

Innebörden av många ord, uttryck och begrepp inom belysningsområdet är inte självklar för var och en. Varje år tillkommer också ord i samband med nyheter inom teknik och regelverk.

Alla tips och önskemål från våra läsare välkomnas, maila dem till info@annell.se.

Ord A-Ö

ABS

(akrylnitril-butadien-styren) är en slagseg termoplast som innehåller styrengummipartiklar. Gulnar lätt av UV-ljus. Temperaturer mellan +70°C och -30°C är gränser för lämplig användning som mest är kåpor till dammsugare och telefoner.

Akrylplast

är en amorf* (okristallisk, formlös), transparent termoplast som är helt färglös och genomskinlig med hög ytgång. Den är obegränsat infärgbar och är den vanligaste plasten för metallisering. Akrylplast är ogiftig och har mycket goda optiska och mekaniska egenskaper. Den är lätt att bearbeta (går bra att såga, gänga, borra, forma). Slagfastheten är ganska god men inte lika bra som t.ex. polykarbonat. Den kan utsättas för alkaliska lösningar, utspädda syror och oljor men klarar inte starka syror, alkoholer, aceton och klorväten. Vid brand brinner den ungefär som hårda träslag.

Det kan med fördel användas även utomhus eftersom plasten påverkas (åldras) obetydligt av UV-strålning bl.a. solstrålning, väder och vind. Akrylplasten finns som gjutna eller extruderade skivor, stavar och rör. Mest kända varumärken är Plexiglas, Perspex, Altuglas m.fl. Ur miljösynpunkt brukar anföras att plaster är oljeberoende vilket är sant. Men det är ca 4% av all råolja som går åt till plaster medan bränsle konsumerar 87%. I Sverige återvanns redan år 2001 79% av all plast varav 17% blev material och 62% energi.

Albedo

betyder reflexionsförmåga och avser den andel av ett vinkelrätt infallande ljus som återkastas av en yta eller en kropp. En ytas albedo beror på ytans beskaffenhet. Det mäts vanligen som det diffust reflekterade ljuset inom en specificerad våglängd. Som exempel är albedo för nysnö 0,9, för moln 0,3-0,8 och för hav 0,06.

(Källa NE)

Aluminium

är ett allt vanligare material i ljusarmaturer. Det är det tredje vanligaste grundämnet efter syre och kisel och är ett metalliskt grundämne som förekommer i naturen i förening med syre, till exempel

aluminiumoxid. Det brytvärda mineralet för aluminiumtillverkning heter bauxit. Aluminium legeras så gott som alltid med olika metaller för att erhålla specifika egenskaper. De vanligaste legeringsämnen är kisel (Si), magnesium (Mg), mangan (Mn), koppar (Cu) och zink (Zn). Legeringar som innehåller högst 1,0 viktprocent järn och kisel tillsammans kallas för renaluminium. Aluminium är mycket korrosionshårdigt. En nybildad aluminiumyta överdras så gott som direkt av ett skyddande oxidskikt genom metallens reaktion med syre. Bearbetning av aluminium sker genom bockning, tryckning, pressgjutning eller genom strängpressning till profiler. Nackdelen är relativt hög elförbrukning vid primärtillverkning som emellertid balanseras mer än väl av att aluminium vanligtvis återvinns många gånger om på ett energisnålt och effektivt sätt.

Anodisering

är en vanlig ytbehandlingsmetod som används för att ge aluminiumprodukter ett skyddande ytskikt och ökad beständighet mot korrosion. Det används även för infärgning, struktur och dekor på ytor, för beständig färg och glans, som elektriskt isolerande skikt eller som ytbeläggning före limning eller lackering. Anodisering är en elektrokemisk process som förstärker det naturliga oxidskiktet. Ett ord som också används för samma process är eloxering.

ANSI

står för American National Standards Institute som är en 90 år gammal institution, bl.a. medlem av internationella ISO och IEC. Se [Cortenstål](#)

Armatuverkningsgrad

anger hur ljuseffektiv en armatur är, det procentuella förhållandet mellan en armaturs ljusflöde och ljusflödet enbart från dess ljuskälla(or). Gäller de flesta armaturtyper med undantag för LED-armaturer där själva ljuskällan är integrerad i armaturen (se Ljusutbyte). Definition: Light Output Ratio (LOR) är kvoten mellan det totala flödet från en armatur, mätt under specificerade förhållanden med dess egna ljuskällor och utrustning, och summan av individuellt ljusflöde från samma ljuskällor i drift utanför armaturen med samma utrustning under specificerade förhållanden.

Avskärningsvinkel

är vinkeln mellan horisontalplanet och den linje där ljuskällans lysande delar börjar bli synbara. Kallas även ”cut off”. På en välavskärnad armatur bör vinkeln inte överstiga 45°. Om blänk från reflexer i armaturens ljusöppning uppträder innan ljuskällan blir synlig skall givetvis syftningslinjen anpassas efter dessa istället för till ljuskällan.

