för belysning med visuell kvalitet och är enkelt att mäta. Vid ljusplanering eftersträvas normalt en ljusmiljö med harmonisk balans mellan ljus och skuggor, alltså lagom kontraster. En jämn belysningsnivå i rummet underlättar inte synuppgifter och försämrar upplevelsen av rumslighet. Inom arbetsmiljön rekommenderas en luminansfördelning i proportionerna 5:3:1 från arbetsytan ut mot omgivningen. Modern ljusforskning i klassrum och skolor antyder kommande rekommendationer om ökade luminanser på omgivningens vertikala ytor.

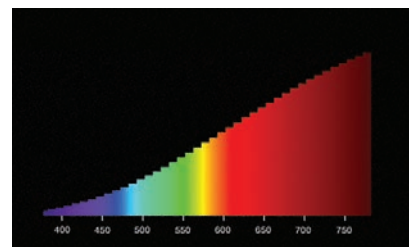
För starka kontraster tröttnar ögonen, försvårar synuppgifter och utgör alltid en bländningsrisk. Bländning anses allmänt synförsvärande och kan till och med vara synförsörande. Direkt och indirekt bländning från ljuskällor och armaturer är ett aktuellt problem i arbetsmiljöer. Både ljuskällor och armaturer har under senare år gradvis minskat i storlek samtidigt som effektiviteten har tilltagit med stegrade ljusflöden. Ljuskällor och armaturer bör därför väljas och placeras så att direktluminans begränsas liksom indirekta speglingar och reflexer inom synfältet.

Ljushet är en visuell egenskap och ett subjektivt begrepp för ett område inom synfältet. Det är inte lika enkelt att mäta då det är kopplat till de kontraster som vårt synsinne registrerar och som utgör grunden för vårt seende.

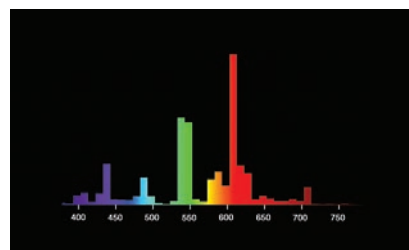
"En jämn belysningsnivå i rummet underlättar inte synuppgifter och försämrar upplevelsen av rumslighet."



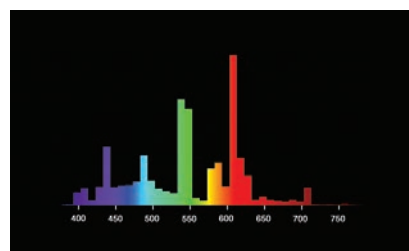
Dagsljus



Glödljus



Lysrör varmvit 830



Lysrör varmvit 930

15. Spektralfördelning

Elektromagnetisk energistrålning sker i ett spektrum indelat i våglängder. Dessa anges i nanometer (nm), från kortvågig strålning, som röntgen och ultraviolett ljus, till långvågig strålning, t.ex. infraröd och radiofrekvent strålning. Solstrålning omfattar området från 300 till 4000 nanometer (nm).

Ljusstrålning, egentligen syngrundande strålning alstras inom ett mycket begränsat, kortvågigt bandområde, 380–780 nm, i färger från violett och blått via grönt och gult till rött. Strålningen består av små och osynliga energikvanta, fotoner, som när de träffar ögat omvandlas till bioelektriska signaler.

Hög visuell kvalitet förutsätter egentligen att alla ljusets våglängder är representerade så jämnt som möjligt. Inom allmänbelysning med ljusqualität bör därför ljuskällor med ett kontinuerligt spektrum eftersträvas med en så jämn och effektiv spektralfördelning som möjligt över hela frekvensområdet, precis som hos dagsljus och glödljus.

Hög ljusqualität innebär att vi upplever en naturlig återgivning av färger än vad ljuskällor med ett "diskontinuerligt" spektrum vanligtvis presterar. Det nya LED-ljuset ser lovande ut. Nu kan man välja kvalitetsdioder med heltäckande spektralfördelning vilket medför högt färgåtergivningsindex ($R_a > 90$). Ljuset från övriga ljuskällor, lysrör, metallhalogen-, högtrycksnatrium- och kvicksilverlampor samt enklare lysdioder och LED-lampor, representerar ett diskontinuerligt spektrum där vissa färgnyanser saknas. Monokromatiska ljuskällor, t.ex. färgade lysdioder, alstrar sitt effektiva, enfärgade ljus inom en smal, avgränsad våglängd.



Foto: Robin Hayes

Ryska Posten

16. Färgåtergivning, Ra eller CRI

”Ra-index är måttet på i vilken grad den psykofysiska färgen hos ett objekt belyst av den testade ljuskällan överensstämmer med den hos samma objekt i referensljuskällans ljus med lämplig hänsyn tagen till den kromatiska adaptationen”.

CIE 1974

En ljuskällas färgåtergivning är mycket viktig för ljusets kvalitet. Att återge belysta färger på ett naturligt sätt borde vara en självklarhet. Glödlampor och halogenlampor är temperaturstrålare med ett kontinuerligt spektrum och har liksom dagsljuset per definition en ”perfekt” färgåtergivning. Övriga ljuskällor som lysrör, urladdningslampor och lågkvalitets-LED har ett diskontinuerligt spektrum med begränsad förmåga att återge färger naturligt.

För att redovisa ljuskällors färgåtergivningsförmåga används internationellt CIE:s Ra-index där en ljuskälla (temperaturstrålare) jämförs med en referensljuskälla i samma färgtemperatur. För övriga ljuskällor inom urladdnings- och luminiscensljus gör man istället en beräkning enligt fastställd formel.

Färgåtergivningsförmågan redovisas alltså i ett Ra-index (Rendering Average), på engelska även benämnt CRI (Colour Rendering Index). Naturlig färgåtergivning med högsta index 100 gäller för dagsljus liksom för glödljus från glödlampor och halogenlampor. Index 90-100 markerar mindre färgavvikelser, svåra att upptäcka. Dessa index väljs i miljöer där upplevelser av naturliga färger eftersträvas. För inomhusmiljöer där ”människor vistas” föreskrivs generellt ett minimivärde på Ra80. Utomhus används minimivärdet Ra70. Generellt gäller att avvikelser upp till fem enheter på indexskalan är svåra att upptäcka för ett otränat öga. Observera att en rättvis jämförelse mellan olika ljuskällor förutsätter samma eller närliggande färgtemperatur i kelvin (K).

Jämförelser mellan upp till 15 färger

Ra-metoden bygger på jämförelser av åtta utvalda standardfärger (R8) som belyses med testljuskällan och en idealisk färgåtergivare med samma färgtemperatur. Metoden har vissa brister, bland annat kan man inte utläsa hur varje testfärg förändras. Ljuskällor med samma färgtemperatur och Ra-index kan upplevas återge färger olika. De utvalda åtta referens-

Ra-index

Dagsljus	100
Glödlampor	100
Halogenlampor	100
LED	≥80 alt. ≥90
Lysrör T16/T5	≥80 alt. ≥90
Kompaktlysrör	≥80 alt. ≥90
Metallhalogen Comp HID	≥80 alt. ≥90
Metallhalogen HID	≥80
Lysrörlampor	≥80

färgerna kritiseras ibland för att vara lite väl medelmåttade och bleka pastellfärger. För mer mättade färger skulle förmodligen vissa ljuskällor få ett lägre index.

Ra-metoden kan med fördel kompletteras med sex utvalda mättade kulörer i rött, blått, gult och grönt. Speciellt återgivning av den röda färgen (R9) är viktigt vid belysning av konst- och modemiljöer, vid exponering av färgade föremål och i miljöer där äkta dagsljus är dåligt förekommande. Denna utvidgade Ra-metod med test av 14 färger benämns R14. Ibland väljer man alternativt 15 färger (R15) där en femtonde testfärg har tillkommit som kan representera asiatisk hudfärg.

Flera utredningar pågår ute i världen för att utveckla effektivare metoder för att redovisa färgåtergivning men fortfarande gäller Ra-metoden. En alternativ metod är ”Color Quality Scale / CQS” som tagits fram av The National Institute of Standards and Technology i USA, och som kanske kan leda till en standard som mer korrekt redovisar den faktiska färgåtergivningsförmågan.

Vi rekommenderar att man vid ljusplanering jämför och visuellt bedömer tillänkta ljuskällors påverkan på de omgivningsfärger och material som är aktuella. Färger är alltför viktiga för människan för att ignoreras. I våra dagliga vistelsemiljöer inomhus förtjänar vi en bättre belysning med Ra-index som överstiger 90.

Kom ihåg att själva färgtemperaturen inte har någon koppling till ljuskällans förmåga att återge färger.

Färgåtergivning med LED

Inom LED-ljus finns stor kapacitet att återge färger naturligt men det förutsätter den höga diodkvalitet som man normalt väljer till allmänbelysning. Från flera utländska undersökningar rapporteras att LED:s färgåtergivning faktiskt upplevs bättre än vad dess beräknade Ra-index tyder på.

De traditionella ljuskällor som fortfarande är vanliga, lysrör och övriga urladdningslampor, uppvisar varierande avvikelser i sin färgåtergivning. Flera av dem har dock utvecklats under senare år och finns även i utförande med Ra-index över 90.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	Ra*
chromawhite™ 2700K	99	99	97	96	97	97	95	94	89	97	97	81	99	97	96	97
3000K	96	98	97	94	96	96	95	95	97	98	94	78	97	97	96	96
4000K	96	97	98	92	95	96	91	92	92	95	94	71	95	98	93	95
6500K	97	98	97	87	92	97	89	89	85	96	93	64	97	99	90	93
Med Ra avses normalt ett genomsnitt av R1-R8																
Tungsten halogen 3022K	94	96	98	92	92	94	98	92	81	92	92	85	94	99		95
Metal Halide 4270K	99	99	93	98	97	96	94	86	66	93	97	94	99	95		95
LED Manufacturer 1 2600K	84	90	97	86	83	89	86	64	20	78	89	73	85	98		85
LED Manufacturer 2 3120K	79	77	85	91	76	77	85	62	9	64	71	51	78	95		79

Källa: Photonstar

“Colour is a means of expressing light though not as much as physical phenomenon as the light that exists in reality – in our head.”

Henri Matisse, 1869-1954

17. Färgtemperatur, ljusfärg, färgstabilitet och färgtolerans

Färgtemperatur

Detta är fysikalisk definition för ljusets färg som mäts och redovisas på den ”absoluta temperaturrens” skala. Den skiljer sig från celsiuskalan och mäts inte i grader utan i enheten kelvin (K). Kelvinskalan absoluta nollpunkt motsvarar 273,17 grader celsius. Noll grader celsius är alltså samma sak som +273,17 kelvin.

Dagsljus och glödljus (glödlampor och halogenlampor) alstras av en värmekälla och kallas temperaturstrålare. I CIE:s färgtriangel hittar man färgkoordinaterna för dagsljus och glödljus på den ”svarta kroppens” kurva (Plancks kurva). När en svart kropp, en järnklump, upphetas blir den först svagt röd, sedan ljusare röd och successivt rödgul, gul och gulvit. Vid en teoretisk uppvärmning till 20 000 kelvin skulle färgen bli lika blå som en klar norrhimmel.

För ljuskällor som inte alstrar ljus genom upphettning, de allra flesta numera, används begreppet korrelerad färgtemperatur där man grafiskt beräknar kelvinvärdet för att få en uppfattning hur ljuset upplevs. Detta omfattar förutom LED, även lysrör och metallhalogen- samt högtrycksnatriumlampor. En exakt färgbestämning kan göras med hjälp av färgtriangelns koordinater men i praktiken är kelvinskalan tillräcklig.

Beräkningen sker med hjälp av CIE:s färgtriangel där man kan fastställa x/y-koordinater och därmed en korrelerad färgtemperatur för andra ljuskällor än temperaturstrålare. Mer exakt kan x/y-koordinater redovisas men i praktiken används färgtemperaturen i kelvin (K). Metoden används också för kategorisering av ljuskällor i de vanligaste ljusfärgerna som kallas varmvit, vit (tidigare neutralvit) och kallvit, tidigare benämnt ”dagsljus”.

Ljusfärg

En ljuskällas ljusfärg kallas varmvit, vit eller kallvit. Det är den subjektiva upplevelsen av ljuset som varmt eller kallt. I svensk standard SS-EN 12464-1, Belysning av arbetsplatser inomhus, finns nedanstående indelning:

Ljusfärger	Färgtemperatur	Upplevs som
Varmvit	< 3300 K	varmt
Vit	3300– 5300 K	neutralt, svalt
Kallvit*	> 5300 K	kallt

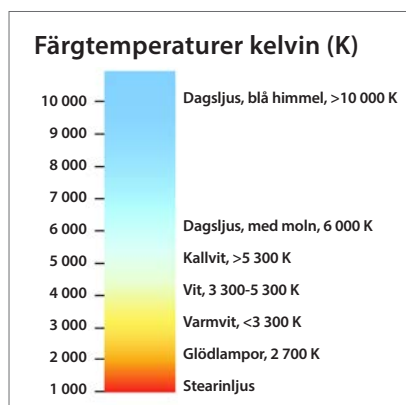
* Kallvit ljusfärg har ibland kallats för ”dagsljus” vilket är missvisande eftersom den har mycket litet gemensamt med det äkta dagsljuset. Vit ljusfärg kallas ibland för neutralvit.

Det äkta dagsljusets färgtemperatur varierar efter tiden på dygnet och var man befinner sig på jordklotet. För vår norrhimmel kan det handla om 20 000 K medan själva solskivan uppgår till 6000 K.

Ljuskällors ljusfärg indelas av tillverkarna vanligen i grupper med tresiffriga nummer. Första siffran, vanligtvis sju, åtta eller nio, indikerar första siffran i färgåtergivningensindex, t.ex. åtta för $R_a \geq 80$ och nio för ≥ 90 . Andra och tredje siffran i ljusfärgens nummer är desamma som de två första siffrorna i färgtemperaturens kelvintal. En beteckning som 30 informerar alltså om färgtemperatur 3000 K. Vanligen förekommande ljusfärgnummer för varmvit ljusfärg är 830 och 930.

Färgstabilitet och färgtolerans

Detta är en synnerligen aktuell kvalitetsegenskap hos moderna ljuskällor. Det förekommer nämligen att ljuskällor trots identiskt lika korrelerad färgtemperatur uppvisar inbördes



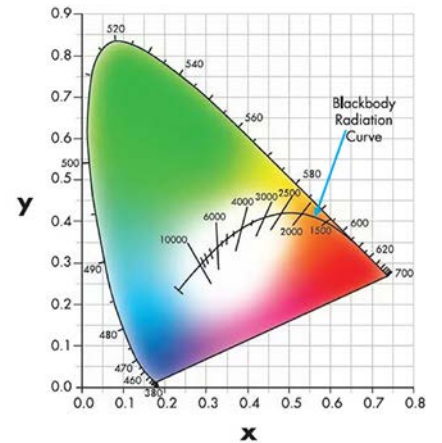
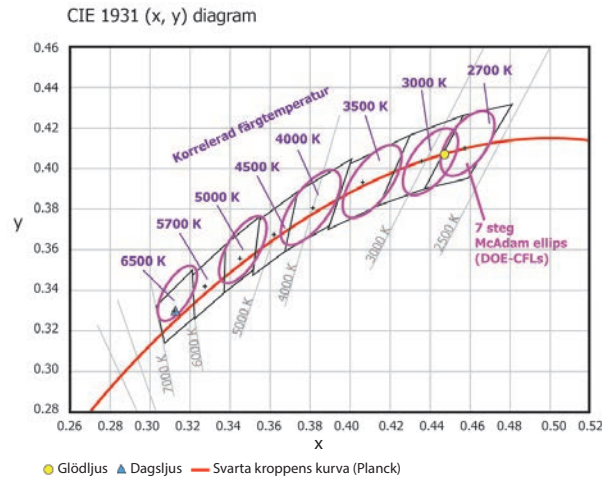
Exempel på numrering av vanliga ljusfärger

Färgnummer	Färgåtergivning Ra-index
827 varmton	>80
830 varmvit	>80
840 vit	>80
930 varmvit	>90
940 vit	>90
965 kallvit	>90

Första siffran = första siffran i Ra-index. Siffror två och tre = första två siffrorna i färgtemperatur i kelvin (K)

önskade färgskiftningar på den belysta ytan. Detta är särskilt märkbart vid belysning av större vita ytor som väggar och tak och gäller lysrör, kompaktlysror, metallhalogenlampor och LED.

För att framhäva och säkerställa ljuskvaliteten hos bättre LED-armaturer och LED-lampor har man återinfört en internationell metod för redovisning av sådana färgtoleranser enligt skalan SDCM, som står för Standard Deviation of Color Matching. På en skala 1–10 redovisas en ljuskällas färgavvikelse där steg 1 är bäst och steg 10 sämst. Metoden kallas förenklat för ”MacAdam” efter sin upphovsman, den amerikanske forskaren David MacAdam.



CIE:s färgtriangel beskriver färgtemperaturer i fysikalisk mening med hjälp av färgkoordinater. Max Plancks ”svarta kurva” visar ljuskällors ideala placering för att efterlikna naturligt ljus. I MacAdams ellipser samlas närliggande ljuskällor och visar inbördes färgtoleranser

Vid eller på den ”svarta kroppens” kurva inom CIE:s kromatiska triangel samlas närliggande färgkoordinater i s.k. MacAdams-ellipser. Ju mindre avstånd mellan punkterna, desto mindre färgavvikelse. SDCM representeras av ellipserna som har olika storlek beroende på var de befinner sig i färgtriangeln.

Exempel på färgtoleranser i SDCM (MacAdam):

1 SDCM	2 – 4 SDCM	> 4 SDCM
Inga synliga färgskillnader	Knappt synliga färgskillnader	Klart synliga färgskillnader

Det är alltid svårt att exakt förutsäga hur ljusfärgen kommer att upplevas i miljön. Vid belysning reflekteras färger i omgivningen och påverkar belysta objekt. Säkraste sättet att få en ungefärlig uppfattning är praktiska prov och jämförelser. Observera att färgtemperatur inte beskriver ljuskällans förmåga att återge färger. Se närmare under *Färgåtergivning*.

Odd Molly



Foto: Odd Molly



Foto: Sten Jansin

Engelbert

18. Spridningsvinklar

Det kallas för accentbelysning när ljuset koncentreras i en riktning mot en yta eller ett objekt. Då väljer man armaturer med antingen integrerad reflektor- eller linsoptik för rundstrålande ljuskälla eller en armatur avsedd för reflektorlampan.

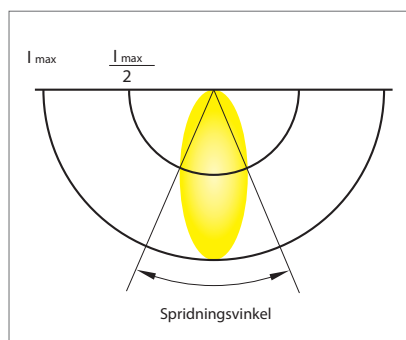
Genom att välja spridningsvinkel får man en smal-, medium- eller bredstrålande ljusbild. Ungefärliga gränser för dessa vinklar är för smalstrålande upp till 20 grader, för mediumstrålande 20 till 35 grader och därutöver bredstrålande. En definition för reflektorlampor är ljusstrålning inom 120 grader.

LJUSBILDENS DIAMETER VID OLIKA SPRIDNINGSVINKLAR

AVSTÅND	4°	8°	10°	12°	24°	36°	45°	50°	60°
1 m	0,07	0,15	0,2	0,2	0,45	0,65	0,85	0,95	1,15
2 m	0,15	0,3	0,35	0,4	0,85	1,3	1,7	1,9	2,3
3 m	0,2	0,4	0,55	0,65	1,25	1,95	2,5	2,8	3,45
4 m	0,3	0,55	0,7	0,9	1,7	2,6	3,35	3,75	4,6
5 m	0,35	0,7	0,9	1,1	2,15	3,25	4,15	4,7	5,7

Spridningsvinkel definieras som den vinkel inom vilken ljusstyrkan uppgår till 50% av högsta värdet.

Hur stor del av ljusflödet som hamnar utanför angiven spridningsvinkel framgår inte i ljuskällefabrikanternas dokumentation trots att det ibland kan vara av intresse. När man vill skapa en tydlig kontrast mellan belyst föremål och omgivning är något ”spilljus” utanför vinkeln inte önskvärt. Om mer bredstrålande armaturer eller reflektorlampor används bidrar det ljuset till rummets allmänbelysning. Här är LED-armaturer och LED-reflektorlampor ett undantag. De lämnar nästan inget spilljus alls utanför angiven vinkel, något som kanske bör kompenseras vid ljusplaneringen.



En nyhet är att all redovisning av ljuskällor och armaturer numera omfattar det totala ljusflödet i lumen (lm), alltså även för riktade armaturer och reflektorljuskällor. Tanken är att underlätta jämförelser mellan LED och traditionella ljuskällor. Den vedertagna metoden att redovisa riktat ljus kommer att finnas kvar med begreppet ljusstyrka för ljusflöde per rymdvinkelenhet, ljusets intensitet i en specifik riktning. Enhet är candela (cd) som ofta förekommer i form av polärddiagram (ljuskurvor) över en armaturs eller ljuskällas ljusfördelning.

19. Ljutfärgväxling

Ett inslag i modern ljussättning är dynamiskt, färgat ljus där belysningen programmeras till mjuka övergångar av högre och lägre ljusflöden och färgtemperaturer.

Med digital teknik styr man intensitet och blandning av ett antal färgade ljuskällor, vanligtvis lysdioder (LED) men ibland även lysrör. DALI (Digital Adressable Lighting Interface) är den vanligaste tekniken med ett styrsystem som är internationell standard för kontor och offentlig miljö.

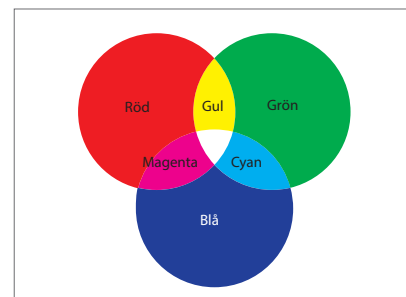
En annan digital teknik kallas DMX (Digital Multiplex). Den är snabbare och används främst inom dynamisk upplevelsebelysning, från början enbart för scen- och effektbelysning men den förekommer mer och mer i dessa sammanhang inom kommersiell och offentlig miljö.