Belysningsbranschen

är branschförening för Sveriges tillverkare och importörer av ljuskällor, ljusarmaturer och komponenter. Branschsortimentet utgörs av belysningsprodukter för offentlig miljö. Verksamheten har som mål att skapa intresse, sprida kunskap om och verka för ökad belysningskvalitet i offentlig och professionell miljö. Belysningsbranschen är en gemensam mötesplats och plattform för branschgemensamma frågor. Föreningen vänder sig främst till den svenska marknaden men strävar att

öka samverkan med de nordiska länderna. Ett syfte är att belysning skall få en mycket hög prioritet i byggprocessen. Uppgiften är också att bevaka utvecklingen, etablera samarbete och ge information till branschen, riksdag, departement, andra myndigheter, organisationer och omvärld.

Verksamheten har nära samverkan med förlaget och tidskriften Ljuskultur samt med de tre svenska belysningsällskapen. Föreningen är medlem i den europeiska branschorganisationen Lighting Europe i Bryssel.

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: ”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 överskattats inom ljusplanering. Det måste kompletteras med bl.a. luminans och flera andra kvalitetsparametrar för god belysning.

Bin och binning

är två nya fackord inom LED. Ordagrant betyder ”bin” ungefär sorteringsfack medan man med ”binning” avser sortering, fackindelning. LED uppvisar i serieproduktionen betydande avvikelser inom en och samma serie när det gäller olika egenskaper, bl.a. spektral våglängd (nm). För vita LED räcker det inte att ange färgtemperaturen i kelvin (K) eftersom även ett och samma kelvintal uppvisar skillnader i vithet. Med hjälp av mer exakta färgkoordinater inordnas lysdioderna i ”bin” efter olika färger, också inom vita ljusfärger. En vit lysdiod kan alltså hos en seriös producent erbjudas bland ett hundratal ”bin” och ljusplaneraren kan hos utsedd leverantör säkerställa en och samma spektrala våglängd och färgtemperatur hos dioderna.

Blekning

se [UV-strålning och blekning](#).

Bländning

är en reaktion på olämpligt stora kontraster i ljushet och är ett vanligt exempel på misslyckad ljussättning av t ex arbetsmiljöer. En bländande ljuskälla beror vanligen på fel vald typ, olämplig placering eller på att armaturen inte utförts för den ljuskällan. Direkt bländning förorsakas av ljuskälla/armatur medan indirekt bländning uppstår genom reflexer från synobjekt eller omgivning. Bägge formerna orsakar obehagsbländning eller synförsvarande bländning, den senare tyvärr ofta omedveten men starkt tröttande. Även dagsljuset behöver kontrolleras och styras för att inte medföra bländning. Äldre personer är vanligtvis mer känsliga för bländning än yngre, inte minst från den perifera omgivningen.

CEEBEL

är namnet på en svensk organisation, Centrum för energieffektiv belysning. Det handlar om ett samverkansprojekt mellan Lunds Universitet och Tekniska Högskolan i Jönköping. Med statliga bidrag

(Energimyndigheten) och privat sponsor (Bertil & Britt Svenssons Stiftelse för Belysningsteknik) arbetar man för en energieffektivare belysning.

CELMA

Europeisk branschorganisation för belysning. Uppgick 2013 i Lighting Europé. Se [Lighting Europe](#)

Cirkadiansk rytm (circadian rhythm)

är medicinsk och biologisk term för en individs dygnsrytm, något som styr bl.a. vakenhet, sömn och ämnesomsättning hos människor, djur, växter och encelliga organismer. Alla påverkas av dagsljus och nattmörker, även sådana som lever i konstant mörker. Ljuset bedöms vara den viktigaste faktorn bakom denna rytm. Övriga faktorer kan vara t.ex. temperaturförändringar och sociala stimuli. Amerikanska forskare gjorde under 2000-talets första år en sensationell upptäckt, en ny typ av nervceller eller fotoreceptorer ("tredje receptorn") i hjärnans syncentrum. Dessa celler har ingenting med seendet att göra utan registrerar ljusets intensitet för synkronisering med vår inre "klocka" till dagsljuset. På näthinnan förmedlar ganglieceller denna strålning som icke-visuell information i form av elektriska signaler till andra delar i hjärnan där rytmiska funktioner, sömn, blodtryck och temperatur styrs under dygnet.

C-M-Y

se [R-G-B](#)

Compact HID

Generell, internationell beteckning för kompakta urladdningsljuskällor av högtryckstyp, exempelvis metallhalogenlampor Mastercolour (Philips) och Powerstar (Osram) respektive högtrycksnatriumlampa White SON (Philips). Se även [HID](#)

Converter

se [Driver](#)

Cortenstål

kan förekomma i materialbeskrivningen för designarmaturer. Det är en speciell och något ovanlig ståltyp som främst används till värmeledningspannor, plåtkaminer och skorstenar. Stålet är beständigt mot höga temperaturer och det rostar långsammare än vanligt stål. Cortenstål levereras i tunna plåtdimensioner, det kan svetsas och bockas till olika plåtkonstruktioner, utan att spricka sönder. Kännetecknande legeringsämnen för den här ståltypen är koppar, fosfor, nickel samt 1,2% krom.

CRI

"Colour Rendering Index" är ett engelskt begrepp som motsvarar och överensstämmer med det begrepp som används i Sverige, Ra-index, (Rendering Average). Se [Färgåtergivning](#).

Cut off

se [Avskärningsvinkel](#).