Ljutfärgväxling ger speciell möjlighet att gestalta rum eller ytor. Det är inte bara de belysta ytorna och strukturerna som påverkas utan även skuggorna med färger och karaktärer. Den vanligaste färgväxlingstekniken är RGB, en additiv färgväxlingsteknik. Genom att blanda lika delar av Rött, Grönt och Blått ljus får man ett vitaktigt ljus som sedan kan tonas till en enskild färg eller i samspel balansera till varmare eller kallare vita nyanser eller kulörer. Tekniken bygger på att öka eller minska andelen av och luminansen för respektive färg. När man önskar mer mättad i färgblandningarna har RGB-färgerna hos lysrör en tendens att bli bleka på grund av ljuskällornas vita grundfärg medan LED, med sin monokromatiska karaktär, ger en betydligt mer mättad och därmed positiv effekt. För att enklare åstadkomma olika färgtemperaturer i det vita ljuset eller mer pastelliga kulörer kan man komplettera primärfärgerna R, G och B med en fjärde färg, oftast gul när det gäller lysrör och vit för LED. Sistnämnda teknik kallas då RGBW.

Färgväxling med CMY

En annorlunda färgväxlingsprincip är CMY (Cyan, Magenta, Yellow). Den är subtraktiv och utgår från en vit ljuskälla som filtreras med ett filter i vardera cyanblått, magenta och gult. Färgblandningen sker genom att mixa två av de tre färgfiltern med varandra. Till skillnad från RGB- tekniken kombinerar man filtren mekaniskt framför en vit ljuskälla som ibland också kan ljusregleras med en mekanisk iris eller med en dimmer. Med CMY-teknik är det enklare att uppnå mättade färger med traditionella ljuskällor tack vare att ljuskällans luminans är oberoende av färgfiltermixningen.

CMY-tekniken har utvecklats i underhållningsbranschen där armaturerna ofta ska växla ljusfärger och mönster samt ändra ljusriktningar och nivåer med hjälp av avancerad datateknik. Inom tryckeritekniken kallas den här färgväxlingsprincipen för CMYK där K står för Black (key colour).



Rött, grönt och blått utgör additiv färgväxling RGB. Genom att blanda dessa grundfärger skapas vitt ljus som kan tonas i varmare eller kallare färger.



Foto: Lasse Eklöf

20. Ljusreglering

Det är idag en självklarhet att vi ska kunna styra och reglera vår belysning på ett steglöst och bekvämt sätt. Det är dels en betydelsefull fråga om komfort, dels kräver miljöomsorg och energieffektivisering reglerbara ljusmiljöer. Att på ett flexibelt sätt kunna anpassa ljusnivåer och användningstider till faktiska ljusbehov, det är ljusplaneringens uppgift.



Förutom att kunna tända, släcka och dimra lokalt centralt eller lokalt finns på marknaden ett stort antal mer eller mindre komplexa styr- och kontrollsystem för manuell och automatisk styrning. Det gäller små och stora belysningsinstallationer, från enstaka rum till hela fastigheter. Systemen erbjuder en flora av olika komponenter, t. ex. styrmoduler anpassade för olika behov och ljuskällor samt detektorer som länkar belysningen till aktivitet och/eller dagljusförhållanden.

Digital ljusstyrning

Ett standardiserat protokoll för digital ljusstyrning är DALI (Digital Adressable Lighting Interface). Det är kompatibelt med olika typer och fabrikat av armaturer utrustade med DALI-driftdon men det övergripande styrsystemet med komponenter bör vara av samma fabrikat inom en och samma installation..

Vid programmering av installationen adresseras DALI-driftdonen och varje don får en unik adress, högst 64 driftdon per krets. De 64 adresserna kan sedan delas in i 16 tändgrupper. Dessutom kan 16 ljusscener skapas. Ett DALI-system erbjuder tvåvägskommunikation vilket möjliggör driftkontroll med statusrapport från enskilda armaturer och därmed en effektiv övervakning av elförbrukning och ett rationellt underhåll.

Glödlampor och halogenlampor för nätspänning har länge kunna dimras steglöst. Tidigare med fasreglering via en dimmer av fram- eller bakkantstyp men numera även elektroniskt och digitalt. För glödljus är dimring viktigt eftersom det medför en förbättrad livslängd. Det går att kontrollera 230V glödljus, numera endast halogenlampor, även i centrala styrsystem via avsedda styrmoduler. Det sker t. ex. via en strömbrytare med återfjädrande tryckknapp.

Lågvoltshalogenlampor går att ljusreglera analogt eller digitalt i kombination med anpassad typ av transformator, dimmer, återfjädrande tryckknapp eller styrmodul. Även dimrade lågvoltshalogenlampor får en avsevärt utökad livslängd.

För ljusreglering av lysrör och kompaktlysror krävs speciella HF-dimdon som finns för analog eller digital styrning via potentiometer, återfjädrande tryckknapp eller styrmodul.

Ljusreglering av LED och HID

LED-armaturer ljusregleras mest professionellt via en PWM-signal eller med amplitudmodulering (strömreglering) som genereras analogt eller digitalt. Det sker via anpassad typ av driftdon och ljusregleras via potentiometer, återfjädrande tryckknapp eller styrmodul. Generellt påverkas LED-lampors och LED-armaturers livslängd positivt av att vara dimrade. En unik besparing är mer än linjär eftersom dimring här medför en svalare driftstemperatur som ökar lysdiodernas effektivitet.

Traditionell fasreglering av LED via en dimmer av fram- eller bakkantstyp är emellanåt också möjlig men fungerar generellt sämre. Dels blir lägsta ljusnivå relativt hög och dels saknas garanti för att aktuella LED-driftdon i kombination med aktuell dimmer är kompatibla. Trista fenomen kan uppstå som flimmer och brum.

Bland lysrörslampor och LED-lampor (retrofit) finns varianter som med vissa begränsningar kan ljusregleras. Information om reglerbarhet och begränsningar ska enligt krav i Ekodesigndirektivet finnas på ljuskällans förpackning.

”Rätt ljus i rätt mängd där det behövs och när det behövs...”

De flesta lysrörslampor och LED-lampor (retrofit) som klassas ”dimningsbara” är utvecklade för en specifik typ av dimmer men klarar inte alltid detta problemfritt. Det beror vanligen på att totallasten (W) är för låg, att dimmern inte kan hantera ljuskällans elektronik eller på att ”intelligenta” multidimrar lurats att växla läge. Tills vidare rekommenderar vi att rådfråga aktuell leverantör.

För urladdningslampor av högtryckstyp, Compact HID-lampor, har praktiska lösningar för ljusreglering introducerats. Ett exempel är Philips metallhalogen CDM Elite Lightboost som i kombination med avsett driftton går att dimra ner till 50% med bara marginella kvalitetsförluster.

Ett generellt problem för urladdningslampor är annars just att bibehålla en hög ljuskvalitet vid dimrade nivåer. Ett undantag är gatubelysning där man ofta för energibesparingsens skull accepterar en något förändrad ljusfärg och försämrade färgåtergivning.

21. UV-strålning och blekning

Ljus kan förorsaka blekning och även nedbrytning av belysta material. I butiker kan det medföra att varor blir osäljbara och i museer kan ljuset förstöra oersättliga utställningsföremål. Orsaken är ofta en fotokemisk verkan hos UV-strålning från ljuskällor men dominerande faktor är ändå aktuell belysningsstyrka och exponeringstid.

Allt ljus, och speciellt sol- och dagsljus, bleker vid långvarig exponering i hög belysningsstyrka. En enhet som används i sammanhanget är luxtimmar, alltså produkten av antalet lystimmar och belysningsstyrkan i lux. Bästa sättet att minska blekningseffekten är därför att minska dagsljusinsläpp och att använda en så låg belysningsstyrka som möjligt samtidigt som exponeringstiden begränsas.

Låg exponering av UV-strålning enligt föreskrift

UV-strålning har underordnad betydelse och tillför inte belysningen något positivt så den bör av hälsoskäl hållas så låg som möjligt. I lagen om arbetsplatsers utformning, Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2009:2, står det uttryckligen att exponering för UV-strålning från belysning ska vara så låg att riskerna för ohälsa elimineras eller reduceras till ett minimum. Från våra vanliga ljuskällor finns normalt ingen risk för människan på belysningsavstånd överstigande 0,5 meter. Vid kortare avstånd än så, med hög belysningsstyrka och mycket lång daglig exponeringstid, rekommenderas armatur med UV-filter.

Lysdioder avger minimalt med UV-strålning men vid höga belysningsstyrkor och långa exponeringstider finns alltså ändå risk för blekning. Hos övriga ljuskällor innehåller ljuset en acceptabel andel UV. Mycket ljusintensiva högtryckslampor, t.ex. metallhalogenlampor, har redan ett extra skyddsglas innanför glaskolven som även fungerar som UV-filter.

Ljuskällans skadefaktor

Om man vill gå ett steg vidare kan man titta på ljusets spektrala sammansättning. Detta kan man göra på två olika sätt dels med hjälp av ljuskällans Damage factor (Df), skadefaktor, dels genom att se på UV-innehållet i mikrowatt per lumen ($\mu\text{W}/\text{lm}$). Df är en faktor som väger blekningseffekten av strålning i våglängdsområdet 300–700 nm enligt en standardiserad metod. Vid samma belysningsstyrka och exponeringstid blir då den förväntade blekningseffekten proportionell mot Df. Ju lägre Df desto mindre blekning, och om armaturen kompletteras med ett extra UV-filter minskas de skadliga effekterna ytterligare. För lysrör är en tumregel att högre färgtemperatur med ett kallare ljus ger högre Df. Metallhalogenlampor med UV-blockerande skikt har Df i nivå med lysrör, medan däremot lågvoltshalogenlampor med UV-blockerande skikt har ungefär hälften så högt Df. *forts. >>*



Tiger



Livsmedels utseende påverkas av ljuset och luften.

För museibelysning har man en egen jämförelsemetod när det gäller ljuskällors skadliga inverkan på utställningsföremål, nämligen mängden UV-strålning mätt i mikrowatt per lumen, MW/lm. ”Bench-mark” var tidigare en vanlig glödlampa som ger cirka 75 MW/lm. Idag är rådet att reducera dagsljusinsläpp och undvika UV-strålning så långt det är möjligt. Låt 10 MW/lm vara det möjligas gräns. Om man vill använda högtryckslampor med högre UV-innehåll, t.ex. metallhalogenlampor, bör man komplettera med extra UV-filter.

För medelkänsliga och känsliga utställningsföremål, t.ex. målningar, textilier, skinn och läder, rekommenderas högst 50 lux (lx) och en årlig dos på 150 kiloluxtimmar (klxh). För mindre känsliga föremål, t.ex. skulpturer, rekommenderas högst 200 lux och en årlig dos på 600 klxh.

Livsmedelsbutiken har ofta problem med missfärgning och blekning av kött och charkuterivaror. Detta är inte enbart ett belysningsproblem då blekning av kött sker vid exponering i ljus och om syre finns närvarande genom oxidering. Om man lyckas utestänga syret med hjälp av t.ex. förpackningen sker ingen nämnvärd blekning. Den typ av förpackningar som krävs är i allmänhet dyrare än de som normalt används i våra matvaruaffärer och är därför inte så vanliga.

22. Flimmar

Flimmar, eller ljusmodulation, från ljuskällor och armaturer kan orsaka tydliga besvär som huvudvärk och ögonbesvär. Experter bedömer också att det osynliga flimret påverkar vårt nervsystem och därmed kan utgöra en bidragande faktor bakom mer svårdefinierade symtom på stress och överkänslighet. Flimmar tillför ingenting positivt och ska absolut undvikas i våra ljusmiljöer enligt Arbetsmiljöverket skrift Arbetsplatsens utformning (AFS 2009:2).

Traditionellt förekommer flimmar i äldre belysningsanläggningar där lysrör och andra urladdningslampor drivs med äldre typens elektromagnetiska driftdon. Nätfrekvensen på 50 hertz (Hz) genererar lätt ett oönskat flimmar som kan uppfattas besvärande.

Man slipper störande flimmar när belysningen drivs med frekvenser över 150 Hz. Någon exakt gräns finns inte eftersom människor uppvisar olika känslighet. Dagens lysrör drivs av HF-don, elektroniska högfrekvensdon med frekvenser över 30 kilohertz (kHz). Många andra urladdningslampor, som t.ex. metallhalogen, drivs också numera ofta med elektroniska driftdon vilket eliminerar eller reducerar flimret. Detta spar dessutom energi och förlänger ljuskällans livslängd jämfört med äldre teknik.

Ett problem på väg bort

De flesta glödlampersättare som lysrörslampor (s.k. energisparlampor) och bra LED-lampor anses numera vara flimmarfria. LED-lampor för ljusreglering bör vara utförda för pulsbreddsmodulering (PWM) eller amplitudmodulering. Den förstnämnda väljs för att ljuspulsfrekvensen från driftdonet på reglerad nivå inte ska understiga 300 Hz. Den mer vanliga amplitudmoduleringen är ett alternativ med strömreglering som genereras analogt eller digitalt.

Flimmar kan dock uppstå även i en modern LED-installation. Detta beror oftast på att enklare LED-moduler i LED-armaturer, och även LED-lampor (retrofit) med integrerade driftdon, kan kopplas direkt på nätspänning 230V. Det kan också handla om LED-armaturer med sämre, externa driftdon eller en kombination med ljusstyrning (dimring), i synnerhet vid fasreglering och vid lägre reglernivåer. Exakt vad som orsakar ett upplevt flimmar i en modern LED-installation är inte alltid lätt att veta. Det kan innebära ett omfattande och tidödande arbete att spåra. Flimmar eliminerar man bäst genom att välja bra och uppdaterade produkter från en erfaren leverantör.

23. Livslängder

Ljuskällors livslängd är en viktig faktor för bibehållen belysningskvalitet. Att hålla en belysningsinstallation i bästa trim är också grundläggande för en energieffektiv, miljövänlig och ekonomisk drift. Med kunskap om aktuella ljuskällors egenskaper, funktion och livslängd och ett schemalagt underhåll underlättas en optimal livscykelkostnad.

För att hålla en ljusmiljö i bästa skick behövs en underhållsplan som förutom bytesintervall för olika typer av ljuskällor också skall innehålla instruktioner om hur och när aktuella armaturer och deras eventuella reflektorer och optiksystem görs rent. Förutom att smutsiga armaturer generellt ger ett trist intryck så minskar verkningsrad och optiska prestanda på bekostnad av energieffektivitet, miljö och visuell upplevelse. Drift och effektivt underhåll underlättas av nya definitionsprinciper för förväntad livslängd. I kombination med tabeller för olika verksamheters typiska lystid kan man nu på ett samordnat sätt upprätta en optimal underhållsplan.

Medellivslängd (B50) används alltjämt som livslängdsbegrepp för glöd- och halogenlampor samt för glödlampersättare som LED-lampor och lysrörlampor. Definition är antalet lystimmar efter vilka 50% av ljuskällorna fortfarande lyser utifrån en initial bedömning av ett rimligt antal lampor under laboratoriemässiga förhållanden. Livslängden anges som LSF 50% (Lamp Survival Factor = lamplivslängdfaktor). För LED-lampor med standardsockel (glödlampersättare) skall redovisningen kompletteras med ett riktvärde för återstående ljusflöde, LLMF = 70% (Lamp Lumen Maintenance Factor = ljusflödesbibehållningsfaktor) som kallas L70.

Användbar livslängd redovisas för övriga ljuskällor som lysrör*, kompaktlysrör, metallhalogen- och högtrycksnatriumlampor. Definition är antalet drifttimmar efter ett bortfall på 10% av ljuskällorna i en anläggning. Livslängden anges då som LSF 90% (LSF, Lamp Survival Factor).

Kvarvarande ljusflöde och bortfall i LED-armaturer med integrerade LED-moduler redovisas inte separat utan ska ingå som en del av armaturens dokumentation. Detta beror på att en LED-armaturs konstruktion, utförande och driftförhållanden har en så stark påverkan på diodernas och diodmodulernas funktion och prestanda.

Belysningsbranschens mall för redovisning av armaturer, Ljusmallen, rekommenderar att man för LED-armaturer anger antalet drifttimmar för LLMF ljusflödesbibehållningen L70 (70%), L80 (80%) och L90 (90%) samt för bortfall F10 (10%) och F50 (50%). Ljusmallens rekommendation baseras på gällande IEC/PAS-standard.

Fullständig information finns på ljuskälleproducenternas hemsidor enligt Ekodesign-förordningen som har krav på en omfattande och enhetlig redovisning av lysrörs och övriga urladdningslampors ljusbibehållning (LLMF) och livslängd (LSF). Uppgifterna ska finnas enkelt tillgängliga på dessa hemsidor.

Ljusflödesbibehållningen (LLMF) ska redovisas som% av nyvärdet efter 2 000, 4 000, 6 000, 8 000, 12 000, 16 000 och 20 000 timmar. (Endast upp till 8 000 timmar för lampor som är nya på marknaden och data ännu inte finns att tillgå.)

Lamplivslängdsfaktorn (LSF) redovisas som fortfarande fungerande lampor i% efter 2 000, 4 000, 6 000, 8 000, 12 000, 16 000 och 20 000 timmar (Endast upp till 8 000 timmar för lampor som är nya på marknaden och data ännu inte finns att tillgå).

Livslängdsangivelser baserar sig på ljuskällefabrikanternas tester under laboratoriemässiga förhållanden enligt IEC-standarder och speglar genomsnittet för ett stort antal lampor. Det kan förekomma avvikelser i praktiken vid annorlunda driftförhållanden.

* För raka lysrör förekommer livslängdsbegreppet "Service life", ett äldre begrepp som avser det antal lystimmar då 80% av från början installerat ljusflöde återstår och som inkluderar både lampbortfall och ljusnedgång. "Service life" för lysrör T16/T5 är analogt med "Användbar livslängd" då lampbortfallet är 10%.

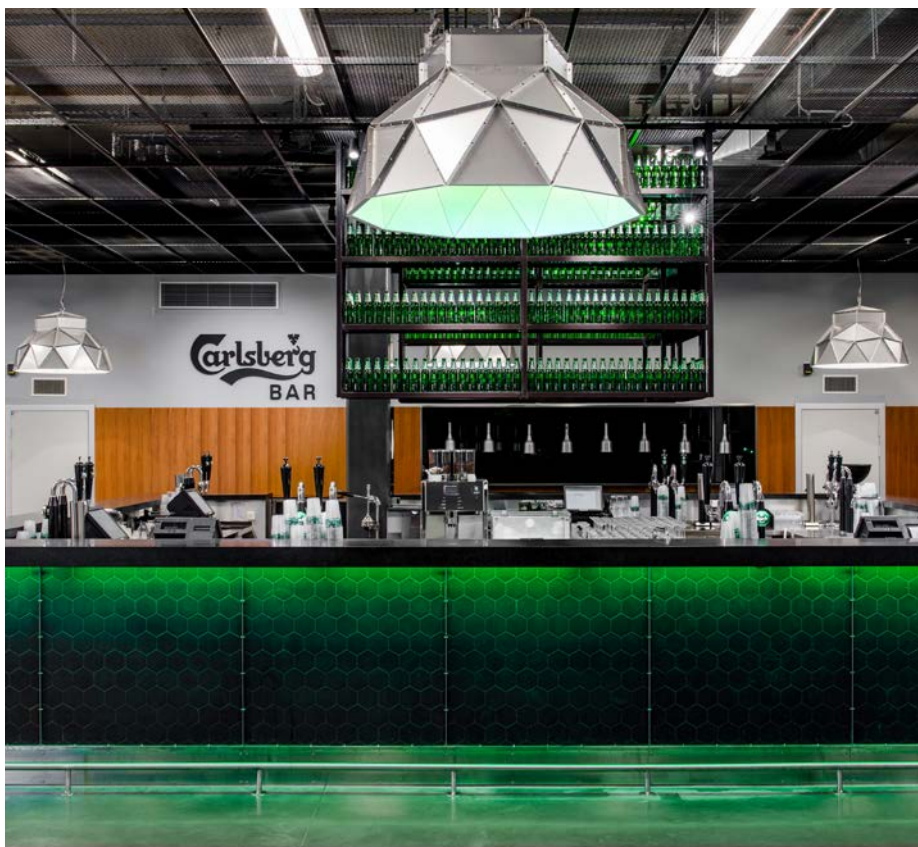


Foto: Jason Strong Photography

Friends Arena

24. Underhåll och service

En avgörande faktor för att reducera energianvändning och elkostnader är underhållet av ljuskällor och armaturer i en belysningsanläggning. Annars betalar man för ljus man inte får. I dålig belysning ser vi också sämre vilket påverkar hälsa och trivsel. Det är viktigt att redan vid ljusplaneringen formulera en hållbar underhållsplan för installation och hyresgäst.

Underhållsplanen måste ge anvisningar om regelbunden rengöring av armaturer och optiksystem inklusive reflektorer och linser. Den måste också ge instruktioner om vilka tidsintervall som gäller för byten i samband med ljuskällornas ljusnedgång och bortfall. Lika nödvändigt är det att specificera fabrikat och artikelnummer för både ljuskällor och armaturer, något som underlättar byten och kompletteringar.

Enligt svensk standard SS-EN 12464-1 – Belysning av arbetsplatser inomhus – ska en underhållsplan tas fram vid planering av belysning. Äldre armaturer är ofta orsak till höga driftkostnader och onödig elanvändning. Genom ett byte till uppdaterad armatureteknik och aktuella ljuskällor kan faktiskt energibesparingar upp mot 80% uppnås.

Alla fastighetsägare måste inom detta viktiga ansvarsområde ställa krav och bevaka. För att kontrollera att en belysningsinstallation är i trim, kan man för mest optimala underhåll och energianvändning mäta av belysningsstyrkan någon gång per år vid några utvalda platser. Vi rekommenderar aktiv användning av de drifttidsmätare som är en funktion i de flesta styrsystem men som också finns som separat mjukvara eller utrustning.

Många ljuskällor är tyvärr komplicerade för lekmanen att hantera, både när de ska installeras i och när de ska avlägsnas från armaturen. I Ekodesigndirektivet sägs i klartext att armaturtillverkare och distributörer är skyldiga att hålla information tillgänglig om hur ett armaturunderhåll bäst kan ske.

25. Ljuskällors kostnadsbild

Moderna ljuskällor kan uppvisa stora skillnader i inköpspris från olika producenter. Det finns tyvärr också betydande skillnader i egenskaper och funktion. Inköpspriset för nya generationer av ljuskällor är ofta högre än för äldre lamptyper.

Viktigaste prioritering är alltid ljuskällans ljuskvalitet, energieffektivitet och funktion samt att den fungerar optimalt i en ändamålsenlig armatur för avsedd användning. Inköpspriset måste ställas i relation till den sammanlagda kostnaden under hela livslängden.

För en ljuskällas livscykelkostnad, Life Cycle Cost (LCC), har alltså inköpspriset underordnad betydelse. Driftkostnader i form av elenergi utgör den största kostnaden, cirka 70% av totalkostnaden. I driftkostnader för LED, lysrör, övriga urladdningslampor samt lågvoltshalogenlampor ingår även driftdonens effektbehov som tillsammans med lamp-effekten utgör s.k. systemeffekt. Ett standardformulär för livscykelanalys finns hos Statens Energimyndighet, www.stem.se. Det finns även att laddas ner från www.ljuskultur.se.

Livscykelkostnad är totalkostnaden för en viss utrustning under hela dess livslängd, från att den installeras till att den slutligt tas ur bruk. Vid inköp av energikrävande produkter är det viktigt att inte bara titta på vad en produkt kostar i inköp utan även vilken produkt som har lägst energikostnader och är billigast och effektivast att underhålla. Energekostnaderna under produktens livslängd spelar nästan alltid större roll för de totala kostnaderna än vad investeringskostnaderna gör. Utvärdera därför inköpspriset med hänsyn till investeringskostnad, energikostnad och underhållskostnad och för hela den beräknade livslängden.

Art Light Design med LED, Årstadal. Konstnär: Aleksandra Stratimirovic

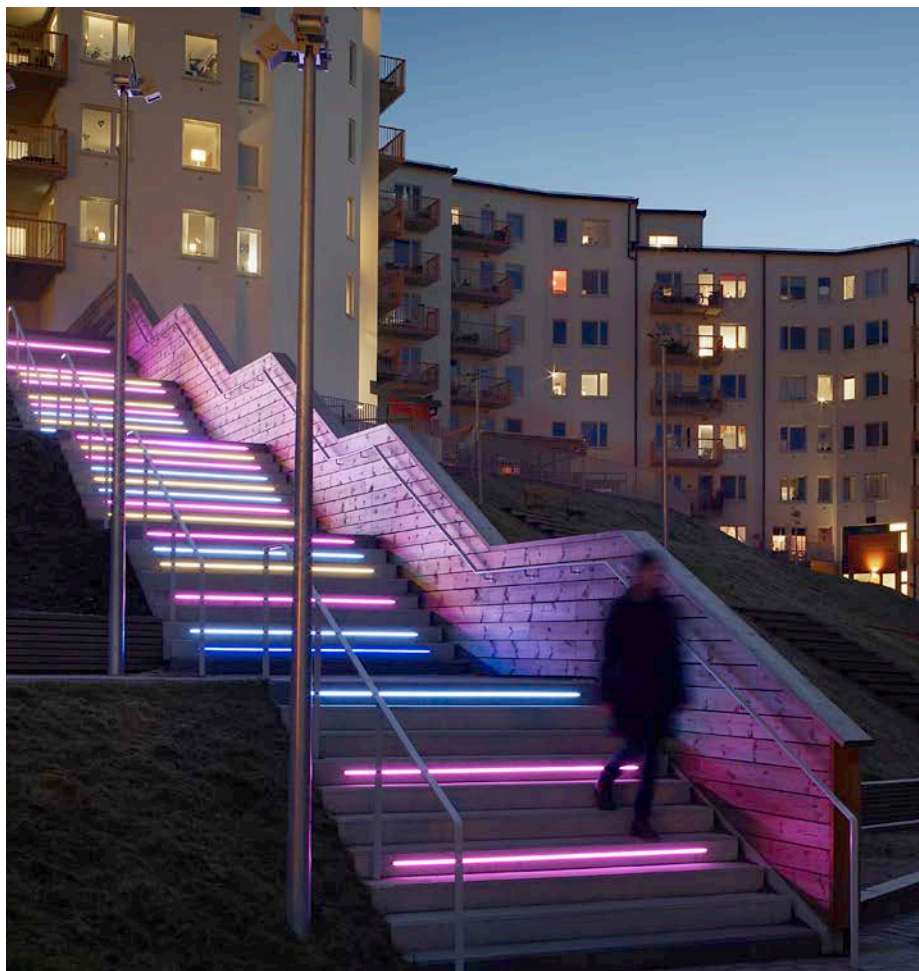


Foto: Robin Hayes Photography

De viktigaste komponenterna för en produkts LCC:

- **Energikostnader under produktens livslängd.**
- **Investeringskostnader för produkten.**
- **Underhållskostnader för produkten under dess livslängd**

Energimyndigheten

26. Glödlampor

Glödlampan är snart ett minne blott. De allra flesta glödlampor har upphört att tillverkas eller importeras inom EU. Ett litet specialsortiment av kylskåps-, ugn- och symaskinslampor finns ännu kvar på marknaden. Bakgrunden till denna stora förändring i vår belysning är energieffektivitetskrav i Ekodesignförordningen som sedan 2009 medfört en stegvis utfasning av glödlampor.

Glödljuset infördes i vårt land på 1860-talet och har sedan dess varit en omtyckt ljuskälla. Här är en kort beskrivning över glödljuset. Glödlampor inklusive halogenglödlampor kallas för temperaturstrålare som producerar vad vi betraktar som ett naturligt ljus. Glödljus alstras liksom solljus under hög temperatur, ju högre temperatur desto mer ljus. Glödlampor ger ett ”varmt” ljussken med en färgtemperatur på cirka 2700 kelvin (K), något som i de flesta sammanhang upplevs som behagligt. Tyvärr har glödlampor dålig verkningsgrad och använder för mycket elenergi i förhållande till det ljus som alstras och de har kort livslängd. Glödljus medför också en betydande värmestrålning. Dessa nackdelar har vägts mot en hög ljuskvalitet med kontinuerlig spektralfördelning och en utmärkt färgåtergivning.

I bifogade faktatabeller redovisas ett urval av de vanligaste ersättningslamporna till glödlampan bland halogenlampor (se tabell 2:1), LED-lampor (se tabell 6:1) och lysrörslampor (se tabell 5:1).

ERSÄTTNINGSLAMPOR FÖR GLÖDLAMPAN, SOCKEL E27 ELLER E14

LJUSKÄLLA	HÖGSTA ENERGI-MÄRKNING*	LJUSFÄRG	FÄRGÅTERGIVNING	TYPISK MEDEL-LIVSLÄNGD	FAKTA-TABELL
Halogenlampor	C	2900K	Ra 100	2000 timmar	2:1
LED-lampor	A+	2700K	Ra>80 eller >90	>20 000 timmar	6:1
Lysrörslampor	A	2500/2700K	Ra>80	15 000 timmar	5:1
Glödlampor (jämförelse)	E	2700K	Ra 100	1000 timmar	–

* Tre exempel på energimärkning som visar högsta värde inom respektive lampkategori. Tyvärr är det inte alla lamptyper som når högsta energimärkning. Kontrollera märkningen så kan du göra ett energisnålt och miljövänligt val.

Teknik

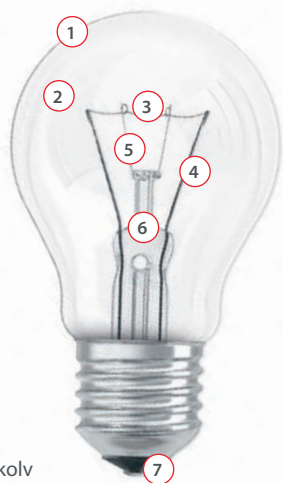
Glödlampor består av en ytterkolv som är matterad, opaliserad eller klar. Den innehåller antingen vakuum eller fyllnadsgas som kan vara argon, kväve eller krypton alternativt en blandning av dessa gaser. I kolven finns en glödtråd av wolfram, som tål de temperaturer som krävs för att tråden ska avge tillräckligt med ljus. Ju högre temperatur på glödtråden desto mer ljus. Problemet är att livslängden förkortas dramatiskt om glödtråden får för hög temperatur. En tumregel är att 5% över- eller underspänning halverar respektive dubblar den nominella livslängden. Det som då händer är att glödtråden förångas fortare. Man måste alltså väga ljusutbytet mot en önskad livslängd. 1000 timmars livslängd har länge varit en standard, då med lampor med ljusutbyte 10–15 lm/W och färgtemperatur 2500–2700 kelvin (K). Då glödlampan är en temperaturstrålare blir färgåtergivningen bästa möjliga med Ra-index 100.

Driftdon

Glödlampor för nätspänning kräver inga driftdon och ansluts direkt till elnätet.

Styrning

Glödlampor går enkelt att ljusreglera. Vid ljusreglering sjunker glödtrådens temperatur och ljusfärgen blir successivt varmare samtidigt som livslängden ökar.



1. Glaskolv
2. Gas
3. Glödtråd
4. Kontakttråd till yttre spänningsanslutning
5. Stödtrådar
6. Glashållare
7. Spänningsanslutningspunkt

27. Halogenlampor

Halogenlampor alstrar glödljus och erbjuder som alternativ till glödlampor (retrofit) ett högre ljusutbyte, ett varmvitt ljus som är något vitare och längre livslängd. Halogenlampor finns för både nätspänning och lågvolt, antingen rundstrålande eller med inbyggd reflektor för riktat ljus.

Gemensamt för flera halogenlampor är relativt hög effekt med åtföljande hög värmeavgivning i både ljusriktning och från armaturhuset. Hög värme ställer stora krav på armaturens konstruktion och utförande.

Rundstrålande halogenlampor för nätspänning 230 V utan reflektor är en förbättrad version av glödlampan. Lamporna är märkta energiklass C och kommer att finnas kvar på marknaden till 2016 eller längre. Sortimentet är i princip detsamma som för gamla glödlampor, med liten sockel E14 eller med normalsockel E27. Fördelarna är cirka 30% energibesparing och fördubblad livslängd till 2 000 timmar utan ljusnedgång. Dessa halogenlampor för 230 V utan reflektor finns alternativt med stiftsockel G9 i effekter från ca 20 W till 60 W. Både Osram och Philips erbjuder en ”Eco-variant” av denna ljuskälletyp med ett högre ljusutbyte.

Stavformade halogenlampor för nätspänning 230 V med sockel R7s eller Fa4 finns i effekter från 60 W till 2000 W. Livslängder som anges är från 2 000 timmar upp till 4 000 timmar.

Halogenreflektorlampor 230 V med inbyggd reflektor förekommer i två vanliga typer. Den ena är reflektorlampor med sockel E14 eller E27 där sortimentet i effekter och spridningsvinklar överensstämmer med motsvarande sortiment för glödljus.

Den andra typen är reflektorlampor PAR 16 med ”twist & lock”-sockel typ GZ 10 eller GU 10, PAR20, PAR30 och PAR38 (samtliga tre med sockel E27). Lamporna finns antingen med kalljusreflektor eller aluminiumreflektor. Kalljusreflektorn har den egenskapen att den reducerar värmestrålningen i ljusriktningen med 60% och istället avger värmen bakåt in i armaturen. Att hantera denna värmestrålning ställer naturligtvis stora krav på fullvärdig armaturkonstruktion.

Effekterna för halogenreflektorlampor PAR väljs från 18 till 75 W. Livslängderna anges från 2 000 timmar till 3 000 timmar. Denna ljuskälletyp är även vanlig i utförande för lågvolt 12 V. Dessa är mer effektiva men kräver inbyggt eller separat driftdon (transformator 12/230V). Totalekonomiskt är dock lågvoltlampor med sitt högre ljusutbyte i lumen/watt (lm/W) att föredra. För dessa lampor tillkom energieffektivitetskrav i Ekodesigndirektivet 2013 men det förväntas att de mest effektiva av dem kommer att finnas kvar på marknaden under överskådlig tid.

Exempel på halogenlampor för lågvolt 12V utan reflektor är de mycket små ”nakna” halogenglödlamporna QT9 och QT12, ibland kallade ”burners”. Lamporna är klara med diameter 9 eller 12 mm. Lampeffekter är från 5 till 20 W för QT9 och från 20 till 100 W för QT12. Medellivslängd från 2000 timmar till 5000 timmar beroende på lamptyp. Lamporna finns i både lågtrycks- och högtrycksutförande. Lampor av högtryckstyp kräver armaturer med skyddsglas då det finns en mindre explosionsrisk när en lampa når slutet av sin livslängd. Lampsockeln består av två stift vars beteckning G4 eller GY6,35 är identisk med armaturens lamphållarbeteckning. Lågtryckslamporna med ”UV-stopp-skydd” från bland andra Osram och Philips har eliminerat kravet på skyddsglas.

Halogenlampor för lågvolt 12 volt med reflektor är försedda med antingen en glasreflektor eller en metallreflektor. Effekter från 20 till 100 W. Några vanliga socklar är GU4, G53 och GU5,3 som alltså passar i lamphållare med samma beteckning. Reflektorlampa väljer man efter önskad spridningsvinkel. Vinklar upp till 18° kallas smalstrålande (”super spot” eller ”spot”), vinklar inom 18– 40° mediumstrålande (”medium” eller ”medium flood”)

forts >>



1. Halogenlampa 230V, sockel E27 (retrofit)
2. Halogenlampa 230V, sockel E14 (retrofit)
3. Halogenlampa 230V, sockel E14/E27 (retrofit)
4. Halogenlampa 230V, 2-socklad R7s
5. Halogenreflektorlampa 230V, sockel E27 (retrofit)
6. Halogenlampa 230V, sockel G9
7. Halogenreflektorlampa 230V, sockel GU10/GZ10
8. Halogenreflektorlampa 12V, sockel G53
9. Halogenlampa 12V, sockel GY6,3
10. Halogenreflektorlampa 12V, kalljus, sockel GU5,3

och vinklar över 40° som kallas bredstrålning ("flood, wide flood" eller "very wide flood"). Spridningsvinkel är vinkelområdet inom vilket ljusstyrkan i candela (cd) är minst 50% av högsta värdet.

När det gäller reflektorlampor som ger ett riktat ljus redovisar man traditionellt ljusstyrka istället för ljusflöde i lumen (lm) som man gör från rundstrålning ljuskällor. I Ekodesign-förordningen krävs dock numera även att ljusflöde i lumen (lm) ska mätas och redovisas. Högsta ljusstyrka får man med smalstrålning lampor mot en mindre yta. Det är alltid viktigt att hålla reda på vilken spridningsvinkel som från början har valts till en armatur så att det blir rätt vid kommande byten. De mest populära lågvolts-halogenlamporna med reflektor är kalljusreflektorlampor. Dessa har kvartsglasreflektor (dikroisk reflektor) och ett frontglas. De avger ett varmvitt (3000 K), intensivt och koncentrerat ljus med en avsevärt reducerad värmestrålning i ljusriktningen. Dessa lampor med skyddsglas för reflektorn betecknas QR-CBC, när de har en öppen glasreflektor utan frontglas QR-CB. Den framåtriktade ljusvärmens absorberas i detta fall av kalljusreflektorn och återreflekteras bakåt in i armaturen som alltså måste vara konstruerad och märkt för högre temperaturer än vanliga armaturer.

Teknik

Halogentekniken är en vidareutveckling av glödlampstekniken som gjort det möjligt att öka livslängd och ljusutbyte. Tekniken som används är att man tillför halogener till fyllnadsgasen, vanligen brom eller jod, som gör att förångad wolfram återförs till glödtråden när de träffar ytterkolvsglaset. Fördelen med detta är att ingen svärtning av ytterkolven sker. En förutsättning är att temperaturen på glaset är högre än 260° C. För att kunna uppnå denna temperatur krävs att ytterkolven är liten och kompakt. Tekniken medför att man får både ett högre ljusutbyte, 28 lumen per watt (lm/W), och en livslängd på 2000-5000 timmar. Det högre ljusutbytet är resultatet av en högre glödtrådtemperatur som också ger ett något vitare varmvitt ljus med färgtemperaturen 2900–3200 kelvin (K). Halogenlampor är temperaturstrålare och har en utmärkt färgåtergivning med Ra-index 100.

Den senaste tekniken är den energibesparande IRC-tekniken, som består av ett IR-reflekterande skikt som återreflekterar värmen in i lampan. Det medför att mindre energi åtgår för att hålla glödtråden vid önskad temperatur vilket höjer verkningsgraden och förbättrar livslängden.

Driftdon

Halogenlampor för nätspänning kräver inga driftdon utan ansluts direkt till elnätet. Lågvoltslamporna kräver driftdon som antingen är en äldre elektromagnetisk transformator eller en modernare elektronisk konverter/transformator. Elektroniska driftdon är att föredra då de ger en konstant spänning och eliminerar risken för överspänning som dramatiskt kan förkorta lampornas livslängd.

Styrning

Halogenlampor går att ljusreglera, men vid en viss reglernivå blir ytterkolvens temperatur < 260° C och halogenprocessen upphör och det kan uppstå svärtning av ytterkolven. Denna svärtning försvinner dock när ljusflödet är 100% igen. Vid ljusreglering sjunker glödtrådens temperatur och ljusfärgen blir stegvis mer varmtonad samtidigt som livslängden förlängs.

28. Raka lysrör och cirkellysrör

Denna stora grupp ljuskällor producerar den övervägande delen av vår elektriska belysning. Lysrörsljuset utgör den vanligast förekommande takbelysningen på våra arbetsplatser och i offentlig inomhusmiljö.

Den helt dominerande lysrörstypen är raka fullfärgslysrör, som har en god färgåtergivning med Ra-index >80. De äldre enkelfärgslysrören med dålig färgåtergivning är redan utfasade från marknaden på grund av energieffektivitetskrav i Ekodesigndirektivet. Fullfärgslysrör har genomgående ett ljusutbyte (lumen per watt) som är fyra till sju gånger högre än glödlampans samt en livslängd som är tio till tjugo gånger längre.

De vanligaste raka lysrören i olika längder är 16 mm i diameter, de drivs med HF-don och är ljus- och energieffektiva med lång livslängd. Kortbeteckning är T16 eller T5. De finns i två huvudgrupper, High Efficiency (HE) och High Output (HO). Den första, HE, är mest energieffektiv och erbjuder mest ljus för lägsta eleffekt. Den andra, HO, erbjuder mest ljus för en vald lysrörlängd. Både HE och HO-lysrören finns även i speciellt energisnålt utförande, T16 HE ES och T16 HO ES. Se närmare på våra tabellsidor med detaljerade fakta.

Den ljusfärg som är vanligast på arbetsplatser, i butiker och i offentlig miljö är varmvit i färgtemperatur 3000 kelvin (K). Även 2700 kelvin (K) förekommer under beteckningen varmvit. Färgåtergivningen är övervägande Ra>80 men vissa lysrör uppvisar högre ljus-kvalitet med index Ra>90.

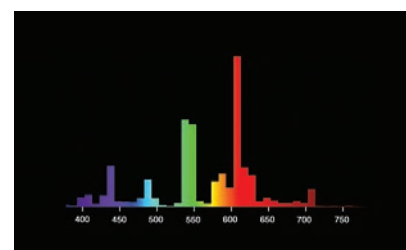
EXEMPEL PÅ RAKA VARMVITA LYSRÖR T16/T5:

VARMVITA LYSRÖR T16/T5	WATT	LÄNGD mm	LUMEN	KELVIN	RA-INDEX	SE FAKTATABELL
HE	14	549	1200	3000	>80	3:1
	21	849	1900			
	28	1149	2600			
	35	1449	3300			
HE ES*	25	1149	2450	2700	>80	3:1
	32	1449	3100			
HO	24	549	1750	3000	>80	3:1
	39	849	3100			
	49	1449	4310			
	54	1149	4450			
	80	1449	6150			
	HO ES*	45	1449	4310	3000	>80
	50	1149	4450			
	73	1449	6150			

* Energispar "Energy saver"

När det gäller livslängd så är raka T16/T5- lysrör bland de bättre ibland ljuskällor. "Service life" är livslängdbegreppet som fortfarande används för dessa lysrör, 19 000 till 21 000 timmar. Det är antalet lystimmar då 80% av ursprungligt ljusflöde finns kvar efter såväl ljusnedgång 10% som lampbortfall 10%. Service life för lysrör är alltså analogt med "användbar livslängd". Här har man nått den punkt då det är mest ekonomiskt och miljövänligt att byta lysrören i anläggningen till nya.

Cirkellysrören i T16- familjen av lysrör finns i tre storlekar med yttre diameter 230, 305 och 379 mm. Ljusflöden redovisas från 1900 lumen till 4200 lumen. Ljusfärger och färgåtergivning är samma som de raka lysrören. Service life för dessa lysrör anges till 8000 timmar varefter 80% ljusflöde återstår.



Spektralfördelning lysrör varmvit 830

Ljusflöden och livslängder för alla lysrör liksom driftdonens prestanda påverkas av omgivningstemperaturen. Armaturers produktfakta är, om inget annat anges, relaterade till en rumstemperatur på 25°C. Detta kan vara viktigt att komma ihåg vid val och placering av armaturer. Tänk också på den höga ytluinansen från senare generationers ljusstarka lysrör. Risker är uppenbara för störande eller till och med synnedläggande bländning, även indirekt bländning. Det gäller att armaturen är väl avskärmd och placeras på ett klokt sätt. En ytas luminans mäts och redovisas i candelar per kvadratmeter (cd/m²).

Teknik

Lysrör är tekniskt sett lågtryckskviksilverlampor. I varje ände finns en elektrod innesluten och röret är fyllt med en inert gas av argon och/eller krypton – samt en liten mängd kvicksilver. Rörets insida är belagt med ett lyspulver som omvandlar UV-strålningen från kvicksilverurladdningen till synlig strålning. Beroende på lyspulvrets sammansättning kan man få önskad färgtemperatur och färgåtergivning. Moderna lysrör utnyttjar en teknik med ett ”spärrskikt” mellan urladdning och ytterkolv för att minimera migreringen av kvicksilver och därmed ljusnedgången under livslängden.

* en gas som inte reagerar kemiskt med sin omgivning

Driftdon

Lysrör kan inte anslutas direkt till elnätet utan ett driftdon. Moderna lysrör drivs med HF-driftdon (HF = högfrequens). Dessa don är som bekant mer energieffektiva och ekonomiska än de äldre EM-donen och medför förbättrad komfort, bland annat genom reducerat flimmer. De smala 16 millimeters lysrören T16/T5 drivs endast med HF-don.

Styrning

Med rätt typ av driftdon, s.k. HF-dimdon, går det utmärkt att ljusreglera lysrör från 1–100% i uppvärmda lokaler. I kalla lokaler finns begränsningar. Ljus kvaliteten bibehålls så gott som oförändrad liksom med rätt teknik även livslängden.