Cylindrisk belysningsstyrka

är ett sätt att redovisa ljusets ”modelleringsseffekt” på människa eller föremål genom förhållandet mellan cylindrisk och horisontell belysningsstyrka. Cylindrisk belysningsstyrka redovisas som medelvärde av vertikala belysningsstyrkor i ansiktshöjd från fyra riktningar, 0, 90, 180 och 270 grader. Definition: Det totala ljusflödet mot en böjd yta av en mycket liten cylinder placerad på en specificerad punkt dividerat med cylinderns yta redovisas i enheten lux (1 lux = 1 lm/m²). Källor: Ljus & Rum, sid 100 och 134 samt En bok om belysning, Lars Starby, 2006

DALI

”Digital Adressable Lighting Interface” är ett digitalt adresserbart protokoll som sedan flera år utgör internationell standard för digital ljusstyrning, primärt inom allmänbelysning. DALI tillkom från början för att skapa kompatibilitet mellan olika fabrikat av HF-dimdon. Man ljusreglerar en enskild armatur eller grupper av armaturer, från 100 % – 1%. Till varje krets ansluts upp till 64 driftdon och den styrutrustning som önskas. Inom kretsen bör styrutrustningen vara av ett och samma fabrikat. Vid programmering adresseras driftdonen och varje don får en unik adress. De 64 adresserna kan sedan delas in i 16 tändgrupper. Dessutom kan 16 ljusscener skapas. DALI-systemets tvåvägskommunikation med driftdonen ger också enklare driftkontroll med statusrapport från enskilda armaturer. Övergång finns för kommunikation med andra styrsystem, t.ex. DMX.

Darklight

kallas effekten från direktverkande reflektorarmaturer som från ett högblankt material koncentrerar ljuset inom en snäv vinkel med skarp gräns mellan ljus och mörker och ur flackare vinkel får armaturen att se helt släckt ut. Se även motsatsen Softlight.

Diffusor

är ett nytt svenskt ord, ett praktiskt låneord från engelskan, som avser en genomlysigt, translucent och diffuserande del av en ljusarmatur. Det handlar oftast om ett bländskydd i form av en plan eller välvd skiva eller kupa av glas eller plast, vanligtvis i opalvit infärgning.

Dikroisk

Dikroisk [dikroism], på engelska dichroic, innebär en form av ljusstrålning som är uppdelad genom olika ljusbrytning. En linjärt polariserad strålning absorberas i varierande hög grad, bland annat i polaroidmaterial. Det engelska ordet dichroic ser man ofta i samband med halogenlampor av kalljusreflektortyp (cool beam) där värmestrålning (IR) och ljusstrålning fördelas i var sin riktning, ljuset riktas framåt och ljusvärmen övervägande bakåt. En oavsiktlig men dekorativ, dikroisk effekt hos dessa kalljusreflektorlampor uppstår kring ljuskällans baksida där spektrats färger blir synliga i vissa betraktningssvinklar.

Dimmer

är den lilla apparat med vilken man ljusreglerar eller dimrar ljuskällan till ett högre eller lägre ljusflöde. En dimmer finns på armatur eller armatursladd eller så utgör den ofta rummets väggströmbrytare. Vid digital ljusreglering via sensor erbjuds alternativt små fjärrkontroller.

Dimra

är liksom dimring ett försvenskat ord att använda som alternativ till ljusreglera, (dimring = ljusreglering, se även [Dimmer](#)).

DMX

”Digital Multiplex” är en digital metod för ljusstyrning av LED, främst inom dynamisk upplevelsebelysning. Metoden DMX 512 innebär programmerad växling av ljusets färger och/eller intensitet, d.v.s. färgtemperaturer och ljusflöden samt rörelser Pan & Tilt. Metoden kommer från effekt- och scenbelysning (industristandard) men är idag vanlig även inom kommersiell och offentlig ljusplanering, inom- och utomhus. Man kan adressera 512 unika adresser per universum och ett nästan obegränsat antal ljuskällor. DMX har vanligtvis en upplösning av 8-bitar per adress som ger 256 steg från 0 – 100%. Normalt når man med DMX kabellängder uppåt 500 meter. Det är ett snabbt protokoll med data som skickas med 250 000 bitar per sekund jämfört med DALI som för vanlig belysning hanterar 1200 bitar per sekund. DMX kan med tilläggsutförande anslutas till bl.a. DALI-system.

DOE

står för US Department of Energy, en aktiv och mäktig politisk faktor på elmarknaden där staten nu satsar miljardbelopp för utveckling av energieffektiv belysning, bl.a. LED.

Dragdim

kallas det tilläggsutförande när en lysrörsarmatur har dragsnöre eller ”dragpinne” för dimring, digital ljusreglering, och tändning/släckning.

Driftdon

kallas de elektriska förkopplingsdon, små strömbegränsande elkomponenter, som behövs för drift av lysrör och alla övriga urladdningslampor, induktionslampor och LED. Från början var det en liten reaktor eller drossel med en lindad järnkärna. Reaktorn kombinerades i en armatur med en tändare och en kondensator. Dessa reaktorer, som kallas för magnetiska don, är under avveckling och har idag ersatts av elektroniska driftdon (för lysrör s.k. högfrekvensdon eller HFdon) som inneburit starkt förbättrade driftegenskaper för ljuskällorna och en betydande energibesparing. Bland annat har den nya tekniken underlättat ljusreglering av de flesta ljuskällor.