Mälarsjukhuset, Eskilstuna



29. LED-lysrör

Med LED-lysrör avses här de retrofit-lysrör som främst är avsedda att ersätta vanliga T26/T8-lysrör, diameter 26 mm och sockel G13, i befintliga armaturer med nedåtriktat ljus.

Till skillnad mot vanliga lysrör ger LED-lysrören ett riktat ljus och utstrålningsvinkeln är oftast 120–140°, vilket i viss utsträckning kan kompensera för dåliga reflektorer i gamla armaturer. Fördelar är energibesparing, en längre livslängd och att tills vidare att kunna behålla befintliga armaturer. Störst energibesparing vinner man dock om man byter ut hela sin gamla anläggning mot senaste teknik inom LED-armaturer med integrerade lysdioder.

Vi rekommenderar LED-lysrör endast av kända fabrikat, till exempel Osram och Philips, eftersom flera exempel dykt upp på udda fabrikat som uppvisat en elsäkerhetsmässigt undermålig konstruktion och missvisande CE-märkning. Se *faktatabell 6:5*.

Teknik

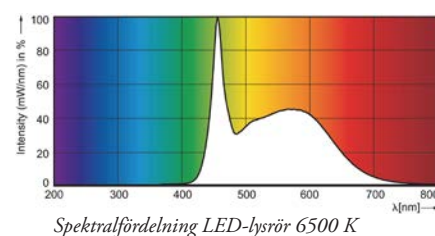
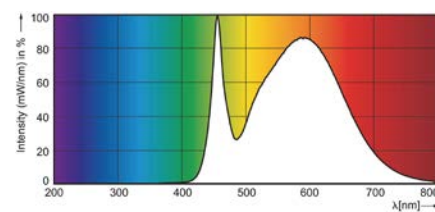
LED-modul eller LED-strip med lysdioder är monterad inuti lysrör av samma dimension som T26/T8. Vitt ljus skapas oftast med blå dioder plus ett lyspulver med samma egenskaper som i vanliga lysrör.

Driftdon

Retrofit-LED-lysrör är konstruerade för att drivas med i armaturen befintliga, traditionella elektromagnetiska reaktorer (don). Viss anpassning av befintlig armatur kan krävas, till exempel att lysrörståndaren ersätts med en speciell tändare för LED-lysrör. Vi varnar för varje otillåten ändring i en armatur som inte ryms inom armaturens obligatoriska CE-märkning. Se därför alltid till att LED-lysrören passar i befintliga armaturer.

Styrning

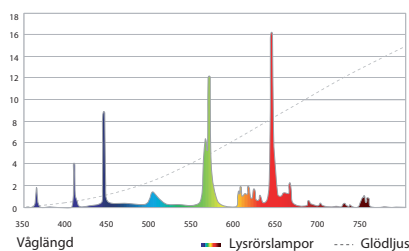
Den första generationens LED-lysrör går ej att ljusreglera.





Kompaktlysrör

1. 2-stav, sockel 2G7 2. 4-stav, sockel 2G11
3. 6-stav, sockel GX24q 4. 6-stav Eco, sockel GR14q



Spektralfördelning för lysrörslampor 2700K, Ra85.

30. Kompaktlysrör

Kompaktlysrör (TC) är den innehållsrika lysrörsfamilj där 1-socklade ljuskällor består av två eller flera parallella glasrör som kallas stavar. Från början var kompaktlysrören små och kompakta, avsedda att ersätta glödlampor. Numera finns de i längder ända upp till 570 millimeter.

Till skillnad från sina närmaste släktingar lysrörslamporna som är glödlampersättare med standardsockel (även kallade lågenergilampor), kräver de separata driftdon av anpassad typ, antingen ett elektromagnetiskt don av äldre typ eller ett modernt HF-don. För dimring kallas donen HF-dimdon.

Dagens kompaktlysrör med 4-stifts-sockel passar endast i armaturer med HF-don. Äldre kompaktlysrör har 2-stiftssockel som enbart passar i armaturer med elektromagnetiskt don. De uppfyller inte Ekodesigndirektivets kommande krav på användning av HF-don och kommer att fasas ut från marknaden år 2017.

Kompaktlysrören finns i många effekter från 5 watt (ljusflöde 250 lumen) till 80 watt (ljusflöde 6 000 lumen). Hos Osram och Philips motsvarar ljuskvaliteten de raka fullfärglysrören när det gäller varmvita, vita och kallvita ljusfärger i färgtemperaturer 2 700, 3 000, 4 000 respektive 5 400 kelvin (K) samt färgåtergivning Ra <80. De långa kompaktlysrören TC-L 18 - 80 W finns även i en högre ljuskvalitet, Fullfärg special, färgåtergivning Ra >90.

Som livslängd för kompaktlysrör använder man medellivslängder som jämförelse. Det har sin förklaring i att kompaktlysrören från början jämfördes med glödlampor. Medellivslängden varierar något mellan de olika lamptyperna. För de större lamptyperna med HF-don anges som regel medellivslängd 15 000-20 000 timmar respektive service life (användbar livslängd) 10 000-16 000 timmar. För användningsområden med långa sammanhängande drifttider på minst 11 timmar i taget finns speciella kompaktlysrör, Master PL-Xtra från Philips är ett exempel, där livslängden med 10% bortfall ökats till 25 000 (6-stavs-rör) och 32 000 timmar (långa 2-stavs-rör). Se faktatabell 4.

Teknik

Tekniken är densamma som för raka lysrör med den skillnaden att det så kallade ”spärrskiktet” oftast ej går att applicera på grund av urladdningsrörens mer komplicerade form.

Driftdon

Moderna kompaktlysrör kräver HF-don alternativt HF-dimdon vid dimring. Deras driftekonomi och komfort är bättre än för de tidigare kompaktlysrören som med 2-stiftssockel var avsedda för armaturer med äldre, elektromagnetiska don.

Styrning

Kompaktlysrör går att ljusreglera med särskilda HF-don (HF-dimdon) med i princip oförändrad ljuskvalitet.

31. Lysrörslampor

Lysrörslampor kallas också i konsumentledet för lågenergilampor. De har tillkommit för att ersätta glödlampor (retrofit) i befintliga armaturer. I princip är de kompaktlysrör men de har inbyggda HF-don och en standardsockel för lamphållare E14 eller E27.

Form och storlek varierar en hel del, från 2 till 6 stavar, spiralformade eller glödlampslänkande ytterkolvar av glas, klotformade alternativt cylindriska. De flesta lysrörslampor tänds snabbt men med en viss fördröjning till fullt ljusflöde.

Utbudet har vuxit starkt de senaste åren och nu finns produkter som tekniskt kan ersätta nästan alla typer av glödlampor, både med och utan reflektor. För att uppfylla kraven i Ekodesigndirektivet måste lysrörslampor energiklassas A, ha en medellivslängd på minst 6000 timmar samt en färgåtergivning med Ra-index <80.

Vid jämförelser med glödlampor ska ljusflödena nå upp till vidstående tabellvärden. Ljusflödena är högre än för motsvarande glödlampseffekter för att kompensera för lysrörslampans successiva ljusnedgång under sin livslängd. En praktisk konsekvens av detta är att en lysrörslampa här sägs motsvara en glödlampseffekt på 36 W eller 47 W som inte finns i verkligheten.

När man på lampförpackningen redovisar jämförelse med motsvarande glödlampseffekt måste detta göras så exakt som möjligt med en noggrannhet på en watt.

Tyvärr informeras inte tydligt om lysrörslampans övriga egenskaper som ljuskaraktär och färgåtergivning, som skiljer sig en hel del från glödlampor. Ljuset är inte likvärdigt med glödljuset och man bör helst prova en lampa först i den miljö den skall användas. I hemmiljö kräver man ofta problemfria lampegenskaper som bra färgåtergivning, dimring, funktion i kyla utomhus och kort upptändningstid. Det är inte alla lysrörslampor som kan tillfredsställa dessa krav. Utvecklingen av LED-lampor i högre ljus kvalitet väcker förhoppning om att de ska bli mer populära, inte minst som glödlampersättare.

Teknik

Tekniken är i princip densamma som för lysrör. De ofta komplicerade formerna på urladdningsrören medför att tekniken med ”spärrskikt” inte går att använda och ljusnedgången under livslängden är därför högre än för T16/T5-lysrör.

Driftdon

Driftdon krävs för dessa lampor och HF-don är därför integrerade i lampfoten.

Styrning

Idag finns det speciella lysrörslampor som är konstruerade för att kunna ljusregleras. Begränsningar kan dock gälla typ av dimmer. Problemet är att man inte alltid vet vilken typ av dimmer som sitter i befintliga installationer. Vanligast är nog ändå en vanlig glödljusdimmer med så kallad framkantstyrning och den passar de flesta lysrörslampor för ljusreglering. Det finns också krav i Ekodesigndirektivet på märkning av lampförpackningen där det ska framgå om lampan går att ljusreglera eller om det finns begränsningar.



Lysrörslampor

1. med ytterkolu, sockel E27 (retrofit)
2. stavformad, sockel E27 (retrofit)
3. spiralformad, sockel E27 (retrofit)
4. globformad ytterkolu, sockel E27 (retrofit)
5. med ytterkolu, sockel E14 (retrofit)
6. med ytterkolu, sockel E14 (retrofit)

GLÖDLAMPA WATT	LYSRÖRSLAMPA LUMEN
15	125
25	229
40	432
60	741
75	970
100	1398

För mer utförlig data, se faktatabell 5:1

**LED-lampor**

1-2. 230V, sockel E27 (retrofit)

3. 230V, sockel E14 (retrofit)

4. 230V, sockel E27 (retrofit)

5-6. 230V, sockel E14 (retrofit)

GLÖDLAMPA WATT	LED-LAMPA LUMEN
15	136
25	249
40	470
60	806
75	1055
100	1521

För mer utförlig data, se faktatabell 6

32. LED-lampor

Med begreppet LED-lampor avses ersättningslampor (retrofit) för glödlampor och lysrörslampor (lågenergislampor) och de har ett utseende som påminner om dessa. LED-lampor tänds utan fördröjning. Deras standardsockel passar till armaturer med lamphållare E14 eller E27.

En LED-lampa har små lysdioder integrerade inuti sig liksom ett driftdon. De är avsedda för direkt anslutning till elnätet. Lamporna har funnits på marknaden i några år men de första lamporna uppfyllde inte de mest elementära krav på ljusfärg, färgåtergivning, färgskiftning och livslängd. Under 2013 förbättrades situationen avsevärt i och med att Ekodesignförordningen kompletterats med skärpta funktionskrav med minimikrav på bl.a. färgåtergivning och färgstabilitet.

De större tillverkarna inklusive Osram och Philips kommer med fler produkter i allt högre kvalitet, både rundstrålande och i form av reflektorlampor. Sortimentet innehåller även LED-lampor för ljusreglering, ännu så länge med vissa begränsningar. På förpackningarna skall finnas information om lampans reglerbarhet och eventuella begränsningar.

Utvecklingen har nått långt. Man kan tekniskt och ekonomiskt erbjuda alternativ till rundstrålande glödlampor upp till 75 W. Dessa LED-lampor har ett ljusutbyte i lumen per watt (lm/W) som motsvarar lysrörslampornas samt ett färgåtergivningsindex på Ra > 80. Fler nya LED-lampor kommer med bättre färgåtergivning Ra>90. Utvecklingen fortsätter och ersättare för glödlampor på 100 W är att vänta. När det gäller reflektorlampor är besparingspotentialen till och med större då man kan styra ljuset från LED-lampor mer effektivt än från motsvarande konventionella ljuskällor.

LED-lampor är mer begränsade i sin rundstrålande ljusfördelning än glödlampor. Den i sockeln inbyggda elektroniken avskärmar något mer ljus än vad sockeln gör vilket i genomlysiga opalglasarmaturer kan ge upphov till viss skuggverkan på glaset.

Inköpspriset för LED-lampor minskar stegvis i takt med utvecklingen. De är fortfarande dyrare i inköp än lysrörslampor men detta kompenseras till viss del av energibesparing och väsentligt ökad livslängd. Vanligtvis anges från 20 000 upp till 50 000 timmar som medellivslängd, det antal lystimmar då hälften av lamporna har slocknat (B50) och återstående lampor ger 70% av ursprungligt ljusflöde (L70).

Användningsområdet får bestämma vad som är optimal livslängd. Stora kvalitetsskillnader finns mellan en mängd olika fabriker på marknaden så vi rekommenderar gärna lampor av kända fabriker.

När man publicerar jämförelser mellan LED-lampors prestanda och rundstrålande glödlampors får ljusflöden inte understiga de i nedanstående tabell. Dessa ljusflöden är högre än för motsvarande glödlampseffekt på grund av LED-lampornas ljusnedgång under sin livslängd. När det bland annat på lampförpackningen redovisas jämförelse med motsvarande glödlampseffekt krävs att det görs så exakt som möjligt med en noggrannhet på minst en watt.

Reflektor-LED

Reflektor-LED-lampor är en produktgrupp som nu också måste redovisa sitt ljusflöde (lumen) för att underlätta jämförelser. För reflektorlampor har man hittills inte redovisat ljusflöde som gäller för rundstrålande lampor utan enbart ljusstyrka i candela (cd). Som spridningsvinkel redovisas den vinkel inom vilken ljusstyrkan är minst 50 % av den maximala. Detta anges med siffror eller i polardiagram (ljuskurvor).

Med traditionella reflektorlampor hamnar inte allt ljus inom den angivna spridningsvinkeln utan en ganska stor del hamnar utanför vinkeln. Detta ser man i ljuskurvor men inte enbart i sifferredovisning. Detta ”spilljus” är ofta ett välkommet ljusstillskott i rummet.

Reflektor-LED-lampor har en mer exakt ljusriktning och allt ljus hamnar inom angiven spridningsvinkel. Vid accentbelysning är detta positivt då kontrasten på belyst föremål ökar. Men för belysningen i rummet saknas nu detta ljustillskott och kan behöva kompenseras med fler ljuskällor. Väljer man lampor för allmänbelysning med större spridningsvinkel, kan detta ha betydelse eftersom det är det totala ljusflödet i lumen (lm) som ger belysningsnivån. Ett krav i Ekodesignförordningen är därför att både ljusstyrka (cd) och ljusflöde (lm) ska redovisas i produktdokumentationen.

Teknik

För de flesta LED-lampor används tekniken med att kombinera blå lysdioder med ett lypulver som ger ett varmvitt eller vitt ljus i den färgtemperatur och färgåtergivning som önskas.

Driftdon

LED-lampor kräver elektroniskt driftdon som på ett eller annat sätt är integrerat inuti lampan.

Styrning

De flesta LED-lampor som klassas "dimringsbara" är utvecklade för en vanlig glödljusdimmer, en s.k. framkantdimmer, men alla dimrar på marknaden fungerar inte här av olika skäl. Orsaker kan vara att minimilasten (W) är för låg, att dimmern inte kan hantera elektroniken i ljuskällan eller att "intelligenta" multidimrar luras att växla läge. Det ännu så länge en omöjlighet för LED-lampproducenterna att testa alla kombinationer som finns. Tills vidare får man kontakta sin leverantör och be om förslag på fungerande kombination av ljuskälla/dimmer. Både LED-lamps- och dimmertillverkare arbetar med att ta fram nya sortiment anpassade till senaste teknik. Förhoppningsvis minimeras kompatibilitetsproblemet inom en överskådlig framtid men troligen kommer det alltid att finnas kombinationer som inte fungerar optimalt tillsammans.



LED-reflektorlampor

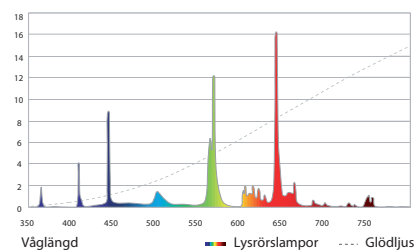
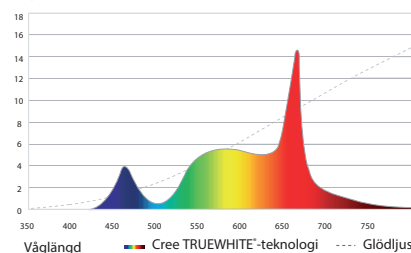
1-3. 12V, sockel GU5,3

4. 230V, sockel E27 (retrofit)

5. 230V, sockel GU10

6. 12V, sockel GU5,3

Spektralfördelning för moderna LED-lampor och traditionella lysrörslampor jämfört med glödljus.





Metallhalogenlampor Compact HID

1. keramisk, sockel G12
2. keramisk, sockel G8,5
- 3-4. keramisk, sockel GU6,5
5. keramisk, 2-socklad RX7s
6. keramisk, sockel GX10

33. Metallhalogenlampor Compact HID

Det är stor skillnad på halogenlampor som ger glödljus, och metallhalogenlampor som är urladdningslampor av högtryckstyp. De första metallhalogenlamporna tillkom för att leva upp till kraven på ett intensivt, vitt och "rent" ljus med bra färgåtergivning för färgtevesändningar från större sportevenemang.

Senaste teknik för små och medelstora metallhalogenlampor, så kallade Compact HID lampor, är att man använder urladdningsrör i keramiskt material, av samma typ som högtrycksnatriumlampor, istället för kvartsglas som användes tidigare. Med den nya tekniken kan man öka både tryck och temperatur i urladdningen och därmed förbättra ljusutbyte, färgåtergivningsförmåga och inte minst färgstabilitet under livslängden. HID är en förkortning för engelskans High Intensive Discharge.

De små och medelstora metallhalogenlamporna, Compact HID, finns i effekter 20, 35, 50, 70, 100 och 150W. Framförallt de två lägre effekterna har blivit populära med en allt bredare användning inomhus, som både accentljus och allmänbelysning inom handel och offentlig miljö. Vid exponering av föremål i olika material, från glas och metall till textilier, uppfattas ljuset ofta som attraktivt fräscht och krispigt. Fler fabrikat ökar sitt utbud av lampor med den bättre färgåtergivningen, $R_a > 90$.

Produktutveckling pågår, en trend är att utveckla lampor med lägre effekter i allt högre ljuskvalitet för att framför allt erbjuda energieffektiva alternativ till olika typer av halogenlampor. Bra exempel på dessa ljuskällor Powerball och Shoplight från Osram och MASTER Colour Elite från Philips.

Vanligaste ljusfärgerna är 3000 och 4200 kelvin (K). Ljusutbytet är högt, omkring 90-120 lumen per watt (lm/W). Sortimentet innehåller både 1-sockliga och 2-sockliga utföranden med rörformade eller ellipsoida ytterkolvar av glas som är klart eller mätterat. Medellivslängden varierar mellan 8000 och 15 000 timmar beroende på typ.

I den senaste ljuskällan från Philips, MASTER Colour Evolution, har man med ny teknik även lyckats reducera ljusnedgången under livslängden samtidigt som man kunnat öka ljusutbytet och förbättra ljuskvaliteten. Dessa egenskaper gör att den nu överträffar de bästa lysrören när det gäller effektivitet och ljuskaraktär.

För utomhusbelysning används Compact HID för fasadbelysning och annat strålkastarljus, i övrigt väljer man här andra typer av metallhalogen som framgår av följande kapitlet och också redovisas i våra faktatabeller, se tabell 7:1.

När man tändar en metallhalogenlampa i kallt tillstånd tar det flera minuter innan den uppnått fullt ljusflöde. Återtändning av en varm lampa varierar från fem till femton minuter beroende på lamptyp och armaturkonstruktion.

En varning är berättigad. Risken för bländning är stor beroende på hög luminans från alla dessa ljusstarka ljuskällor. De små intensiva metallhalogenlamporna har succesivt utvecklats med ökande ljusflöden i allt mindre lampstorlekar och ljuset är populärt vid accentbelysning. Stora krav ställs därför på armaturens konstruktion och utförande och då speciellt på reflektoroptik och effektiv avskärmning. Vid ljusplaneringen ligger stort ansvar på den som väljer och placerar armaturer med så ljusintensiva ljuskällor.

Ännu en varning är på sin plats, då dessa ljuskällor inte alltid är fullt kompatibla, varken elektriskt eller ljuskvalitetsmässigt. Producenternas produktspecifikationer bör studeras noga.

Teknik

Ljuset från de vanligaste metallhalogenlampor alstras i en urladdning i en blandning av metallångor i ett urladdningsrör av sintrad aluminiumoxid. Olika metaller bidrar med olika spektrallinjer och sammansättningen av metaller skapar det totala ljusspektrat. Urladdningsröret innesluts i en klar rörformad eller invändigt klar eller matterad ellipsoid ytterkolv av glas.

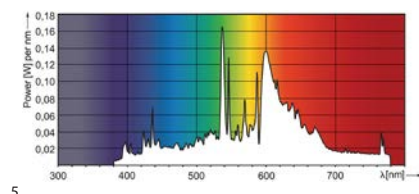
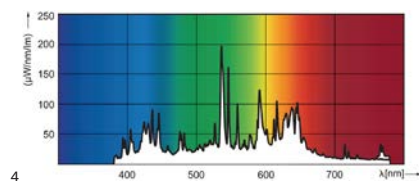
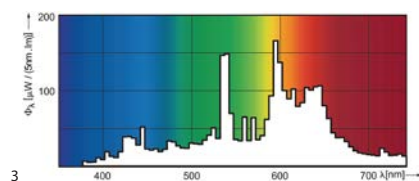
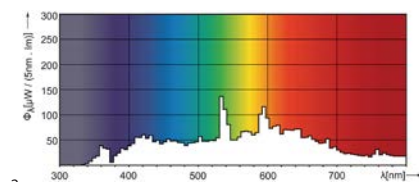
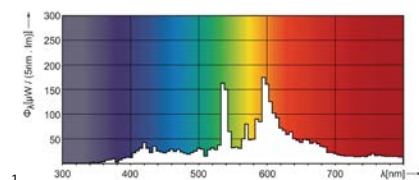
I ljuskällan MASTER Colour Evolution från Philips används en ny teknik där man istället för en blandning av metaller använder en blandning av gaser för att alstra ljuset. Tekniken ger förbättrade prestanda och gör lampan mer driftsäker.

Driftdon

Compact HID metallhalogenlampor får bästa prestanda när de drivs med elektroniska förkopplingsdon, bland annat elimineras risken för flimmer. Vissa av ljuskällorna fungerar endast tillsammans med elektroniska don. Den praktiska livslängden blir också längre då elektroniska driftdon kompenserar för toleranser i matningsspänningen och ger ljuskällorna optimala driftförhållanden. När man tänds en metallhalogenlampa i kallt tillstånd tar det flera minuter innan den uppnått fullt ljusflöde. Återtändning av varm lampa varierar från 5 till 15 minuter beroende på lamptyp och armaturkonstruktion.

Styrning

Vissa Compact HID går att ljusreglera med speciella elektroniska driftdon. Då dessa ljuskällor huvudsakligen används inomhus är det viktigt att ljusregleringen sker med bibehållen färgtemperatur och färgåtergivning. Därför är reglerområdet tillsvidare begränsat till 50–100 %.



Spektralfördelning Metallhalogenlampor
Compact HID

1. CDM-T varmvit 830
2. CDM-T vit 942
3. CDM-T Elite varmvit 930
4. CDM-T Elite vit 942
5. CDM-T Evolution varmvit 930

Ljüs färgen första siffra visar färgåtergivningsindex:
8= god färgåtergivning Ra>80
9= utmärkt återgivning Ra>90

Ljüs färgens två sista siffror visar de två första siffrorna i färgtemperaturens kelvintal:
30= 3000K
42= 4200K



Högtrycksnatriumlampor Compact HID, White SON
1. sockel PG12-1
2. sockel GX12-1

34. Högtrycksnatriumlampor Compact HID

De små kompakta högtrycksnatriumlamporna med ett varmt vitt ljus har blivit omtyckta inom dagligvaruhandelns exponering av charkuterier, frukt och grönt samt som utomhusbelysning i historiska miljöer, t.ex. Gamla stan i Stockholm. Beteckningen HID står för High Intensity Discharge.

Från Philips kommer Master White SON i det välbekanta formatet SDW-T som liksom den mindre SDW-TG ger ett glödlampslänkande ljus med god färgåtergivning, Ra>80, med en förstärkning av varma färger och då speciellt rött.

Färgtemperaturen är 2500 kelvin (K), ljusfärgen 825 och service life (användbar livslängd) 10 000 timmar då 80% av ljusflödet återstår. Tre effekter finns att välja på, SDW-T 35, 50 och 100 W. Den mindre SDW-TG finns i effekterna 50 och 100 W. När man tändar en lampa i kallt tillstånd tar upptändningstiden omkring fem minuter till fullt ljusflöde, i varmt tillstånd en till två minuter. *Se faktatabeller, tabell 8:1.*

Teknik

Ljusalstring sker genom en urladdning i natriumånga. Tekniken används för att optimera färgåtergivningen och är en anpassning av urladdningstrycket, som hålls stabilt med en elektronisk stabilisator.

Driftdon

SDW-T drivs med ett elektromagnetiskt driftdon och elektronisk tändare/stabilisator. För den mer kompakta SDW-TG används elektroniskt driftdon.

Styrning

Ljuskällan går ej att styra då detta innebär en förändring av urladdningstrycket som skulle försämra färgåtergivningen.

Jordfallsmotet



Foto: Bert Leandersson

35. Metallhalogenlampor HID

Här behandlas de metallhalogenlampor som främst förekommer i publika utomhusmiljöer, gator och vägar, för övriga kommunikationer samt för sport och fritid.

Metallhalogenlampor är urladdningslampor av högtryckstyp och skall inte förväxlas med halogenlampor som är vidareutvecklade glödlampor. Metallhalogenlampor i höga effekter för till exempel professionell arenabelysning är speciella och behandlas inte i detta kompendium. Beteckningen HID står för High Intensity Discharge.

De första metallhalogenlamporna tillkom för att klara kraven på ett intensivt, vitt och ”rent” ljus med bra färgåtergivning för färgtevesändningar från större sportevenemang. Numera finns ett stort intresse för utomhusbelysning med ett effektivare vitt ljus av hög ljuskvalitet i vilket öppnat nya möjligheter för metallhalogenlamporna i städer och samhällen istället för det gulare högtrycksnatriumljuset. Metallhalogen har också nått så hög effektivitet i form av ljusutbyte (lm/W) att lamporna uppfyller alla förväntade energieffektivitetskrav i Ekodesigndirektivet. Detta till skillnad från exempelvis kvicksilverlampan som är under utfasning. Bländning är ett speciellt problemområde i trafiksammanhang utomhus. De flesta ljuskällor har länge utvecklats med ökade ljusflöden trots reducerad lampstorlek. Luminanser upp till 80 000 000 candela per kvadratmeter (cd/m²) förekommer hos klara metallhalogenlampor. Kraven på armaturers utförande med bästa möjliga reflektoroptik och effektiv avskärmning är därför mycket stora liksom på en väl genomtänkt armaturplacering.

Aktuella ersättare till det gulare högtrycksnatriumljuset i slutna armaturer i utomhusmiljö är Master City White CDO-TT/ET från Philips och Powerball HCI-TT/T från Osram, eftersom befintliga driftdon kan användas. De finns i effekter från 35 W till 250 W med skruvsockel E27 eller E40. Bägge ljuskällorna ger ett vitt ljus med en färgtemperatur på omkring 3000 kelvin (K) med hög ljuskvalitet. Färgåtergivningen anges till Ra>70, vilket är accepterat som fullt tillräckligt i utomhusbelysning. Livslängden är minst 12 000 timmar service life (användbar livslängd) som motsvarar 3 års användning i vägbelysningsinstallationer.

Ett annat alternativ är MASTER CosmoWhite CPO-TW från Philips. Den passar inte i befintliga armaturer då den har sockel är PGZ12 och en kräver en speciell typ av elektroniska driftdon. Dessa driftdon finns också i utföranden för stegvis ljusreglering för till exempel nattsänkning ned till 50%. Energikostnaderna kan sänkas med 10–15% då ljusutbytet är ända upp till 120 lm/W. Ljuskällan har en klar och rörformad ytterkolv och finns i effekterna 45, 60, 90 och 140 W. Färgtemperaturen är 2750 kelvin (K) och färgåtergivning Ra 70. Service life är 16 000 timmar vilket motsvarar 4 års användning i gatu- och vägbelysning. *Se faktatabeller, tabell 7.* När man tänder en metallhalogenlampa i kallt tillstånd tar det flera minuter innan den uppnått fullt ljusflöde. Återtändning av en varm lampa varierar från fem till femton minuter beroende på typ och armaturkonstruktion.

Teknik

Ljuset från metallhalogenlampor alstras av en urladdning i en blandning av metallångor i ett urladdningsrör av kvartsglas eller sintrad aluminiumoxid. Olika metaller bidrar med olika spektrallinjer och sammansättningen av metaller skapar det totala ljusspektrat. Urladdningsröret innesluts i en klar rörformad alternativt invändigt klar eller matterad ellipsoid ytterkolv av glas.

Driftdon

Metallhalogenlampor kräver driftdon. Vanligast är en kombination av elektromagnetisk reaktor och tändapparat. För lägre effekter finns även elektroniska driftdon som ger metallhalogenlampor bästa prestanda, och bland annat elimineras risken för flimmer. Livslängden blir också längre då elektroniska driftdon bland annat kompenserar för toleranser i matningsspänningen och ger ljuskällorna optimala driftförhållanden.

Styrning

Metallhalogenlampor i effekter upp till 150 W kan ljusregleras med elektroniska driftdon. Ljuskvaliteten försämras något men inte mer än att det normalt accepteras utomhus.



Metallhalogenlampor HID
1-2. keramisk, sockel E27
3. CosmoPolis, sockel PGZ12
4. kvarts, sockel E40
5. keramisk, sockel E227
6. kvarts, sockel E40



Högtrycksnatriumlampor HID

1. rörform, sockel E27
2. ellipsform, sockel E27

36. Högtrycksnatriumlampor HID

Högtrycksnatriumlampor ger ett varmt gulvitt ljus med ett högt ljusutbyte och lång livslängd. Färgåtergivning är betydligt sämre än för de flesta övriga ljuskällor.

Lamptypen har länge varit vanligt förekommande för utomhusbelysning, särskilt gator och vägar samt tyngre industri men ersätts numera av metallhalogenlampor och LED-armaturer. Beteckningen HID står för High Intensity Discharge.

Högtrycksnatriumlampor har en ytterkol av glas som är rör- eller ellipsformad. Sockel är E27 eller E40. De mest effektiva lamporna kan uppvisa ett ljusutbyte på 150 lumen per watt (lm/W) för de största effekterna. De mest använda effekterna uppvisar ljusutbyten på 80-100 lumen per watt (lm/W). Ljusfärgen är gulvit och skiljer sig från metallhalogenlampornas vita ljus. Vanlig färgtemperatur är 2000 kelvin (K) men upp till 2800 kelvin (K) förekommer.

Färgåtergivningen för dessa lampor är begränsad till Ra 20-25. Några mindre effektiva varianter har Ra 30. När man tänder en högtrycksnatriumlampa i kallt tillstånd tar det mellan sex och tio minuter tills den uppnått fullt ljusflöde beroende på lamptyp. Återtändning av varm lampa varierar från en till några minuter.

Den vanligaste typen av högtrycksnatriumlampa för utomhusbelysning är klar och rörformad, Master SON-T Apla Plus från Philips och Vialox SON-T-Super 6Y från Osram, i effekter från 50 W till 400 W, samt Master SON Pia Plus och Vialox SON-E 6Y med en matherad ellipsoid ytterkol i effekter från 50 W till 400 W. Färgtemperaturen är cirka 2200 kelvin (K) och service life är 12 000 till 24 000 timmar. Beteckningen 6Y anger att vid en årlig brinntid på 6000 timmar – normalt för gatu- och vägbelysning – håller ljuskällan sex år. *Se faktabeller, tabell 10.7*

Det finns högtrycksnatriumlampor i kvicksilverfritt utförande men då är ljusutbytet lägre. Denna högre elanvändning under ljuskällans hela livslängd medför då istället ökade kvicksilverutsläpp vid elproduktionen som överstiger kvicksilverinnehållet i de mer energieffektiva alternativen. Rekommendationen för minsta totala miljöbelastning är därför att välja ljuskällor med högsta ljusutbytet.

Teknik

Ljuset alstras av en urladdning i natriumånga i ett urladdningsrör av sintrad aluminiumoxid, som är det enda material som motstår natriumånga under högt tryck och hög temperatur.

Driftdon

Högtrycksnatriumlampor kräver driftdon. Den hittills vanligaste kombinationen är traditionella elektromagnetiska don kombinerade med en elektronisk tändare. Men elektroniska driftdon finns för lägre effekter och används mer och mer. Dessa don ger inte ett högre ljusutbyte men kan sänka systemeffekten tack vare lägre förluster i donet. Drifttegenskaperna blir också bättre, till exempel livslängden. Dessutom är elektroniska don alltid lättare och medför lägre armaturvikt.

Styrning

För effekter < 150 W finns idag även elektroniska driftdon som i vissa utföranden kan ljusregleras ned till 50 % ljusflöde.

37. Kvicksilverlampor

Kvicksilverlampor med sitt kyliga vita ljus var under många år den vanligaste ljuskällan i offentlig utomhusmiljö i Sverige.

Ljuset dominerade länge belysningen på gator och vägar och i grönområden, främst beroende på lång livslängd, lågt inköpspris och därmed god ljusekonomi. Sedan flera år har kvicksilverlampor i nyanläggningar ersatts med högtrycksnatriumlampor och numera också av metallhalogenlampor och LED. Från 2015 kommer kvicksilverlampor att helt fasas ut från marknaden inom EU. Som en konsekvens av detta avråder vi sedan några år från att använda armaturer med kvicksilverlampor i nyanläggningar. Kvicksilverlampans ljusutbyte har med dagens mått mätt varit lågt, ca 50 lumen per watt (lm/W). Färgåtergivning var dålig och nådde som bäst Ra50-60.

Teknik

Kvicksilverlampor är en så kallad högtryckskvicksilverlampa där huvuddelen av ljuset alstras av en urladdning i kvicksilverånga. För färgkorrigering är de ellipsoida lampornas ytterkolv belagd med ett lyspulver som omvandlar en del av kvicksilverstrålningen till mer långvågig strålning som ger ett visst bidrag i den röda delen av spektrat.

Driftdon

Kvicksilverlampor kräver driftdon för begränsning av strömmen.

Styrning

Enligt ljuskälfabrikanternas information går inte kvicksilverlampor att ljusreglera. På marknaden förekommer dock system där man med spänningssänkning har kunnat uppnå en måttlig effektsänkning, främst för nattsänkning i gatubelysningsanläggningar.



Under utfasning



Endura från Osram

38. Induktionslampor

Dessa ljuskällor är en lamptyp som inte förekommer ofta i Europa. De använder en teknik där energin till ljuskällan överförs elektromagnetiskt.

En fördel med tekniken är att man inte behöver elektroder som förbrukas under drifttiden. Ljuskällorna kan i princip få en "evig" livslängd men de har en ljusnedgång som begränsar den användbara livslängden. Det krävs också elektroniska driftdon som har en ändlig livslängd. Ljuskällorna finns antingen som kompletta system för inbyggnad i armaturer eller är försedda med inbyggda driftdon och en sockel E27 eller E40. Främsta egenskapen är att man kan få användbara livslängder på upp till 60 000 timmar.

Teknik

Induktionslampor använder lysrörsteknik där UV-strålning omvandlas till synstrålning med hjälp av ett lyspulver. Ljuskällorna kan i princip därför produceras i flera olika ljusfärger med bättre eller sämre färgåtergivningsegenskaper. Vanligen förekommer de i samma färgtemperaturer som vanliga lysrör.

Driftdon

Induktionslampor kräver elektroniska driftdon som antingen är integrerade i ljuskällan eller bifogas som separat komponent.

Styrning

Induktionslampor har vanligtvis inte gått att ljusreglera.

39. Plasmalampor LEP

Plasmalampan är en udda ljuskälla som förekommer sparsamt på vissa marknader. Den kallas ibland för svavellampa och ibland felaktigt för induktionslampa. Numera kallas den ofta LEP (Light Emitting Plasma).

Det handlar om mikrovågsteknik där en magnetron bombarderar ett ämne, gas och/eller fast ämne, med mikrovågor. Detta valda ämne upphettas och övergår till plasma som strålar ut ett intensivt och flimmerfritt vitt ljus.

På grund av hög värmeutveckling måste lampan vanligtvis kylas med en fläkt. De första plasmalamporna hade mycket höga effekter och ljusflöden, vilket har begränsat deras användning. Utvecklingen på senare tid har gått mot lägre effekter och ljusflöden, exempelvis 125 watt (W). Livslängden begränsas endast av magnetronen som hittills haft en praktisk livslängd på omkring 15 000 timmar.

Teknik

Upphettnings av ett ämne, gas och/eller fast ämne, till plasma som avger ett vitt ljus med kontinuerligt spektrum.

Driftdon

Plasmalampor kräver driftdon i form av en magnetron för uppvärmning av materian.

Styrning

Ljusreglering är tekniskt möjlig men tillgången på kommersiella produkter är begränsad.



Light Emitting Plasma från Luxim



FAKTA- TABELLER

Bilaga till Anells kompendium *Våra vanligaste ljuskällor* | 2014

Första utgåvan: våren 2014.

Detta tabellhäfte finns bläddringsbart och för nedladdning på www.annell.se/bibliotek där faktatabellerna uppdateras årligen i pdf-upplaga.



T1. Faktatabeller

Följande tabeller redovisar ett urval av de bästa ljuskällorna inom de vanligaste produktkategorierna hos Osram och Philips. Sammanställningen är lättöverskådlig och unik i sitt slag med ett aktuellt produkturval från de två marknadsledarna. Tabellerna uppdateras hos Annell minst en gång per år. Senast uppdaterade tabeller finns liksom det befintliga kompendiet separat som pdf på www.annell.se/bibliotek, bläddringsbart och för nedladdning.

Elektronik

Uppgifter om ljuskällornas prestanda baseras på drift med elektroniska driftdon. Undantag är urladdningslampor (HID), främst för utomhusapplikationer, där elektroniska driftdon ännu inte finns för alla effekter.

Ljusnedgång och lampbortfall

I Ekodesigndirektivet krävs ljuskällorproducenter på en mer komplett dokumentation än tidigare. Bland annat på uppgifter om ljusnedgång och lampbortfall under livslängden. Tabellverket innehåller därför kolumner med lystid vid 10% lampbortfall (B90) respektive 20% ljusnedgång (L80), något som är viktigt vid belysningsplanering och underhållsplanering.

Reflektorlampors ljusflöde

För reflektorlampor redovisas nu förutom ljusstyrka även ljusflöde enligt Ekodesignförordningen för LED- och reflektorlampor från september 2013.

LED-lampors livslängd

För LED-lampor redovisas medellivslängder. Ett riktvärde för ljusnedgång hos Osram och Philips är att 70% av ljusflödet (L70) återstår då medellivslängden har uppnåtts. Detta överensstämmer med gällande funktionskrav i Ekodesignförordningen.

Glödlampersättare

Inom tre lampkategorier med skilda egenskaper finns praktiska ersättare för glödlampan. Valet beror på användningsområde, armaturtyp och eget önskemål. Se *Halogenlampor tabell 2:1*, *Lysrörslampor tabell 5:1* och *LED-lampor tabell 6:1*.

Kortbeteckningar

För ljuskällor som är kompatibla och utbytbara mellan olika fabrikat förekommer två olika kortbeteckningar, dels LDS-systemet som används av de större armaturproducenterna, dels ILCOS-systemet som kommer från ljuskällorproducenterna. Se närmare på denna bilagas avslutande sidor.

Ändringsförbehåll

Produktfakta baseras på tillgängliga uppgifter vid tryckning, de flesta från Osram och Philips, hösten 2013. Vi reserverar oss för tillkommande ändringar. För senaste information hänvisas alltid till respektive producents produktkataloger och hemsidor.



Detta är en bilaga till kompendiet "Våra vanligaste ljuskällor" med utgivning 2014.

Innehållsförteckning

	Tabell nr
Glödlampor	1
Halogenlampor	2
Lysrör	3
Kompaktlysror	4
Lysrörslampor	5
LED-lampor/-lysror	6
Metallhalogenlampor Compact HID	7
Högtrycksnatriumlampor Compact HID	8
Metallhalogenlampor HID	9
Högtrycksnatriumlampor HID	10

Fotnoter	sid 18
Kortbeteckningar	sid 19

1. Glödlampor

1.1 GLÖDLAMPOR

Samtliga glödlampor i normal-, klot- och kronljusform är, sedan den 1 september 2012, utfasade från marknaden då de ej uppfyller Ekodesigndirektivets energieffektivitetskrav. Kvar på marknaden kommer det att finnas ett mindre sortiment speciallampor. Till exempel ugn-, kylskåps- och symaskinslampor, toppförsjglade lampor samt lampor med ett ljusflöde < 60 lumen.

2. Halogenlampor

2.1 HALOGENLAMPOR - 230 V UTAN REFLEKTOR - "GLÖDLAMPERSÄTTARE"

Färgtemperatur 2800 K, Färgåtergivningindex Ra 100



EFFEKT WATT (W)	GLÖDLAMP- ¹ WATT	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
		LDS	ILCOS						
PHILIPS – HALOGEN ECO CLASSIC – Normalform klar - Finns även med sockel B22									
28	35	QA55	HSGSA	370	12	D	E27	56/97	2000
42	55	QA55	HSGSA	630	15	D	E27	56/97	2000
52	70	QA55	HSGSA	850	16	D	E27	56/97	2000
70	92	QA55	HSGSA	1200	17	D	E27	56/97	2000
105	140	QA55	HSGSA	1980	19	D	E27	56/97	2000
140	190	QA55	HSGSA	2840	20	D	E27	56/97	2000
PHILIPS – HALOGEN ECO PRO – Normalform									
20	25	QA55	HSGSA	235	12	D	E27	55/96	2000
30	40	QA55	HSGSA	405	14	D	E27	55/96	2000
46	60	QA55	HSGSA	700	15	D	E27	55/96	2000
57	75	QA55	HSGSA	915	16	D	E27	55/96	2000
77	100	QA55	HSGSA	1320	17	D	E27	55/96	2000
116	150	QA55	HSGSA	2135	18	D	E27	55/96	2000
PHILIPS – Klotform klar - Finns även med sockel E27 med måtten 46/74 mm.									
18	23	QD45	HSGSD	204	11	D	E14	45/80	2000
28	35	QD45	HSGSD	370	12	D	E14	45/80	2000
42	55	QD45	HSGSD	630	15	D	E14	45/80	2000
OSRAM – Klotform									
20	25	QD45	HSGSD	235	12	D	E14	45/80	2000
30	40	QD45	HSGSD	405	14	D	E14	45/80	2000
46	60	QD45	HSGSD	700	15	D	E14	45/80	2000
20	25	QD45	HSGSD	235	12	D	E27	45/74	2000
30	40	QD45	HSGSD	405	14	D	E27	45/74	2000
46	60	QD45	HSGSD	700	15	D	E27	45/74	2000
PHILIPS – Kronljus									
18	23	QC35	HSGSC	204	11	D	E14	36/99	2000
28	35	QC35	HSGSC	345	12	D	E14	36/99	2000
42	55	QC35	HSGSC	630	15	D	E14	36/99	2000
OSRAM – Kronljus									
20	25	QC35	HSGSC	235	12	D	E14	35/104	2000
30	40	QC35	HSGSC	405	14	D	E14	35/104	2000
46	60	QC35	HSGSC	700	15	D	E14	35/104	2000
30	40	QC35	HSGSC	405	14	D	E27	35/98	2000
46	60	QC35	HSGSC	700	15	D	E27	35/98	2000
PHILIPS – Globlampa - EcoClassic G95									
42	55	QD95	HSGSD	630	15	D	E27	96/147	2000
70	92	QD95	HSGSD	1200	17	D	E27	96/147	2000