Den snabba teknikutvecklingen har gett armaturtekniken en rad nya elektroniska komponenter med utländska namn som driver, konverter, transformer, power supply m.fl. De är alla till för att driva, styra, omforma eller transformera ström för att alstra ljus och samlas alltså under beteckningen driftdon.

Se även [HF-don](#).

Driver

kallas ibland de driftdon som behövs för att lysdioder (LED) skall fungera och alstra sin ljusstrålning. Andra vanliga fabrikantbenämningar för LED-driftdonen utöver driver är konverter, transformer eller helt enkelt power supply. Vi samlar dem alla under begreppet driftdon. I LED-sammanhang matar de ljuskällorna med likspänning (DC), något som skiljer sig från var vanliga nätspänning 230 V (AC) växelström. Driftdonen är antingen integrerade i armaturen eller monteras separat då de också kan driva flera armaturer. Den senaste typen av högeffektsdioder drivs med konstantström (för seriekoppling) i motsats till konstantspänning (parallellkoppling).

Dynamiskt ljus

är ett uttryck som används vid modern ljussättning. Det innebär att man varierar ljusets intensitet och färg som en anpassning till den verksamhet och de aktiviteter som planeras på olika ställen vid valda tidpunkter. Detta kan ske spontant, individuellt eller manuellt alternativt med hjälp av digital styrning och programmering som precis som i teatervärlden skapar ”storyboards” med alternativa, förprogrammerade ljusscenerier. Dagsljuset är som vanligt en förebild. Den variation av ljusnivåer och färgtemperaturer som sker successivt under dagen, från tidig morgon till mörkrets inbrott, kallas dynamisk och är något att efterlikna. Vi människor är ursprungligen programmerade för dynamiskt ljus där vissa våglängder kan stimulera och aktivera medan andra kan sprida lugn och avkoppling.

Effekt

Elektrisk effekt mäts i watt (enhet=W) som avser den energi som används per tidsenhet. För lysrör, övriga urladdningslampor samt LED kallas en armatures sammanlagda elanvändning inklusive driftdon för systemeffekt.

Ett högre watt-tal innebär mer värmeutveckling och högre kostnad än ett lägre. Att välja en lägre effekt kan vara energieffektivt men ännu bättre är att hushålla med installerad effekt och minska elbehovet genom att begränsa användningstiden, antalet kilowattimmar (kWh). Släck eller dämpa därför alltid det ljus som inte behövs för tillfället.

Enheten har fått sitt namn efter den skotske uppfinnaren James Watt, 1737-1819

EIO

står för Elektriska Installatörsorganisationen där många installationsföretag återfinns. Tidskriften Elinstallatören kommer varje månad.

Ekodesign

Ekodesign har som syfte att förbättra produkters miljöprestanda under hela livscykeln och innebär lagar och regler för angelägna och miljöanpassade produktkrav. I Ekodesigndirektivet från EU utvidgas stegvis krav på energianvändande produkter. Samtliga EU:s medlemsstater omfattas och till direktivet är krav på ”genomförandeåtgärder” kopplat för varje produkt, funktion och komponent. Ett Energimärkningsdirektiv har till exempel under 2010 införts för ljuskällor. I Sverige antogs ”Lagen om

ekodesign” den 1 maj 2008. Det finns även ett RoHS-direktiv (2002/95/EG) om begränsning av vissa farliga ämnen elektriska eller elektroniska artiklar. Den som släpper ut en produkt som omfattas av RoHS på marknaden har ansvar för att produkten uppfyller de krav som ställs i direktivet. Om en produkt inte uppfyller kraven får den inte fortsätta att säljas i Sverige. Information: [Energimyndigheten](#)

El-kretsen

är ett miljöservicebolag utan vinstintresse som ägs av nitton branschorganisationer inom de branscher där man importerar, tillverkar eller säljer elprodukter i Sverige. Företagen betalar en differentierad avgift efter försäljningsvolym och produkt. Från mottagningsstationerna transporteras elprodukterna sorterade till specialiserade anläggningar för återvinning. Ett omfattande producentansvar har funnits i svensk lag sedan juli 2001. Deponering och förbränning av dessa produkter utan föregående behandling är något som lagen förbjuder.

ENEC

(European Norms Electrical Certification) är ett frivilligt, betryggande certifieringsmärke för armaturer och komponenter inom EU samt ytterligare några europeiska länder. Innebörden är att produkten uppfyller alla europeiska säkerhetsfordringar, att tillverkaren har ett kvalitetssystem motsvarande lägst EN 29002 (ISO 9002), att tillverkaren har verifierad produktionskontroll och att produkten är provad och certifierad av ett fristående, numrerat certifieringsorgan, t.ex. IMQ Italien (03), VDE Tyskland (10) och Semko Sverige (14).

Enec +

Den europeiska organisationen Lighting Europe i Bryssel och EEPCA (European Electrical Products Certification Association) har introducerat en ny certifiering, Enec+. Det nya certifieringsmärket omfattar belysningsprodukter inklusive LED-armaturer.

Med Enec+ bekräftas riktigheten av produktens initialt angivna egenskaper och prestanda. Det befintliga Enec-märket, som sedan 20 år används i 21 europeiska länder för mer än 85 000 produkter är en etablerad, accepterad och betryggande certifiering av att produkten uppfyller europeiska säkerhetsföreskrifter, att tillverkaren har ett kvalitetssystem motsvarande lägst EN 29002 (ISO 9002), att tillverkaren har en certifierad produktionskontroll samt att produkten är provad och certifierad av ett fristående, numrerat certifieringsorgan.