2.2 HALOGENLAMPOR - 230 V UTAN REFLEKTOR - ÖVRIGA

Färgtemperatur 2800 K - Färgåtergivningindex Ra 100

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN / WATT (lm/W)	ENERGIKLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)	
1-socklad G9 klar								
PHILIPS – ECOHALO CLICKLINE								
18	QT14	HSGST	204	11	D	G9	13/45	2000
28	QT14	HSGST	370	12	D	G9	13/45	2000
42	QT14	HSGST	630	15	C	G9	13/45	2000
53	QT14	HSGST	850	16	C	G9	13/45	2000
OSRAM – HALOPIN ECO								
20	QT14	HSGST	235	12	D	G9	14/43	2000
33	QT14	HSGST	460	14	C	G9	14/43	2000
48	QT14	HSGST	740	15	D	G9	14/43	2000
60	QT14	HSGST	980	16	D	G9	14/43	2000
1-socklad B15d klar								
OSRAM – HALOLUX CERAM ECO								
40	QT18	HS	590	15	D	B15d	14/67	2000
60	QT18	HS	980	16	D	B15d	14/67	2000
60	QT18	HS	980	16	D	B15d	14/86	2000
70	QT18	HS	1180	17	D	B15d	14/86	2000
100	QT18	HS	1800	18	D	B15d	14/86	2000
150	QT18	HS	2870	19	D	B15d	14/86	2000
250	QT18	HS	4200	17	D	B15d	14/98	2000
1-socklad E27 klar								
OSRAM – HALOLUX CERAM ECO								
70	QT32	HEGT	1180	17	D	E27	32/105	2000
100	QT32	HEGT	1800	18	D	E27	32/105	2000
150	QT32	HEGT	2870	19	D	E27	32/105	2000
200	QT32	HEGT	4200	21	D	E27	32/105	2000
PHILIPS – ECOCLASSIC T32								
70	QT32	HEGT	1200	17	D	E27	32/106	2000
105	QT32	HEGT	1980	19	D	E27	32/106	2000
2-socklad R7s klar								
PHILIPS – PLUSLINE ES COMPACT - Färgtemperatur 2900 kelvin (K)								
48	QT-DE12	HDG/RS	775	16	C	R7s	11/78	2000
80	QT-DE12	HDG/RS	1515	18	C	R7s	11/78	2000
120	QT-DE12	HDG/RS	2110	19	C	R7s	11/78	2000
PHILIPS – PLUSLINE ES SMALL - Färgtemperatur 2900 kelvin (K)								
120	QT-DE12	HDG/RS	2110	18	C	R7s	11/118	2000
160	QT-DE12	HDG/RS	2730	19	C	R7s	11/118	2000
240	QT-DE12	HDG/RS	4500	20	C	R7s	11/118	2000
400	QT-DE12	HDG/RS	8500	22	C	R7s	11/118	2000

2.3 HALOGENLAMPOR - 230 V MED REFLEKTOR

PAR16, PAR20, PAR30, PAR38 - Färgtemperatur 2900 K - Färgåtergivningindex Ra 100



EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	SPRIDNING (°)	CANDELA (cd)	LUMEN (lm)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
Par16 kalljusreflektor									
PHILIPS – TWISTLINE DICHROIC - KALLJUS									
50	QPAR16-CB	HRGS	25	700	385	D	GZ10	51/51	3000
50	QPAR16-CB	HRGS	50	400	385	D	GZ10	51/51	3000
Par16 alurefektor									
OSRAM – ECO HALO TWIST									
18	QPAR16	HAGS	25	280	105	D	GU10	51/51	2000
25	QPAR16	HAGS	40	400	165	D	GU10	51/51	2000
35	QPAR16	HAGS	40	600	270	D	GU10	51/51	2000
OSRAM – HALOPAR 16 ECO									
28	QPAR16	HAGS	30	570		D	GU10	51/55	2000
40	QPAR16	HAGS	30	900		D	GU10	51/55	2000
PAR20 ALUREFLEKTOR									
PHILIPS – PAR20 HALOGENA									
50	QPAR20	HEGPAR	25	850	305	D	E27	65/105	2000
PAR30S ALUREFLEKTOR									
PHILIPS – PAR30S HALOGENA									
75	QPAR30	HEGPAR	30	1700	725	D	E27	97/91	2000
100	QPAR30	HEGPAR	30	3000	950	D	E27	97/91	2000
PAR38 ALUREFLEKTOR									
PHILIPS – PAR38 HALOGENA									
100	QPAR38	HEGPAR	30	3100	950	D	E27	123/123	2000

2.4 HALOGENLAMPOR - 12 V UTAN REFLEKTOR

Färgtemperatur 2900 kelvin (K) - Färgåtergivningindex Ra 100



EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN / WATT (lm/W)	ENERGIKLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
OSRAM – HALOSTAR ECO								
7	QT9-IRC	HSG	105	15	B	G4	10/33	4000
14	QT9-IRC	HSG	240	17	B	G4	9/33	4000
25	QT12-IRC	HSG	500	20	B	GY6,35	12/44	4000
35	QT12-IRC	HSG	860	26	B	GY6,35	12/44	4000
50	QT12-IRC	HSG	1180	25	B	GY6,35	12/44	4000
60	QT12-IRC	HSG	1650	28	B	GY6,35	12/44	4000
PHILIPS – MASTER Capsule IRC - Färgtemperatur 3000 K								
20	QT12-IRC	HSG	420	21	B	GY6,35	12/44	4000
30	QT12-IRC	HSG	750	25	B	GY6,35	12/44	4000
45	QT12-IRC	HSG	1250	26	B	GY6,35	12/44	4000
60	QT12-IRC	HSG	1700	26	B	GY6,35	12/44	4000
OSRAM – ECOHALO CAPS								
7	QT9-IRC	HSG	90	13	B	G4	9/33	2000
14	QT9-IRC	HSG	205	15	C	G4	9/33	2000
35	QT12-IRC	HSG	680	19	C	GY6,35	11/44	2000
PHILIPS – CAPSULELINE - Färgtemperatur 3000 K								
100	QT12	HSG	1850	19	C	GY6,35	12/44	4000

2.5. HALOGENLAMPOR - 12 V MED GLASREFLEKTOR OCH FRONTGLAS

Färgåtergivningindex Ra 100 - Färgtemperatur 3000 kelvin (K)

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	SPRIDNING (°)	CANDELA (cd)	LUMEN (lm)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
Kalljusreflektor Ø 51 mm									
PHILIPS – MASTERLine ES									
20	QR-CBC51	HRGS	8	6000	275	B	GU5,3	51/51	5000
20	QR-CBC51	HRGS	36	1000	300	B	GU5,3	51/51	5000
30	QR-CBC51	HRGS	8	11000	524	B	GU5,3	51/51	5000
30	QR-CBC51	HRGS	24	3150	540	B	GU5,3	51/51	5000
30	QR-CBC51	HRGS	36	1600	540	B	GU5,3	51/51	5000
30	QR-CBC51	HRGS	60	750	540	B	GU5,3	51/51	5000
35	QR-CBC51	HRGS	8	12500	575	B	GU5,3	51/51	5000
35	QR-CBC51	HRGS	24	4100	640	B	GU5,3	51/51	5000
35	QR-CBC51	HRGS	36	2200	640	B	GU5,3	51/51	5000
35	QR-CBC51	HRGS	60	1050	640	B	GU5,3	51/51	5000
45	QR-CBC51	HRGS	8	15000	625	B	GU5,3	51/51	5000
45	QR-CBC51	HRGS	24	5300	830	B	GU5,3	51/51	5000
45	QR-CBC51	HRGS	36	2850	830	B	GU5,3	51/51	5000
45	QR-CBC51	HRGS	60	1300	830	B	GU5,3	51/51	5000
OSRAM – DECOSTAR 51 ECO									
14	QR-CBC51	HRGS	10	2800		B	GU5,3	51/45	5000
14	QR-CBC51	HRGS	36	480		B	GU5,3	51/45	5000
20	QR-CBC51	HRGS	10	5500		B	GU5,3	51/45	5000
20	QR-CBC51	HRGS	24	2000		B	GU5,3	51/45	5000
20	QR-CBC51	HRGS	36	1000		B	GU5,3	51/45	5000
20	QR-CBC51	HRGS	60	450		B	GU5,3	51/45	5000
35	QR-CBC51	HRGS	10	11000		B	GU5,3	51/45	5000
35	QR-CBC51	HRGS	24	4100		B	GU5,3	51/45	5000
35	QR-CBC51	HRGS	36	2200		B	GU5,3	51/45	5000
35	QR-CBC51	HRGS	60	1050		B	GU5,3	51/45	5000
50	QR-CBC51	HRGS	10	15000		B	GU5,3	51/45	5000
50	QR-CBC51	HRGS	24	5300		B	GU5,3	51/45	5000
50	QR-CBC51	HRGS	36	2850		B	GU5,3	51/45	5000
50	QR-CBC51	HRGS	60	1450		B	GU5,3	51/45	5000
Kalljusreflektor Ø 35mm									
PHILIPS – BRILLIANTLINE DICHROIC									
20	QR-CBC35	HRGS	30	800	185	C	GU4	35/40	4000
35	QR-CBC35	HRGS	10	6000	345	C	GU4	35/40	4000
35	QR-CBC35	HRGS	30	1500	345	C	GU4	35/40	4000

2.6 HALOGENLAMPOR - 12 V MED ALUMINIUMCOATING FÖR BEGRÄNSNING AV SOCKELTEMPERATUR

Färgåtergivningindex Ra 100 - Färgtemperatur 3000 kelvin (K)

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	SPRIDNING (°)	CANDELA (cd)	LUMEN (lm)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
PHILIPS – BRILLIANTLINE ALU									
20	QR51	HAGS	36	700	230	B	GU5,3	51/46	4000
35	QR51	HAGS	36	1500	460	B	GU5,3	51/46	4000
50	QR51	HAGS	36	2100	780	B	GU5,3	51/46	4000
OSRAM – DECOSTAR 51 ALU									
20	QR51	HAGS	36	510		B	GU5,3	51/45	3000
35	QR51	HAGS	36	1100		B	GU5,3	51/45	3000
50	QR51	HAGS	36	1800		B	GU5,3	51/45	3000

2.7 HALOGENLAMPOR - 12 V MED ALUREFLEKTOR OCH IRC

Färgåtergivningindex Ra 100 - Färgtemperatur 3000 kelvin (K)

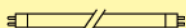


EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	SPRIDNING (°)	CANDELA (cd)	LUMEN (lm)	ENERGI- KLASS	SOCKET	Ø/LÅNGD (mm)	LIVSLÅNGD ³ MEDEL (tim)
OSRAM – HALOSPOT 111 ECO									
35	QR111-IRC	HMGI	6	22500		B	G53	111/67	4000
35	QR111-IRC	HMGI	24	4200		B	G53	111/67	4000
50	QR111-IRC	HMGI	6	33000		B	G53	111/67	4000
50	QR111-IRC	HMGI	24	7000		B	G53	111/67	4000
50	QR111-IRC	HMGI	40	2000		B	G53	111/67	4000
60	QR111-IRC	HMGI	6	42000		B	G53	111/67	4000
60	QR111-IRC	HMGI	24	7000		B	G53	111/67	4000
60	QR111-IRC	HMGI	40	2800		B	G53	111/67	4000
PHILIPS – MASTERLine 111									
30	QR111-IRC	HMGI	8	23000	325	C	G53	111/65	4000
30	QR111-IRC	HMGI	24	3600	390	B	G53	111/65	4000
45	QR111-IRC	HMGI	8	30000	540	C	G53	111/65	4000
45	QR111-IRC	HMGI	24	5300	640	B	G53	111/65	4000
45	QR111-IRC	HMGI	45	1800	640	B	G53	111/65	4000
60	QR111-IRC	HMGI	8	40000	730	C	G53	111/65	4000
60	QR111-IRC	HMGI	24	7700	840	C	G53	111/65	4000
60	QR111-IRC	HMGI	45	2400	840	C	G53	111/65	4000

3. Lysrör

3.1 RAKA LYSRÖR - T16/T5 - FULLFÄRG

Färgåtergivningindex Ra > 80



EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN ⁸ (lm)	LUMEN/WATT ⁸ (lm/W)	ENERGIKLASS	SOCKET	Ø/LÅNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÅNGD ⁶ SERVICE LIFE
T16/T5 HE (High Efficiency) varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K), 865 (6500 K).										
14	T16	FDH	1250	96	A+	G5	16/549	19000	> 19000	19000
21	T16	FDH	1920	100	A+	G5	16/849	19000	> 19000	19000
28	T16	FDH	2625	104	A+	G5	16/1149	19000	> 19000	19000
35	T16	FDH	3325	104	A+	G5	16/1449	19000	> 19000	19000
T16/T5 HO (High Output) varmvit 830 - (3000 K). Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K), 865 (6500 K).										
24	T16	FDH	1750	89	A	G5	16/549	19000	> 19000	19000
39	T16	FDH	3100	92	A+	G5	16/849	19000	> 19000	19000
49	T16	FDH	4375	100	A+	G5	16/1449	19000	> 19000	19000
54	T16	FDH	4450	93	A+	G5	16/1149	19000	> 19000	19000
80	T16	FDH	6550	88	A	G5	16/1449	19000	> 19000	19000
T16/T5 HE Eco/ES (High Efficiency varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 840 (4000 K), 865 (6500 K)										
13 (14)	T16	FDH	1150	104	A+	G5	16/549	21000	> 21000	21000
19 (21)	T16	FDH	2100	112	A+	G5	16/849	21000	> 21000	21000
25 (28)	T16	FDH	2450	108	A+	G5	16/1149	21000	> 21000	21000
32 (35)	T16	FDH	3100	114	A+	G5	16/1449	21000	> 21000	21000
T16/T5 HO Eco/ES (High Output) varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 840 (4000 K), 865 (6500 K)										
20 (24)	T16	FDH	1650	98	A+	G5	16/549	21000	> 21000	21000
34 (39)	T16	FDH	3500	102	A+	G5	16/849	21000	> 21000	21000
45 (49)	T16	FDH	4100	109	A+	G5	16/1449	21000	> 21000	21000
50 (54)	T16	FDH	4400	100	A+	G5	16/1149	21000	> 21000	21000
73 (80)	T16	FDH	6650	96	A+	G5	16/1449	21000	> 21000	21000
T16/T5 HO (High Output) amalgam varmvit 830. Finns även med färg 840, 865. Rekommenderas ej för nödljus p g a längre upptändningstid)										
49	T16	FDH	4650	100	A+	G5	16/1449	19000	> 19000	19000
54	T16	FDH	4750	93	A+	G5	16/1149	19000	> 19000	19000
80	T16	FDH	6650	88	A+	G5	16/1449	19000	> 19000	19000

3.2 RAKA LYSRÖR - T16/T5 - FULLFÄRG SPECIAL

Färgåtergivningindex Ra > 90

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN ⁸ (lm)	LUMEN/WATT ⁸ (lm/W)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
T16/T5 HO (High output) 940 (4000 K). Finns även med färger 950 (5000 K), 965 (6500 K)										
24	T16	FDH	1400	71	A	G5	16/549	19000	> 19000	19000
49	T16	FDH	3700	85	A	G5	16/1449	19000	> 19000	19000
54	T16	FDH	3800	80	A	G5	16/1149	19000	> 19000	19000

3.3 RAKA LYSRÖR - T26/T8 - FULLFÄRG

Färgåtergivningindex Ra > 80

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
T26/T8 varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K), 865 (6500 K).										
18	T26	FD	1350	75	A	G13	26/590	17000	> 17000	17000
36	T26	FD	3350	93	A	G13	26/1200	17000	> 17000	17000
58	T26	FD	5240	90	A	G13	26/1500	17000	> 17000	17000
16 (18)	T26	FD	1300	81	A	G13	26/590	17000	> 17000	17000
32 (36)	T26	FD	3000	94	A	G13	26/1200	17000	> 17000	17000
51 (58)	T26	FD	4800	94	A	G13	26/1500	17000	> 17000	17000

3.4 RAKA LYSRÖR - T26/T8 - FULLFÄRG SPECIAL

Färgåtergivningindex Ra > 90

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
T26/T8 varmvit 930 (3000 K). Finns även med färg 940 (4000 K), 950 (5000 K), 965 (6500 K)										
18		FD	1200	67	B	G13	26/590	17000	> 17000	17000
36		FD	2800	78	A	G13	26/1200	17000	> 17000	17000
58		FD	4600	79	A	G13	26/1500	17000	> 17000	17000

3.5 CIRKELLYSRÖR - T16/T5 - FULLFÄRG

Färgåtergivningindex Ra > 80

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
OSRAM – LUMILUX T16/T5 Cirkel varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K)										
22	T16-R	FSCH	1900	81	A	2XG13	16/230	8000	8000	7000
40	T16-R	FSCH	3400	85	A	2XG13	16/300	8000	8000	7000
55	T16-R	FSCH	4200	76	A	2XG13	16/300	8000	8000	7000
PHILIPS – MASTER TL5, T16/T5, Cirkel varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 840 (4000 K) 40 W även med färg 827 (4000 K)										
22	T16-R	FSCH	1800	82	A	2GX13	16/230	8000	8000	7000
40	T16-R	FSCH	3300	83	A	2GX13	16/230	8000	8000	7000
55	T16-R	FSCH	4200	76	A	2GX13	16/305	8000	8000	7000
60	T16-R	FSCH	5000	83	A	2GX13	16/379	8000	8000	7000

4. Kompaktlysrör

4.1 KOMPAKTLYSRÖR - FULLFÄRG

Färgåtergivningindex Ra > 80

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
PHILIPS – 2-stavrör korta, med 4-stiftssockel, PL-S, varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K)										
5	TC-SEL	FSD	250	50	A	2G7	27/85	8000	12000	13000
7	TC-SEL	FSD	400	57	A	2G7	27/114	8000	12000	13000
9	TC-SEL	FSD	600	67	A	2G7	27/144	8000	12000	13000
11	TC-SEL	FSD	900	82	A	2G7	27/214	8000	12000	13000

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	ENERGI- KLASS	SOCKET	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
OSRAM –DULUX S/E, varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K) (Finns även med 2-stift sockel -TC-S- för E/M-don. Medellivslängd 10 000 timmar.)										
7	TC-SEL	FSD	400	57	A	2G7	27/114	14000	12000	20000
9	TC-SEL	FSD	600	67	A	2G7	27/144	14000	12000	20000
11	TC-SEL	FSD	900	82	A	2G7	27/214	14000	12000	20000
OSRAM/PHILIPS –2-stavsrör långa, med 4-stiftssockel, DULUX L / PL-L, varmvit 830 (3000 K) Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K). Från Osram i utförande med amalgamteknik (CONSTANT)										
18	TC-L	FSD	1200	67	A	2G11	38/217	14000	>20000	20000
24	TC-L	FSD	1800	75	A	2G11	38/317	14000	> 20000	20000
36	TC-L	FSD	2900	81	A	2G11	38/411	14000	> 20000	20000
40	TC-EL	FSDH	3500	88	A+	2G11	38/533	14000	> 20000	20000
55	TC-EL	FSDH	4800	87	A	2G11	38/533	14000	> 20000	20000
80	TC-EL	FSDH	6000	75	B	2G11	38/568	14000	> 20000	20000
OSRAM –DULUX L HE 830 (3000 K). Finns även i färg 840. Endast för HF-don.										
16	TC-LEL	FSDH	1500	94	A+	2GX11	38/317	13000	> 20000	20000
22	TC-LEL	FSDH	2055	93	A+	2GX11	38/411	13000	> 20000	20000
26	TC-LEL	FSDH	2470	95	A+	2GX11	38/533	13000	> 20000	20000
28	TC-LEL	FSDH	2700	96	A+	2GX11	38/565	13000	> 20000	20000
OSRAM/PHILIPS –4-stavsrör med 4-stiftssockel, DULUX DE / PL-C, varmvit 830 (3000 K) Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K) (Finns även med 2-stift sockel för E/M-don. Medellivslängd 10 000 timmar.)										
10	TC-DEL	FSQ-E	600	60	A	G24q1	27/87	8000	12000	20000
13	TC-DEL	FSQ-E	900	69	A	G24q1	27/115	8000	12000	20000
18	TC-DEL	FSQ-E	1200	67	A	G24q2	27/130	8000	12000	20000
26	TC-DEL	FSQ-E	1800	69	A	G24q3	27/149	8000	12000	20000
OSRAM/PHILIPS –6-stavsrör med 4-stiftssockel, DULUX T/E PLUS / PL-T varmvit 830 (3000 K) Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K) (Finns även med 2-stift sockel för E/M-don i effekterna 13 W - 26 W. Medellivslängd 10 000 timmar.)										
13	TC-TEL	FSM-E	900	69	A	GX24q-1	49/90	8000	12000	20000
18	TC-TEL	FSM-E	1200	67	A	GX24q-2	49/100	8000	12000	20000
26	TC-TEL	FSM-E	1800	69	A	GX24q-3	49/115	8000	12000	20000
32	TC-TEL	FSM-E	2400	75	A	GX24q-3	49/131	8000	12000	20000
42	TC-TEL	FSM-E	3200	76	A	GX24q-4	49/152	8000	12000	20000
57	TC-TEL	FSM-E	4300	75	A	GX24q-5	49/181	8000	12000	20000
OSRAM/PHILIPS –6-stavsrör med 4-stiftssockel, med amalgamteknik, DULUX T/E CONSTANT / PL-T TOP varmvit 830 (3000 K) Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K)										
18	TC-TELI	FSM-E	1200	67	A	GX24q-2	49/100	8000	12000	20000
26	TC-TELI	FSM-E	1800	69	A	GX24q-3	49/115	8000	12000	20000
32	TC-TELI	FSM-E	2400	75	A	GX24q-3	49/131	8000	12000	20000
42	TC-TELI	FSM-E	3200	76	A	GX24q-4	49/152	8000	12000	20000
57	TC-TELI	FSM-E	4300	75	A	GX24q-5	49/181	8000	12000	20000
OSRAM –6-stavsrör med 4-stiftssockel, ECO varmvit 830 DULUX T/E HE varmvit 830 (3000 K). Finns även med färg 840 (4000 K)										
11	HC-TEL	FSM	900	82	A	GR14q-1	49/105	14000	12000	20000
14	HC-TEL	FSM	1200	86	A	GR14q-1	49/122	14000	12000	20000
17	HC-TEL	FSM	1500	88	A	GR14q-1	49/141	14000	12000	20000
PHILIPS – MASTER PL-R Eco varmvit 830 (3000 K) Finns även med färg 840 (4000 K)										
14	HC-TEL	FSM	1200	86	A	GR14q-1	49/119	19000	> 20000	24000
17	HC-TEL	FSM	1500	88	A	GR14q-1	49/141	19000	> 20000	24000
OSRAM –4-stavsrör, flata, med 4-stiftssockel DULUX F varmvit 830 (3000 K) Finns även med färg 827 (2700 K), 840 (4000 K)										
18	TC-F	FSS	1100	61	A	2G10	79/122	8000	4000	10000
24	TC-F	FSS	1700	71	A	2G10	79/165	8000	4000	10000
36	TC-F	FSS	2800	78	A	2G10	79/217	8000	4000	10000

5. Lysrörslampor

5.1 LYSRÖRSLAMPOR



EFFEKT WATT (W)	GLÖDLAMPAS- ¹ WATT	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	KELVIN (K)	DIMBAR	ENERGI- KLASS	SOCKET	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
Med extra ytterkolv - glödlampslik. Färgåtergivning Ra 80											
OSRAM –DULUX PRO MINI BALL varmvit 825											
7	30	TC-DSE	FBT	300	43	2500	NEJ	A	E14	51/96	10000
7	30	TC-DSE	FBT	300	43	2500	NEJ	A	E27	51/93	10000
11	51	TC-DSE	FBT	580	53	2500	NEJ	A	E27	61/117	10000
15	64	TC-DSE	FBT	800	53	2500	NEJ	A	E27	81/125	10000
20	86	TC-DSE	FBT	1150	58	2500	NEJ	A	E27	96/142	10000
PHILIPS – MASTER SOFTONE varmvit 827											
9	41	TC-DSE	FBT	425	47	2700	NEJ	A	E27	61/114	12000
12	54	TC-DSE	FBT	630	53	2700	NEJ	A	E27	61/114	12000
16	68	TC-DSE	FBT	860	54	2700	NEJ	A	E27	61/114	12000
20	85	TC-DSE	FBT	1140	57	2700	NEJ	A	E27	66/129	12000
23	97	TC-DSE	FBT	1320	58	2700	NEJ	A	E27	66/129	12000
Stavformat utförande. Färgåtergivning Ra 80 varmvit 825/827											
OSRAM –DULUX INTELLIGENT LONGLIFE (Finns även med ljusfärg 840 (4000 K) och effekter 5, 7, 11 watt (W) med sockel E14.)											
7	36	TC-DSE	FBT	380	52	2500	NEJ	A	E27	36/113	20000
11	53	TC-DSE	FBT	640	56	2500	NEJ	A	E27	45/117	20000
14	65	TC-DSE	FBT	820	57	2500	NEJ	A	E27	45/128	20000
18	85	TC-DSE	FBT	1140	58	2500	NEJ	A	E27	45/145	20000
23	102	TC-DSE	FBT	1440	61	2500	NEJ	A	E27	58/173	20000
30	130	TC-DSE	FBT	1940	64	2500	NEJ	A	E27	58/192	20000
PHILIPS –MASTER PL-E varmvit 827											
8	37	TC-DSE	FBT	400	50	2700	NEJ	A	E27	28/114	15000
11	49	TC-DSE	FBT	600	55	2700	NEJ	A	E27	28/119	15000
15	69	TC-DSE	FBT	890	59	2700	NEJ	A	E27	28/141	20000
20	87	TC-DSE	FBT	1220	61	2700	NEJ	A	E27	40/126	20000
23	106	TC-DSE	FBT	1485	65	2700	NEJ	A	E27	40/137	20000
27	130	TC-DSE	FBT	1820	67	2700	NEJ	A	E27	40/153	20000
33	160	TC-DSE	FBT	2250	68	2700	NEJ	A	E27	40/196	20000
Spiraliserat utförande. Färgåtergivning Ra 80 varmvit 825/827											
OSRAM –DULUX SUPERSTAR MICRO TWIST (Finns även med ljusfärg 840. Effekterna 7, 11 watt (W) även med sockel E14.)											
7	40	TC-DSE	FBT	430	60	2500	NEJ	A	E27	43/89	12000
12	60	TC-DSE	FBT	740	62	2500	NEJ	A	E27	48/97	12000
15	75	TC-DSE	FBT	970	65	2500	NEJ	A	E27	48/102	12000
21	100	TC-DSE	FBT	1400	67	2500	NEJ	A	E27	57/108	12000
24	118	TC-DSE	FBT	1650	69	2500	NEJ	A	E27	57/116	12000
PHILIPS –TORNADO varmvit 827											
5	27	TC-DSE	FBT	270	54	2700	NEJ	A	E27	47/80	10000
8	48	TC-DSE	FBT	505	65	2700	NEJ	A	E27	47/87	10000
15	75	TC-DSE	FBT	970	65	2700	NEJ	A	E27	58/109	10000
20	95	TC-DSE	FBT	1320	66	2700	NEJ	A	E27	62/114	10000
42		TC-DSE	FBT	3110	74	2700	NEJ	A	E27	98/207	10000
60		TC-DSE	FBT	4310	72	2700	NEJ	A	E27	98/223	10000
75		TC-DSE	FBT	5590	75	2700	NEJ	A	E27	98/262	10000

EFFEKT WATT (W)	GLÖDLAMPS- ¹ WATT	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	KELVIN (K)	DIMBAR	ENERGI- KLASS	SOCKET	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
Dimbara lysrörslampor. Färgåtergivning Ra 80 varmvit 825/827 (Dimras med framkant/glödljusdimmer.)											
OSRAM –DULUX INTELLIGENT LEDOTRON CLASSIC											
14	40	TC-DSE	FBT	740	53	2500	JA	A	E27	61/128	10000
OSRAM –DULUX INTELLIGENT LEDOTRON GLOBE											
14	45	TC-DSE	FBT	820	59	2500	JA	A	E27	119/170	20000
OSRAM –DULUX INTELLIGENT LEDOTRON STICK											
18	80	TC-DSE	FBT	1140	63	2500	JA	A	E27	45/148	20000
OSRAM –DULUX INTELLIGENT DIM GLOBE											
15	68	TC-DSE	FBT	840	56	2500	JA	A	E27	120/170	20000
OSRAM –DULUX INTELLIGENT DIM CLASSIC											
16	70	TC-DSE	FBT	880	55	2500	JA	A	E27	78/163	10000
OSRAM –DULUX INTELLIGENT DIM STICK											
18	88	TC-DSE	FBT	1140	63	2500	JA	A	E27	52/161	20000
OSRAM –DULUX INTELLIGENT DIM TWIST											
20	95	TC-DSE	FBT	1300	65	2500	JA	A	E27	56/138	10000
PHILIPS –SOFTONE DIM 5 %											
12	50	TC-DSE	FBT	585	49	2700	JA	A	E27	66/128	10000
20	80	TC-DSE	FBT	1105	55	2700	JA	A	E27	71/150	10000
PHILIPS –TORNADO DIM											
15	70	TC-DSE	FBT	900	60	2700	JA	A	E27	57/117	10000
20	80	TC-DSE	FBT	1220	61	2700	JA	A	E27	57/117	10000
Utförande för många tändningar och släckningar varmvit 825/827											
OSRAM –DULUX INTELLIGENT FACILITY											
7	40	TC-DSE	FBT	430	61	2500	NEJ	A	E14/E27	43/89	20000
12	60	TC-DSE	FBT	740	62	2500	NEJ	A	E27	48/97	20000
15	75	TC-DSE	FBT	970	65	2500	NEJ	A	E27	48/102	20000
21	100	TC-DSE	FBT	1400	67	2500	NEJ	A	E27	57/109	20000
24	118	TC-DSE	FBT	1650	69	2500	NEJ	A	E27	57/118	20000
PHILIPS – MASTER Stairway											
15	68	TC-DSE	FBT	850		2700	NEJ	A	E27	48/126	20000
20	95	TC-DSE	FBT	1230		2700	NEJ	A	E27	48/137	20000

6. LED-lampor/lysrör

6.1 LED-LAMPOR - 230 V UTAN REFLEKTOR - GLÖDLAMPERSÄTTARE

Ra > 80



EFFEKT WATT (W)	GLÖDLAMP- ¹ WATT	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	KELVIN (K)	DIMBAR	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ⁷ B50 / L70
		LDS	ILCOS								
PHILIPS – MASTER LED - normallampa (Finns även med sockel B22.)											
7	40	LED A60	DR A60	470	59	2700	JA	A+	E27	57/105	25000
8	40	LED A60	DR A60	470	59	2700	JA-DimTone	A	E27	57/105	25000
12	60	LED A60	DR A60	806	62	2700	JA	A	E27	58/108	25000
13	75	LED A60	DR A60	1050	67	2700	JA	A+	E27	61/127	25000
20	100	LED A60	DR A60	1521	75	2700	JA	A+	E27	61/127	25000
PHILIPS – MASTER LED - kronljus - klar											
4	25	LED B35	DR B35	250	62	2700	JA	A+	E14	36/103	20000
PHILIPS – MASTER LED - klotlampa - klar											
4	25	LED P45	DR P45	250	62	2700	JA	A+	E14 / E27	45/86	20000
OSRAM – PARATHOM CLASSIC A - matt											
6	40	LED A60	DR A60	470	78	2700	JA	A+	E27	57/115	20000
10	60	LED A60	DR A60	810	81	2700	JA	A+	E27	62/126	20000
13,5	75	LED A60	DR A60	1055	81	2700	JA	A+	E27	62/116	20000
OSRAM – PARATHOM CLASSIC A - klar											
6	40	LED A60	DR A60	470	78	2700	JA	A+	E27	62/116	20000
10	60	LED A60	DR A60	810	78	2700	JA	A+	E27	62/116	20000
OSRAM – PARATHOM CLASSIC A LEDOTRON A60											
12	60	LED A60	DR A60	810	78	2700	JA	A	E27	62/126	30000
OSRAM – PARATHOM CLASSIC KRONLJUS - matt											
3,8	25	LED B25	DR B25	250	66	2700	JA	A+	E14	35/109	20000
6	40	LED B25	DR B25	470	78	2700	JA	A+	E14	35/109	20000
OSRAM – PARATHOM CLASSIC KRONLJUS - klar											
3,8	25	LED B25	DR B25	250	66	2700	JA	A+	E14	35/109	20000
6	40	LED B25	DR B25	470	78	2700	JA	A+	E14	35/109	20000
OSRAM – PARATHOM CLASSIC KLOTLAMP - matt											
3,8	25	LED P25	DR P25	250	66	2700	JA	A+	E27/E14	45/78	20000
6	40	LED P25	DR P25	470	78	2700	JA	A+	E27/E14	45/78	20000
OSRAM – PARATHOM CLASSIC KLOTLAMP - klar											
3,8	25	LED P25	DR P25	250	66	2700	JA	A+	E27/E14	45/78	20000
6	40	LED P25	DR P25	470	78	2700	JA	A+	E27/E14	45/78	20000

6.2 LED-LAMPOR - MED REFLEKTOR 230 V



EFFEKT WATT (W)	GLÖDLAMP- ¹ WATT	KORTBETECKNING ²		SPRIDNING (°)	CANDELA (cd)	LUMEN (lm)	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	Ra	DIMBAR	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ⁷ B50 / L70
		LDS	ILCOS										
OSRAM – PARATHOM PRO PAR16 / 930 (3000 K) (Finns även med ljusfärg 927 (2700 K) och 940 (4000 K))													
5,2	35	LED QPAR51	DR HAGEPAR	35	450	170	3000	A	90	JA	GU10	50/58	50000
6,8	50	LED QPAR51	DR HAGEPAR	25	850	220	3000	A	90	JA	GU10	50/58	30000
OSRAM – PARATHOM PAR16 / 830 (3000 K). Finns även med ljusfärg 2700 K och 4000 K													
5	35	LED QPAR51	DR HAGEPAR	25	1050	350	3000	A	80	JA	GU10	50/58	25000
7,5	50	LED QPAR51	DR HAGEPAR	35	950	350	3000	A	80	JA	GU10	50/58	25000

EFFEKT WATT (W)	GLÖDLAMPSS- ¹ WATT	KORTBETECKNING ²		SPRIDNING (°)	CANDELA (cd)	LUMEN (lm)	KELVIN (K)	ENERGI-KLASS	Ra	DIMBAR	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ⁷ B50/L70
PHILIPS –MASTER LEDspot MV Finns även med ljusfärg 2700 K och 4000 K.													
4	35	LED QPAR51	DR HAGS	25	700	180	3000	A+	80	JA	GU10	50/55	40000
4	35	LED QPAR51	DR HAGS	40	350	180	3000	A+	80	JA	GU10	50/55	40000
6	35	LED QPAR51	DR HAGS	25	1000	300	3000	A+	80	JA	GU10	50/55	40000
6	50	LED QPAR51	DR HAGS	40	600	300	3000	A+	80	JA	GU10	50/55	40000
5,5	50	LED QPAR51	DR HAGS	25	1250	300	3000	A+	80	JA	GU10	50/81	40000
5,5	50	LED QPAR51	DR HAGS	40	500	300	3000	A+	80	JA	GU10	50/81	40000
5,5	50	LED QPAR51	DR HAGS	60	1800	430	3000	A+	80	JA	GU10	50/81	40000
8	50	LED QPAR51	DR HAGS	25	900	430	3000	A	90	JA	GU10	50/81	40000
8	50	LED QPAR51	DR HAGS	40	1800	330	3000	A	90	JA	GU10	50/81	40000
8	50	LED QPAR51	DR HAGS	60	900	300	3000	A	90	JA	GU10	50/81	40000

Utförande med DimTone (varmare ljusfärg vid neddimring - finns bara med ljusfärg 2700 K).

8	50	LED QPAR51	DR HAGS	25	1600	430	2700	A	80	JA	GU10	50/81	40000
8	50	LED QPAR51	DR HAGS	40	900	430	2700	A	80	JA	GU10	50/81	40000

6.3 LED-LAMPOR - 12V UTAN REFLEKTOR



EFFEKT WATT (W)	GLÖDLAMPSS- ¹ WATT	LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	KELVIN (K)	DIMBAR	ENERGI-KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ⁷ B50/L70
PHILIPS – MASTER LED 12 V G4									
2,5	10	100	40	2700	NEJ	A	G4	13/37	25000
3	12	153	51	2700	NEJ	A+	G4	13/37	25000

OSRAM – PARATHOM SPECIAL PIN

1,5	6	80	53	3000	NEJ	A	G4	18/56	15000
-----	---	----	----	------	-----	---	----	-------	-------

6.4 LED-LAMPOR MED REFLEKTOR 12 V



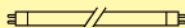
EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ²		SPRIDNING (°)	CANDELA (cd)	LUMEN (lm)	KELVIN (K)	ENERGI-KLASS	Ra	DIMBAR	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ⁷ B50/L70
OSRAM – PARATHOM MR11												
3	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	700	120	3000	A	80	NEJ	GU4	35/40	40000
3,7			30	550	200	2700	A	80	NEJ	GU4	35/40	15000
OSRAM – PARATHOM MR16 (Finns även i ljusfärg 927 och 940)												
6,5	LED QR-CBC51	DR HRGS	36	550	200	3000	A	90	JA	GU5,3	50/46	25000
OSRAM – PARATHOM PRO MR16 Finns även i ljusfärgerna 827, 840, 927 och 940												
5	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	950	210	3000	A	90	JA	GU5,3	50/46	25000
5	LED QR-CBC51	DR HRGS	36	530	210	3000	A	90	JA	GU5,3	50/46	25000
7	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	1300	420	3000	A	80	JA	GU5,3	50/50	25000
8	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	1600	350	3000	A	90	JA	GU5,3	50/50	25000
8	LED QR-CBC51	DR HRGS	36	1200	470	3000	A	80	JA	GU5,3	50/50	25000
12	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	1600	620	3000	A	80	JA	GU5,3	50/50	25000
OSRAM – MASTER LED SPOT MR16 LV Finns även i ljusfärgerna 827 och 840												
4,5	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	1000	210	2700	A	80	JA	GU5,3	35/40	40000
4,5	LED QR-CBC51	DR HRGS	36	600	210	2700	A	80	JA	GU5,3	35/40	40000
4	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	1100	220	3000	A	80	JA	GU5,3	35/40	40000
4	LED QR-CBC51	DR HRGS	36	660	220	3000	A	80	JA	GU5,3	50/48	40000
7	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	1950	350	3000	A	80	JA	GU5,3	50/48	40000
7	LED QR-CBC51	DR HRGS	36	1050	350	3000	A	80	JA	GU5,3	50/48	40000
7	LED QR-CBC51	DR HRGS	60	360	370	3000	A	80	JA	GU5,3	50/54	40000
10	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	2840	490	3000	A	80	JA	GU5,3	50/54	30000
10	LED QR-CBC51	DR HRGS	36	1560	490	3000	A	80	JA	GU5,3	50/54	30000
4	LED QR-CBC51	DR HRGS	24	580	145	3000	A	80	JA	GU4	35/40	25000

6.4 LED-LAMPOR MED REFLEKTOR 12 V, forts



EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ²		SPRIDNING (°)	CANDELA (cd)	LUMEN (lm)	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	Ra	DIMBAR	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ⁷ B50/L70
	LDS	ILCOS										
PHILIPS – MASTER LED SPOT AR 111 Finns även i utföranden med färgtemperaturen 3000 K												
10	LED QR-AR111	DR HRGS	24	3360	600	2700	A	80	JA	G53	111/56	45000
10	LED QR-AR111	DR HRGS	40	1220	600	2700	A	80	JA	G53	111/56	45000
15	LED QR-AR111	DR HRGS	24	4560	830	2700	A	80	JA	G53	111/56	45000
15	LED QR-AR111	DR HRGS	40	1660	830	2700	A	80	JA	G53	111/56	45000
PARATHOM LEDspot 111												
12	LED QR-AR111	DR HRGS	24	3600	500	2700		85	JA	G53	111/59	45000

6.5 LED-LYSRÖR



LED-lysrören är avsedda som ersättare för T26/T8-lysrör i befintliga armaturer med E/M-driftdon. Går ej att ljusreglera. Ra > 80

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	SPRIDNING (°)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	LIVSLÄNGD ⁷ B50/L70
	LDS	ILCOS						
MASTER LEDtube PERFORMANCE. Varm- 840 vit 830. Finns även i färg 840 och 865								
11 (18)	DR 9	DR 9		140	A+	G13	26/590	50000
22 (36)	DR 9	DR 9		140	A+	G13	26/1200	50000
31 (58)	DR 9	DR 9		140	A+	G13	26/1500	50000
MASTER LEDtube VALUE. Varmvit 830. Finns även i färg 840 och 865.								
10 (18)	DR 9	DR 9	825	140	A	G13	26/590	40000
19 (36)	DR 9	DR 9	1650	140	A	G13	26/1200	40000
24 (58)	DR 9	DR 9	2065	140	A	G13	26/1500	40000
LED-LYSRÖR SUBSTITUBE ADVANCED Varmvit 830. Finns även i färg 840 och 865								
10 (18)	DR 9	DR 9	1000	130	A+	G13	28/590	40000
20 (36)	DR 9	DR 9	2000	130	A+	G13	28/1200	40000
30 (58)	DR 9	DR 9	3000	130	A+	G13	28/1500	40000
LED-LYSRÖR SUBSTITUBE BASIC Varmvit 830. Finns även i färg 840 och 865								
9 (18)	DR 9	DR 9	800	160	A	G13	28/590	40000
18 (36)	DR 9	DR 9	1650	160	A	G13	28/1200	40000
22 (58)	DR 9	DR 9	2000	160	A	G13	28/1500	40000

7. Metallhalogen med keramisk brännare – Compact HID

7.1 METALLHALOGEN COMPACT HID - MED KERAMISK BRÄNNARE UTAN REFLEKTOR



EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	Ra	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFAL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
	LDS	ILCOS										
PHILIPS – MASTERColour CDM-T Evolution (Endast för elektroniska driftdon)												
20	HIT-CE	MT	2050	102	90	3000	A+	G12	20/103	16000	12000	20000
35	HIT-CE	MT	4300	110	90	3000	A+	G12	20/103	16000	12000	20000
CDM-T Evolution i effekterna 50W och 70W kommer under 2014												
PHILIPS – MASTERColour CDM-TC Evolution (Endast för elektroniska driftdon)												
20	HIT-CE	MT	2050	102	90	3000	A+	G8,5	15/85	16000	12000	20000
35	HIT-CE	MT	4300	110	90	3000	A+	G8,5	15/85	16000	12000	20000
CDM-TC Evolution i effekterna 50W och 70W kommer under 2014												
PHILIPS – MASTER Colour CDM-T Elite varmvit 930 Finns även i utförande med 4200 K.												
35	HIT-CE	MT	3700	114	90	3000	A+	G12	20/103	10000	10000	15000
50	HIT-CE	MT	5400	106	90	3000	A+	G12	20/103	10000	10000	15000
70	HIT-CE	MT	7500	111	90	3000	A+	G12	20/103	10000	10000	15000
100	HIT-CE	MT	11000	110	90	3000	A+	G12	20/103	10000	10000	15000
150	HIT-CE	MT	15000	100	90	3000	A+	G12	20/110	10000	10000	12000

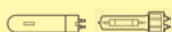
EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	Ra	KELVIN (K)	ENERGI-KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFAL	TIMMAR 20% ⁵ LJUSNEDG.	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
PHILIPS – MASTER Colour CDM-TC Elite varmvit 930 35W och 70W finns även i 4200 K. (Endast för drift med elektroniska don.)												
35	HIT-TC-CE	MT	3700	114	90	3000	A+	G8,5	15/85	10000	10000	15000
50	HIT-TC-CE	MT	5400	106	90	3000	A+	G8,5	15/85	10000	10000	15000
70	HIT-TC-CE	MT	7500	109	90	3000	A+	G8,5	15/85	10000	10000	15000
PHILIPS – MASTER Colour CDM-T Elite Light Boost (Dimbar 50-100% med speciella don. Finns även i utförande med 4200 K.												
70	HIT-CE	MT	7650	104	90	3000	A+	G12	20/103	9000	15000	15000
PHILIPS – MASTER Colour CDM-TC Elite Light Boost (Dimbar 50 - 100% med speciella don Finns även i utförande med 4200 K.												
70	HIT-TC-CE	MT	7650	104	90	3000	A+	G8,5	15/85	9000	15000	15000
PHILIPS – MASTER Colour CDM-Tm Mini Elite												
35	HIT-TC-CE	MC	3900	100	90	3000		GU6,5	14/57	10000	12000	15000
50	HIT-TC-CE	MC	5200	104	90	3000		GU6,5	14/57	10000	12000	15000
PHILIPS – MASTER Colour CDM-Tm Mini (Endast elektroniska don)												
20	HIT-TC-CE	MT	1650	75	80	3000	A+	PGJ5	11/52	10000	2000	12000
35	HIT-TC-CE	MT	3000	77	90	3000	A+	PGJ5	11/52	10000	4000	12000
OSRAM – HCI-TF /830												
20	HIT-TC-CE	MC	1700	85	89	3000		GU6,5	13/57	10000	2000	12000
35	HIT-TC-CE	MC	3400	94	90	3000		GU6,5	13/57	6000	2000	12000
OSRAM – POWERBALL Plus HCI-T												
35	HIT-TC-CE	MT	4000	114	90	3000	A+	G12	19/100	12000	12000	15000
50	HIT-TC-CE	MT	5250	105	90	3000	A+	G12	19/100	12000	12000	15000
70	HIT-TC-CE	MT	7800	111	90	3000	A+	G12	19/100	12000	12000	15000
35	HIT-TC-CE	MT	4000	114	90	3000	A+	G8,5	15/81	12000	12000	15000
50	HIT-TC-CE	MT	5250	105	90	3000	A+	G8,5	15/81	12000	12000	15000
70	HIT-TC-CE	MT	7800	111	90	3000	A+	G8,5	15/81	12000	12000	15000
OSRAM – SHOPLIGHT HCI-T												
35	HIT-TC-CE	MT	2800	80	90	3000	A	G12	15/81	10000	8000	15000
70	HIT-TC-CE	MT	6400	92	90	3000	A	G12	15/81	10000	8000	15000
OSRAM – SHOPLIGHT HCI-TC												
35	HIT-TC-CE	MT	2800	80	90	3000	A	G8,5	19/100	10000	8000	15000
70	HIT-TC-CE	MT	6400	92	90	3000	A	G8,5	19/100	10000	8000	15000
OSRAM – HCI-TS												
70	HIT-DE-CE	MD	6800	88	80	3000	A+	RX7s	20/120	10000	5000	15000
70	HIT-DE-CE	MD	6500	95	90	4200	A+	RX7s	20/120	10000	5000	15000
150	HIT-DE-CE	MD	14500	90	80	3000	A+	RX7s-24	23/138	10000	5000	15000
150	HIT-DE-CE	MD	14400	95	90	4200	A+	RX7s-24	23/138	10000	5000	15000

7.2 METALLHALOGEN COMPACT HID - MED KERAMISK BRÄNNARE MED REFLEKTOR

Metallhalogenlampor med keramisk brännare finns även i reflektorutförande från både Osram och Philips. Marknaden för dessa lampor är liten och därför hänvisas till respektive fabrikants hemsida/katalog.