Med det nya märket Enec+ vill den europeiska belysningsbranschen fokusera på en högre, jämnare och trovärdig kvalitetsnivå på belysningsprodukter, något synnerligen aktuellt inom det nya LED-området .

Energi

är ett ”abstrakt begrepp och inte en materiell vara”. Ofta används begreppet som en fysikalisk storhet där grundenheten (SI) anges i joule (J), detsamma som en newtonmeter. Effekt mäts i joule per sekund (J/s) vilket är detsamma som watt (W). 1 J = 1 wattsekund (Ws). En kilowattimme (kWh) motsvarar 3600 kilojoule (kJ) eftersom det går 3600 sekunder på en timme.

Energisparlampa

är officiell benämning för en ljuskälla som med starkt reducerad elenergi skall kunna ersätta en glödlampa. Enligt Ekodesigndirektivet måste en energisparlampa på förpackningen vara märkt energiklass A. Idag är endast LED-lampor och lysrörlampor klassade A. Termen ”energisparlampa”, (”energy saver”) eller motsvarande får inte användas för ljuskällor i lägre energiklass än A. Ljuskällor i klass B och C får däremot liksom hittills benämnas ”lågenergilampor” oavsett ljusalstringsprincip något som i huvudsak omfattar halogenlampor. Ansvarig för ekodesigndirektivet i Sverige är Energimyndigheten som tillser att de nya kraven på belysning efterlevs. Tillsynen innebär bland annat test av olika lampor. Testresultat publiceras på myndighetens hemsida, [Energimyndigheten](#)

Flimmer

Flimmer, 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 elöverkänslighet. Flimmer tillför ingenting positivt och ska absolut undvikas i våra ljusmiljöer enligt Arbetsmiljöverket skrift Arbetsplatsens utformning (AFS 2009:2).

Traditionellt förekommer flimmer i äldre belysningsanläggningar där lysrör och andra urladdningslampor drivs med äldre typens elektromagnetiska driftdon. Nätfrekvensen på 50 hertz (Hz) genererar lätt ett oönskat flimmer som kan uppfattas besvärande. Man slipper störande flimmer 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 oftamed elektroniskdriftdon vilket eliminerar eller reducerar flimret. Detta spardessutom energi och förlänger ljuskällans livslängd jämfört med äldre teknik.

De flesta glödlampsersättare som lysrörlampor (s.k. energisparlampor) och bra LED-lampor anses numera vara flimmerfria. 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.

Flimmer 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 flimmer i en modern LED-installation är inte alltid lätt att veta. Det kan innebära ett omfattande och tidödande arbete att spåra. Flimmer eliminerar man bäst genom att välja bra och uppdaterade produkter från en erfaren leverantör.

Fotobiologi

är ett vetenskapsområde inom biologin som behandlar effekterna av energistrålning på levande varelser. Dit hör bland annat den fotonstrålning som vi till vardags kallar ljus eller synstrålning (380-780 nm) och dess angränsande spektralområden av elektromagnetisk strålning, till exempel IR och UV.

Fotometri

Vetenskapen om mätning av ljus i termer av hur det mänskliga ögat upplever ljusstyrkan. Mätning av ljus sker ofta med hjälp av ett system av storheter som är SI-anslutet men som inte bygger på vanliga storheter som meter, kilo, sekund etc. Här handlar det om strålningseffekt mätt i watt (energi/tid). Den här storheten kallas strålningsflöde.

Källa: KTH och Wikipedia.

Foton

kommer från det grekiska ordet phos som betyder ljus. Definitionen är ljuskvantum. Fotoner är det elektromagnetiska fältets minsta energikvantum. När fotonstrålning når våra ögon så uppstår optiska bilder på näthinnan. Dessa avläses av synceller varvid synsinnets komplexa tolkningsprocesser påbörjas. Det som vi till vardags kallar ljus och ljusstrålning är i fysikalisk mening elektromagnetiska fotonflöden inom syngrundande spektralområden 380-780 nanometer.

Fotopiskt seende (dagseende)

Energistrålningen från en ljuskälla består av osynliga fotoner som kallas ljus. Strömmar av fotoner stimulerar vårt synsinne som via synnerv och omkopplingsstationer i mellanjärnan förmedlar informationen genom nervsignaler till hjärnans syncentrum för analys och tolkning. 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.

Dagseende är vårt seende när är vårt seende när ögats tappar uppfattar fotonstrålningen (ljuset) vid högre belysningsnivåer med luminanser över 3 cd/m². Tapparna reagerar enligt sin känslighetskurva på dagsljus och högre belysningsnivåer och reagerar på färger och detaljer. Optimal våglängd för vårt dagseende är 555 nanometer, ett gulgrönt ljus. Det ljuset ger maximalt ljusintyck under dagsljusa förhållanden. Forskning tyder på att man genom att förbättra ljusets spektrum väsentligt kan minska energiförbrukningen utan att försämra synförutsättningarna. Luxmätare är normalt kalibrerade för vårt fotopiska tappseende. Se även [Mesopiskt seende \(skymningsseende\)](#) och [Skotopiskt seende \(nattseende\)](#).