8. Högtrycksnatrium Compact HID - utan reflektor

8.1 COMPACT HID, HÖGTRYCKSNATRIUM



EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (LM)	LUMEN/WATT (lm/W)	Ra	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% LJUSNEDGÅNG	LIVSLÄNGD ³ MEDEL (tim)
PHILIPS – MASTER SDW-T 825												
35	HST-CRI	STH	1300	37	83	2500	B	PG-12-1	32/149	10000	15000	15000
50	HST-CRI	STH	2300	46	83	2500	B	PG-12-1	32/149	10000	15000	15000
100	HST-CRI	STH	5000	50	83	2500	B	PG-12-1	32/149	9000	15000	15000
PHILIPS – MASTER SDW-TG 825												
50	HST-CRI	STH	2400	48	81	2550	B	GX12-1	20/103	9000	6000	10000
100	HST-CRI	STH	4900	49	81	2550	B	GX12-1	20/110	8000	6000	10000

9. Metallhalogenlampor HID - för i huvudsak utomhusapplikationer

9.1 METALLHALOGEN HID - MED KERAMISK BRÄNNARE



EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ² LDS	ILCOS	LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	Ra	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% LJUSNEDGÅNG	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
PHILIPS – MASTER COSMOWHITE CPO-TW XTRA (Klar rörformad ytterkolv.)												
45	HIT	MT	4300	96	60	2720	A+	PGZ12	19/132	24000	> 24000	24000
60	HIT	MT	7200	113	62	2750	A+	PGZ12	19/132	24000	> 24000	24000
90	HIT	MT	11000	116	60	2750	A+	PGZ12	19/143	20000	24000	22000
PHILIPS – MASTER COSMOWHITE CPO-TW (Klar rörformad ytterkolv.)												
140	HIT	MT	16500	118	66	2860	A+	PGZ12	19/147	16000	> 16000	16000
PHILIPS – MASTER CITY WHITE CDO-TT Plus 828 (Klar rörformad ytterkolv.)												
50	HIT-CE	MT	5500	104	80	2888	A+	E27	36/156	10000	12000	10000
70	HIT-CE	MT	7500	103	80	2800	A+	E27	36/156	12000	10000	12000
100	HIT-CE	MT	10700	109	80	2800	A+	E40	47/211	20000	20000	20000
150	HIT-CE	MT	16500	111	80	2800	A+	E40	47/211	20000	20000	20000
250	HIT-CE	MT	28300	113	80	3000	A+	E40	47/257	20000	20000	20000
OSRAM – POWERBALL HCI-TT 830 (Klar rörformad ytterkolv.)												
50	HIT-CE	MT	5900	99	80	3000	A+	E27	32/155	10000	18000	12000
70	HIT-CE	MT	7200	97	80	3000	A+	E27	30/102	10000	18000	12000
100	HIT-CE	MT	10600	108	80	3000	A+	E40	47/210	18000	10000	16000
150	HIT-CE	MT	15700	108	80	3000	A+	E40	47/210	18000	8000	16000
250	HIT-CE	MT	27700	110	80	3000	A+	E40	47/226	18000	4000	16000
PHILIPS – MASTER CITY WHITE CDO-ET Plus 828 (Slammad ellipsoidformad ytterkolv.)												
50	HIE-CE	ME	5150	102	89	2900	A+	E27	71/156	10000	12000	10000
70	HIE-CE	ME	7230	101	87	2800	A+	E27	71/156	12000	12000	12000
100	HIE-CE	ME	9400	100	87	2890	A+	E40	75/186	18000	20000	18000
150	HIE-CE	ME	15100	106	85	2830	A+	E40	91/227	18000	20000	18000
OSRAM – POWERBALL HCI-E/P 830/942 (Matterad ellipsoid ytterkolv.)												
35	HIE-CE-P	ME	3800	91	80	3000		E27	54/138	18000	12000	16000
50	HIE-CE-P	ME	5100	89	80	3000		E27	54/138	18000	10000	16000
70	HIE-CE-P	ME	7200	96	80	3000		E27	54/138	18000	4000	16000

9.2 METALLHALOGEN HID - MED KVARTSBRÄNNARE

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	Ra	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% LJUSNEDGÅNG	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
OSRAM – POWERSTAR HQI-T N/S SUPER (Klar rörformad ytterkolv.)												
250	HIT	MT	22500	90	90	5100	A	E40	46/225	8000	6000	8000
400	HIT	MT	37000	93	90	5100	A	E40	46/275	8000	6000	8000
PHILIPS – MASTER HPI-T 645 (SON DRIFTDON) (Klar rörformad ytterkolv.)												
250	HIT	MT	25000	100	65	4000	A	E40	47/257	8000	10000	8000
400	HIT	MT	42500	106	65	4000	A+	E40	47/286	8000	10000	8000
PHILIPS – MASTER HPI-T 645 (HPL DRIFTDON) (Klar rörformad ytterkolv.)												
250	HIT	MT	20500	82	65	4500	A	E40	47/257	8000	10000	8000
400	HIT	MT	35000	88	65	4500	A+	E40	47/286	8000	10000	8000
OSRAM – POWERSTAR HQI-E N/S SUPER (Slammad ellipsoidformad ytterkolv.)												
250	HIE	ME	22000	88	90	5100	A	E40	90/225	8000	6000	8000
400	HIE	ME	36000	90	90	5100	A	E40	120/285	8000	6000	8000
PHILIPS – MASTER HPI PLUS (SON DRIFTDON) (Slammad ellipsoidformad ytterkolv.)												
250	HIE	ME	25500	102	69	4000	A	E40	91/226	8000	10000	8000
250	HIE	ME	25500	102	69	5400	A	E40	91/226	8000	10000	8000
400	HIE	ME	42500	106	69	4000	A+	E40	122/290	8000	10000	8000
400	HIE	ME	42500	106	69	5400	A+	E40	122/290	8000	10000	8000
PHILIPS – MASTER HPI PLUS (HPL DRIFTDON) (Slammad ellipsoidformad ytterkolv.)												
250	HIE	ME	18000	72	69	4500	A	E40	91/226	8000	10000	8000
250	HIE	ME	18000	72	69	6700	A	E40	91/226	8000	10000	8000
400	HIE	ME	32500	81	69	4500	A+	E40	122/290	8000	10000	8000
400	HIE	ME	32500	81	69	6700	A+	E40	122/290	8000	10000	8000
OSRAM – POWERSTAR HQI-T / D (Klar rörformad ytterkolv.)												
1000	HIT	MT	85000	82	81	7250	A	E40	76/345	4000	2000	4000
2000	HIT	MT	180000	85	80	7250	A+	E40	100/430	4000	4000	4000
OSRAM – POWERSTAR HQI-TS SHORT ARC (Klar rörformad ytterkolv. 2-socklad)												
1000	HIT-DE	MN	90000	90	85	6100	A+	K12s-36	36/187	4000	>8000	4000
2000	HIT-DE	MN	210000	108	90	6100	A+	K12s-36	36/187	4000	>8000	4000

10. Högtrycksnatriumlampor HID

10.1 HÖGTRYCKSNATRIUM - RÖRFORM

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	Ra	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% LJUSNEDGÅNG	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
PHILIPS – MASTER SON-T APIA PLUS Xtra (Klar rörformad ytterkolv.)												
50	HST	ST	4400	83	25	1950	A+	E27	36/156	22000	> 30000	22000
70	HST	ST	6600	91	25	1950	A+	E27	32/156	28000	> 30000	24000
100	HST	ST	10700	107	25	1950	A+	E40	48/210	28000	> 30000	24000
150	HST	ST	18000	117	25	1950	A+	E40	48/210	28000	> 30000	24000
250	HST	ST	33300	130	25	1950	A+	E40	48/257	28000	> 30000	24000
400	HST	ST	56000	142	25	1950	A++	E40	48/283	28000	> 30000	24000
OSRAM – VIALOX SON-T SUPER 4Y (Klar rörformad ytterkolv.)												
50	HST	ST	4400	81	25	2000		E27	39/156	18000	20000	16000

10.1 HÖGTRYCKSNATRIUM - RÖRFORM, forts

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	Ra	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% LJUSNEDGÅNG	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
OSRAM – VIALOX SON-T SUPER 6Y (Klar rörformad ytterkolv.)												
70	HST	ST	6600	94	25	2000	A+	E27	37/156	26000	32000	24000
100	HST	ST	10700	107	25	2000	A+	E40	46/211	28000	32000	24000
150	HST	ST	17500	117	25	2000	A+	E40	46/211	28000	48000	24000
250	HST	ST	32200	129	25	2000	A+	E40	46/257	28000	48000	24000
400	HST	ST	56500	141	25	2000	A++	E40	46/285	28000	48000	24000

10.2 HÖGTRYCKSNATRIUM HID - ELLIPSOID

EFFEKT WATT (W)	KORTBETECKNING ²		LUMEN (lm)	LUMEN/WATT (lm/W)	Ra	KELVIN (K)	ENERGI- KLASS	SOCKEL	Ø/LÄNGD (mm)	TIMMAR 10% ⁴ BORTFALL	TIMMAR 20% LJUSNEDGÅNG	LIVSLÄNGD ⁶ SERVICE LIFE
PHILIPS – MASTER SON APIA PLUS Xtra (Slammad ellipsoidformad ytterkolv.)												
50	HSE	SE	3900	76	25	1900	A+	E27	71/156			
70	HSE	SE	5900	83	25	1900	A+	E27	71/156	22000	> 30000	22000
100	HSE	SE	10000	100	25	1950	A+	E40	76/186	28000	> 30000	24000
150	HSE	SE	17500	114	25	1950	A+	E40	91/227	28000	> 30000	24000
250	HSE	SE	31300	120	25	1950	A+	E40	91/227	28000	> 30000	24000
400	HSE	SE	55400	136	25	1950	A++	E40	122/290	28000	> 30000	24000
OSRAM – VIALOX SON-E SUPER 6Y (Slammad ellipsoidformad ytterkolv.)												
70	HSE	SE	6300	90	25	2000	A+	E27	71/156	24000	>24000	24000
100	HSE	SE	10200	102	25	2000	A+	E40	75/186	24000	>24000	24000
150	HSE	SE	17000	113	25	2000	A+	E40	90/226	24000	>24000	24000
OSRAM – VIALOX SON-E SUPER 4Y (Slammad ellipsoidformad ytterkolv.)												
50	HSE	SE	3800	77	25	2000	A	E27	38/156	20000	18000	18000
250	HSE	SE	31000	124	25	2000	A+	E40	91/226	24000	>20000	24000
400	HSE	SE	55500	139	25	2000	A++	E40	120/290	24000	>20000	24000
OSRAM / PHILIPS SON-T (Klar rörformad ytterkolv.)												
1000	HST	ST	130000	130	20	2000	A++	E40	67/390	10000	20000	10000

T3. Fotnoter

1. Glödlampswatt

I kolumnen visas vilken glödlampseffekt den aktuella ljuskällan motsvarar under hela sin förväntade livslängd enligt tabeller i Ekodesign-förordningarna för hembelysning och reflektor- och LED-lampor. Se även *kompndiets avsnitt 27, 31 och 32*.

2. Kortbeteckningar

LDS och ILCOS är två alternativa system för företagsneutrala ljuskällbeteckningar. Se närmare *Kortbeteckningar* på nästa sida.

3. Medellivslängd

”Medellivslängd” definieras som antalet drifttimmar då 50% av lamporna fortfarande lyser vid test av ett stort antal lampor under laboratoriemässiga förhållanden. Se *Livslängder* i kompendiets avsnitt 23.

4. Timmar 10% bortfall

Antalet drifttimmar då 10% av ljuskällorna har slocknat vilket är belysningsbranschens definition av begreppet ”Användbar livslängd” och en bra indikation på lämpliga gruppbytestintervall för ljuskällor. 10% bortfall motsvarar LSF 90% som är den s.k. lamplivslängdsfaktorn i Ekodesign-förordningen för Kontors- och vägbelysning.

5. Timmar 20% ljusnedgång

Vid belysningsberäkningar måste man fastställa en bibehållningsfaktor som säkerställer att en belysningsanläggning ger tillräckligt med ljus under ljuskällornas livslängd. Det är oekonomiskt att överdimensionera en anläggning och ljusnedgång på 20% indikerar det maximala antalet lystimmar som är ekonomiskt acceptabelt att använda för olika typer av ljuskällor. 20% ljusnedgång anges även som LLMF 80% som är den så

kallade ljusflödesbibehållningsfaktorn i Ekodesignförordningen för Kontors- och vägbelysning. Se även *Livslängder* i kompendiets avsnitt 23.

6. Service life

”Service life” är en äldre benämning för rekommenderad användningstid av ljuskällor i en anläggning mellan gruppbyten. Definitionen är att 80% av ljuset ska återstå med hänsyn tagen till både ljusnedgång och lampbortfall. Finns kvar i tabellverket då Osram och Philips fortfarande använder begreppet, för lysrör i vissa sammanhang. Innebörden är i princip densamma som vid ”Användbar livslängd”.

7. B50 / L70

För LED-lampor anges livslängden som antalet drifttimmar vid B50/ L70. I klartext betyder det att max. 50% av ljuskällorna i ett test har slocknat och att återstående ljuskällor har ett återstående ljusflöde på min. 70% av nyvärdet.

8. Ljusflöde för T16/T5-lysrör

Ljusflödet för T16/T5-lysrör anges för en omgivningstemperatur på 25°C enligt krav i IEC-standarden. Ljusutbytet i lumen per watt (lm/W) för lysrören anges dock för den optimala omgivningstemperaturen som är 35°C.

9. Amalgamteknik / Ljusreglering

Raka lysrör och kompaktlysrör med amalgamteknik har ett högre ljusflöde i lumen (lm) än de vanliga typerna både vid höga och låga omgivningstemperaturer. Med amalgamtekniken blir dock upptändningstiden längre och ljuskällorna kan vara mindre lämpliga för ljusreglering och nödljus.

Vid ljusreglering av amalgamlysrör kan vissa begränsningar förekomma. Kontakta aktuell ljuskälluleverantör för senaste information. Se även *kompndiets avsnitt 23*.

T4. Kortbeteckningar

Att kommunicera om ljuskällor blir enklare när man kan använda generella kortbeteckningar. Inom EU finns två olika system, dels LDS (Lamp Designation System) som främst används av större armaturproducenter, dels ILCOS (International Lamp Coding System) som är lampproducenternas system. En viktig förutsättning för bägge systemen är att ljuskällor med samma beteckning är kompatibla och utbytbara mot annat fabrikat med samma beteckning. En begränsning inom LDS är att beteckningen inte omfattar lampans kvalitetsegenskaper.

Hos Annell använder vi i likhet med våra större leverantörer LDS-systemet. Se följande exempel samt mer i tabellerna.

Exempel på LDS kortbeteckningar

A60	normalglödlampa
T16	lysrör T5
TC	kompaktlysrör
Q	halogenglödljus
LED	LED-ljus
HID	metallhalogen och högtrycksnatrium
HIT	tubformad metallhalogen
HIE	ellipsformad metallhalogen
HST	tubformad högtrycksnatrium
HSE	ellipsformad högtrycksnatrium

Hos ILCOS kan man efter behov bygga på grundbeteckningen med kvalitetsegenskaper och även bygga upp sin kortbeteckning som en detaljerad beskrivning med flera bokstäver och siffror.

Exempel på ILCOS kortbeteckningar

I	glödlampa
H	halogenlampa
F	lysrör
S	högtrycksnatriumlampa
M	metallhalogenlampa
D	LED-modul
X	speciallampa

Ytterligare hjälpmedel som förtydligar kommunikation om ljuskällor är sockelns beteckning. Ljuskällans sockelbeteckning skall överensstämma med beteckningen för armaturens lamphållare. Exempel på vanliga sockelbeteckningar visas nedan.

Exempel på socklar

E14	liten skruvsockel för glödlampa, LED-lampa och lysrörlampa
E27	stor skruvsockel för glödlampa, LED-lampa och lysrörlampa
GU5,3	stiftsockel halogenlampa 12V, kalljusreflektor
G5	stiftsockel raka lysrör T16(T5)
G24q	stiftsockel kompaktlysrör TC-D/EL
GU6,5, G8,5 och G12	stiftsockel metallhalogen Compact HID

De två generella nummersystemen fungerar inte alltid när det till exempel handlar om tekniska ljuskällor HID (metallhalogen och högtrycksnatrium). När utbytbart och likartade egenskaper inte överensstämmer helt mellan fabrikanterna så är det praktiskt att använda lampproducentens egen unika kortbeteckning, se exempel nedan.

Några vanliga halogenlampor

LDS	ILCOS	LJUSKÄLLA
QR 111-IRC	HMG5	12V reflektorlampa, ø 111 mm, sockel G53, och med IRC (InfraRedCoating)
QR-CBC	HRGS	12V reflektorlampa, kalljus, med skyddsglas, sockel GU5,3
QT12	HSG	12V klar halogenlampa, ø 12 mm, sockel GY6,35

Exempel på Osrams och Philips beteckningar för HID-lampor

OSRAM	PHILIPS	LDS	LJUSKÄLLA
-T	-T	-T	rörform, 1-socklad
-TS	-TD	-DE	stavform, 2-socklad
HCI-T	CDM-T	HIT-CE	metallhalogen, keramisk brännare, rörform, stiftsockel G12
HCI-TC	CDM-TC	HIT-CE	dito, kompakt, stiftsockel G8,5
HCI-TF	CDM-Tm Mini	HIT-CE	dito, kompakt, bajonettsockel, Osram:GU6,5; Philips:GU6,5 alt.PGJ15
-	SDW-T	HST-CRI	vit högtrycksnatrium, kompakt, förbättrad färgåtergivning, sockel PG12-1
-	SDW-TG	HST-CRI	dito i miniformat, helelektronisk, sockel GX12-1

Reservation för tillkommande ändringar och tillägg.

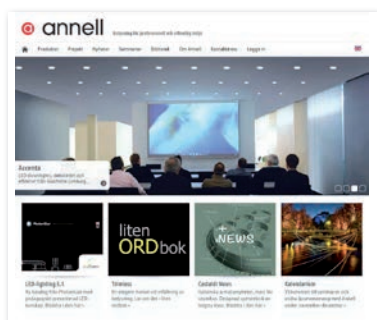
Produktfakta baserar sig på läget i november 2013. Vi hänvisar till Osrams och Philips hemsidor för senaste produktfakta.

© Annell Ljus och Form AB, Stockholm, januari 2014.

Detta tabellhäfte finns bläddringsbart och för nedladdning på www.annell.se/bibliotek där faktatabellerna uppdateras årligen i pdf-upplaga.



Annell är ett registrerat varumärke som står för ljuskvalitet, kompetens och engagemang. I samverkan med arkitekter, ljusplanerare och eltekniker deltar Annell Ljus+Form AB i utformningen av ljusmiljöer för arbete och fritid. Vår grundläggande målsättning sedan tre generationer är god synergonomi och ljusarkitektur. Under samlingsnamnet Stad och Trafik medverkar vi samtidigt i utvecklingen av urbana utomhusmiljöer.



www.annell.se

På vår hemsida redovisas ett brett produktprogram från ledande europeiska ljusföretag i ständig utveckling kompletterat med Annells egen produktutveckling. Här kan man bläddra i och ladda ner trycksaker som kataloger, kompendier, nyhetsbrev och seminarieprogram. Våra nyheter, medarbetare, referensprojekt och företagshistorik presenteras i ord och bild. Vår ordbok förklarar begrepp och terminologi inom ljus och belysning.



Nyhetsbrev

Annells Ljusa Sidor distribueras sedan 1995 månadsvis som e-brev i en upplaga av 6000 exemplar. Förutom de senaste produkterna och branschnyheterna redovisas ljus- och belysningsfakta, evenemang samt aktuella projekt och aktörerna bakom dessa.

Ljusseminarier

I Stockholm, Göteborg och Malmö arrangeras regelbundna kundseminarier med komplettering säsongsvis i några övriga utvalda städer. Inbjudna experter inom bl.a. forskning, arkitektur, ljusdesign och elteknik medverkar.

Kataloger och trycksaker

Flera av Europas viktigaste, engelskspråkiga belysningskataloger och produktbroschyrer för kända varumärken finns att beställa eller bläddra i på hemsidan. Annells ordinarie svenska huvudkatalog kompletteras med utomhuskatalogen Stad och Trafik.



Annellboxen

I denna samlingsbox samlar du svenska och utländska kataloger och broschyrer som ingår i Annells produktprogram. Boxen kan liksom katalogerna beställas på www.annell.se/bibliotek.

Kontakta Annell

Du når oss via tel. 08-442 90 00, info@annell.se