Fresnel

Fresnel-lins är en kvalificerad typ av lins som tillkom för användning i fyrorn istället för skrymmande och svårtillverkade paraboliska reflektorer. Linserna var fem gånger mer effektiva men styckpriset var också på 1850-talet 12 000 dollar. Linserna av glas, eller idag plast, har en serie koncentriska ringar som samlar ett kraftigt, parallellt strålnippe med lång räckvidd. De förekommer fortfarande i moderna armaturer men används huvudsakligen för trafiksignaler, inom scenbelysning och i kameror.

Konstruktören var en fransman, Augustin Jean Fresnel och året var 1821.

Färgstabilitet

Se [Färgtolerans](#).

Färgtemperatur

Detta är fysikalisk definition för ljusets färg som mäts och redovisas på den ”absoluta temperaturens” 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”.

Färgtolerans

är en viktig faktor för ljuset från närliggande ljuskällor. Moderna ljuskällors ljusfärg definieras som korrelerad färgtemperatur i enheten kelvin (K). Ibland uppstår oönskade inbördes färgskiftningar i ljuset trots ett identiskt kelvintal. Detta kan vara särskilt märkbart när närliggande ljuskällor belyser samma vita yta. Glödljuset inklusive halogenglödljuset omfattas inte av problemet men däremot LED, lysrör och metallhalogen. För uppkommande färgskillnader konstruerade den amerikanske forskaren Mac Adam på 1940-talet ett kvalitetssystem kallat SDCM, Standard Deviation of Colour Matching. Vid eller på ”den svarta kroppens kurva” inom CIE:s kromatiska färgtriangel samlade han närliggande färgkoordinater i s.k. Mac Adam-ellipser. Ju mindre avstånd mellan punkterna, ju mindre färgavvikelse. Avstånden redovisas i ”steg” 1 - 10. Steg 1-4 anger obetydliga avvikelser, vid överstigande antal steg riskeras däremot färgskillnader som kan uppfattas oacceptabla. Enligt den nya produktstandarden skall SDCM-värde redovisas dels initialt, dels för det antal brinntimmar som svarar mot 25% av ljuskällans livslängd, dock max. 6000.

Färgåtergivning, Ra eller CRI

En ljuskällas färgåtergivning är mycket viktig för ljusets kvalitet. 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 brister i sin förmåga att återge färger naturligt. För att redovisa ljuskällors färgåtergivningens förmåga används internationellt CIE:s Ra-index där en testljuskälla jämförs med en referensljuskälla, bägge temperaturstrålare. För ljuskällor inom urladdnings- och luminiscensljus, gör man istället en beräkning enligt en fastställd formel.

”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

Färgåtergivningens förmågan redovisas alltså i ett **Ra -index** (Rendering Average), på engelska benämnt **CRI** (Colour Rendering Index). Naturlig färgåtergivning med högsta index 100 gäller för dagsljus liksom för glödljus från glödlampor och halogenlampor. Indexvärden 90-100 innebär mindre färgavvikelse som kan vara 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 otränat öga. Observera att en rättvis jämförelse mellan olika ljuskällor förutsätter samma eller närliggande färgtemperatur i kelvin (K).

Ra-metoden bygger på jämförelser av åtta utvalda standardfärger som belyses med testljuskällan och en idealisk referensljuskälla i 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 referensfärgerna kritiserar 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 den röda färgen (R8) visar sig viktig att återge på ett naturligt sätt när det gäller belysning av konst- och modemiljöer, exponering av färgade föremål och i miljöer där dagsljus är dåligt förekommande. Ra-metoden med test av 14 färger benämns R14.

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 med Ra-index över 90 som indikerar ”utmärkt färgåtergivning”.

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 färgåtergivnings-förmågan.

Genomlysning

”något som släpper igenom ljus men som man ser oskarpt igenom” (NO). Ett alternativ som fungerar är translucent (se även detta ord), som är ett låneord från engelskan.

Genomsiktig

eller transparent (se även detta ord), är något ”som släpper igenom ljus och som man kan se klart igenom” (NE).

Glödljus

Glödlampor och halogenlampor (nätspanning eller ”lågvolt”) är termostrålare där det ”äkta” ljuset alstras i ett kontinuerligt spektrum genom upphettning av en glödtråd. Dess spektrala sammansättning bestäms av dess temperatur. På grund av dess ineffektivitet och därmed för hög energianvändning har glödlampor slutat att tillverkas och importeras både inom och utom Europa.

[Halogenlampor](#) finns tillsviare kvar.

Halogener

är ett samlingsnamn för grundämnena fluor, klor, brom, jod och astat (se [Halogenlampor](#)).

Halogenfri

Ett vanligt krav idag är att ledningar och kablar skall vara halogenfria då de annars vid brand kan orsaka korrosionsskador på elektrisk utrustning som ofta är större än de som orsakas av själva branden. PVC t.ex. är en klorförening och är därför inte halogenfri. Även flamskyddsmedel består ofta av halogen föreningar. I ett miljövänligt installationssystem bör både rör och anslutningsdetaljer vara helt fria från PVC, halogener, aluminium samt bly och kadmium. (Källa: Protec Systems AV) forts nästa sid
NR 1 NOVEMBER 2008 - SID 2/ 8 forts Halogenfri Joule (J) är SI-enheten för arbete eller energi. 1 J definieras som den mängd arbete som utförts när en kraft på 1 newton förflyttas en sträcka på en meter i riktning mot kraften. Joule har namngetts efter den engelska fysikern James Prescott Joule (1818-89). Watt är SI-enheten för effekt. 1 W definieras som den effekt som genereras av 1 joule under en sekund. Watt har namngetts efter den skottska ingenjören James Watt (1736-1819).

Halogenlampor

Halogenlampor alstrar glödljus och erbjuder som alternativ till glödlampor ett högre ljusutbyte, ett varmvitt ljus som är något vitare och längre livslängd. Halogenlampor finns för både nätspanning och lågvolt, antingen rundstrålande eller som reflektorlampa för riktat ljus. De rundstrålande lamporna ser till det yttre ut precis ut som traditionella, klara glödlampor.

Halogentekniken är en vidareutveckling av glödlampstekniken som gjort det möjligt att öka livslängd och ljusutbyte. Tekniken innebär 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 glödtrådstemperatur 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.

Senaste utveckling 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.

HCL

”Human Centric Lighting” är ett ämnesområde som får allt större betydelse, bl.a. inom arbetsmiljön. Det handlar om belysningens konstaterade inverkan på människans välbefinnande, humör och hälsa och därmed på vår prestationsförmåga med åtföljande ekonomisk betydelse. Man vill fokusera på en ljusplanering som stödjer positiva emotionella och biologiska effekter på människan med bättre rehabilitering inom vården och förebyggande av t.ex. kroniska sjukdomar. Branschorganisationen Lighting Europé har publicerat en rapport under detta namn, utförd av Zwei och AT.Kearney 2012.

HF

står för högfrekvens som i belysningssammanhang innebär att den vanliga nätfrekvensen 50 Hz förvandlas till över 30.000 Hz. För urladdningslampor – lysrör och HID-lampor – innebär detta dels högre ljusutbyte, dels en kraftigt reducerad modulation (flimmar) från omkring 40 till 1. Lysrörs och högtryckslampors livslängd påverkas gynnsamt och ljusutbytet under livslängden förblir så gott som konstant. Ljusreglering underlättas och de elektromagnetiska fälten reduceras till ungefär hälften.

HF-don

är den lilla elektroniklåda (driftdon) som genom att ersätta reaktor, tändare och kondensator i ”konventionella” lysrörsarmaturer styr lysröret på ett betydligt fördelaktigare sätt vad gäller ljuskomfort, energiförbrukning och lamplivslängd. För ljusreglering krävs en speciell typ av HF-don som nu finns i analoga eller digitala system. HF-don är på stark utbredning och finns idag i de allra flesta moderna lysrörsarmaturer.

HID

(High Intensity Discharge) är högintensiva urladdningslampor av högtryckstyp, t.ex. metallhalogen och högtrycksnatrium. Se även [Compact HID](#)

HIE

är kortbeteckning för urladdningsljuskällor typ metallhalogen, ellipsformade med sockel E27 eller E40. Tilläggsbeteckning CE, med keramisk brännare, betecknar högre ljuskvalitet (CE ersätter den äldre tilläggsbeteckningen CRI, förbättrad färgåtergivning).

HIT, HIT-DE, HIT-CRI

är kortbeteckningar som europeiska armaturfabrikanter använder för urladdningsljuskällor av typ metallhalogen. HIT står för ”High pressure discharge Iodine Tubular” (iodine = jod, ett av grundämnena

inom halogenfamiljen) och är alltid ensockliga lampor. HITDE (double ended) är i tvåsockligt utförande. Metallhalogenlampor HITCRI och HIT-DE-CRI är en vidareutveckling av lamptypen med keramisk brännare inuti lampkolven som har inneburit förbättrad färgkonstans, ljusutbyte och livslängd. Tilläggsbeteckningen CRI står för Colour Rendering Improved, förbättrad färggivning. Hos Annell Ljus + Form använder vi oss av Osrams och Philips egna lampbeteckningar för dessa lamptyper, CDM, HCI och HQI, vilket beror på att inte alla fabrikanter HITlampor har brännkammaren i exakt samma läge, något som är viktigt för våra armaturers reflektoroptik.

HME, HSE, HST

är kortbeteckningar för urladdningsljuskällor; HME =kvicksilverlampor med sockel E27 eller E40. HSE = ellipsformade högtrycksnatriumlampor med sockel E27 eller E40; HST = tubformade ensocklade högtrycksnatriumlampor (olika socklar); Tilläggsbeteckning DE och CRI finns för vissa lampor: DE = double ended, tvåsocklig; CRI = förbättrad färgåtergivning

HST-CRI

är en kortbeteckning som europeiska armaturfabrikanter använder för urladdningsljuskällor av typ högtrycksnatrium med förbättrad färggivning. HST står för ”High pressure discharge Sodium lamp Tubular” som är ensockliga lampor. Annell Ljus + Form använder sig för dessa lampor enbart av Philips egen lampbeteckning SDW-T och SDW-TG eftersom vår reflektoroptik utformats för just den lampan.

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. 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 glödlampsliknande 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 100W. När man tänder en lampa i kallt tillstånd tar upptändningstiden omkring fem minuter till fullt ljusflöde, i varmt tillstånd en till två minuter.

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. SDW-T drivs med ett elektromagnetiskt driftdon och elektronisk tändare/stabilisator. För den mer kompakta SDW-TG används elektroniskt driftdon. Ljuskällan går ej att styra då detta innebär en förändring av urladdningstrycket som skulle försämra färgåtergivningen.

Högtrycksnatriumlampor HID

Högtrycksnatriumlampor ger ett varmt gulvitt ljus med ett högt ljusutbyte och lång livslängd. Färgåtergivningen 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.

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

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

Färgåtergivning 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. Högtrycksnatriumlampor kräver driftdon. Den hittills vanligaste kombinationen är traditionella elektromagnetiska don kombinerade med en elektronisk tändare. 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. Driftgenskaperna blir också bättre, till exempel livslängden. För effekter < 150 W finns även elektroniska driftdon som i vissa utföranden kan ljusregleras ned till 50 % ljusflöde.

IEA

International Energy Agency (på svenska Internationella energirådet) grundades 1974 som en fristående organisation inom OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). Viktigaste mål är att begränsa klimatförändringar genom att bl.a. minska samhällets oljebehov. IEA med säte i Paris fungerar som politisk rådgivare till 29 medlemstater, bland annat USA, Australien, Japan samt en stor del av EU med Sverige som ett av grundarländerna.

Ett viktigt strategiskt samarbete pågår med icke-medlemmarna Indien, Kina och Ryssland. För LED-belysning finns sedan 2010 en kommitté, IEA 4E SSL Lighting Annex, i nära samarbete med svenska Energimyndigheten vars ljusansvarige dr. Peter Bennich också är kommitténs ordförande.

Främst arbetar man med LED-ljusets icke-visuella inverkan på hälsa och miljö där även en global kartläggning över LED-prestanda med testsystem och allmänna kvalitetsnivåer.

IEC

är förkortning för International Electrotechnical Commission, en världsomspännande organisation som utarbetar och fastställer konformitet och standarder för alla produkter inom elektroteknik och elektronik. Man har säte i Schweiz och sysselsätter över tiotusen experter. IEC utgör en viktig plattform för kommunikation mellan stater och branschorganisationer.

Två sådana organisationer är internationella belysningskommissionen CIE och CELMA för europeiska armaturproducenter. I Sverige övertas och samordnas sedan 1907 internationella elstandarder till svensk standard av SEK, Svenska Elektrotekniska Kommittén. Aktuellt inom belysning pågår ett värdefullt standardiseringsarbete för LED-armaturer och LED-lampor. IEC bildades 1906 med Lord Kelvin som första ledare.

IES

står för Illuminating Engineering Society som sedan 1906 är det amerikanska belysningsällskapet. Ett mer formellt namn är IESNA, Illuminating Engineering Society of North America.

IESNA

Illuminating Engineering Society of North America.

IK-klassning

är en internationell gradering av ljusarmaturers slagåtlighet och avser mekaniskt skydd mot yttre åverkan, slag och stötar m.m. enligt standarden EN50102 som ännu så länge är frivillig. Det är naturligt att vissa armaturtyper, bl.a. markinfällda uplights och utomhuspollare måste tåla viss skadlig åverkan utan att gå sönder. En klassning i IK 01 – IK10 är en nyhet som anger högsta tillåtna slagenergi ("slagåtlighet", "impact energy"). Det gäller vanligtvis en ljusarmaturs avskärmning och är specificerat i enheten för energi, joule (J). Skalan går från IK00 till IK10. IK10 innebär att produkten tål ett direkt slag med slagenergi 20 J (som motsvarar en träff från en sex kilos slägga från 40 cm fallhöjd). När risken för vandalism är särskilt hög rekommenderas ett utförande för en minsta slagenergi på 50 J.

Exempel på IK-klasser

IK	Joule
IK01	0,14 J
IK03	0,35 J
IK05	0,70 J
IK06	1 J
IK07	2 J
IK08	5 J
IK09	10 J
IK10	20 J

Ilcos

är ljuskällefabrikanternas gemensamma system för att beteckna ljuskällor (International LampCoding System). Några exempel: IAA står för normalglödlampa, FDH betyder lysrör T16(T5), STH står för högtycksnatriumlampa White SON. (Se även under [HST-CRI](#), [HIT](#), [HIT-DE](#), [HIT-CRI](#)m.fl.)

Induktionslampor

Dessa lamptyper förekommer inte 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.

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 Induktionslampor kräver elektroniska driftdon som antingen är integrerade i ljuskällan eller bifogas som separat komponent. Induktionslampor har vanligtvis inte gått att ljusreglera.

Interface

gränssnitt gränssyta. Se [Styrmodul](#).

IP-klass

Se [Kapslingsklass](#).

Joule

Joule (J) är SI-enhet för arbete eller energi. 1 J definieras som den mängd arbete som utförts när en kraft på 1 newton förflyttas en sträcka på en meter i riktning mot kraften. Joule har namngetts efter den engelska fysikern James Prescott Joule (1818-89). Watt är SI-enheten för effekt. 1 W definieras som den effekt som genereras av 1 joule under en sekund. Watt har namngetts efter den skotske ingenjören James Watt (1736-1819).

Junction

är ett vanligt uttryck inom LED-tekniken. Det är det plan eller den linje i en lysdiod (halvledarchips) där negativt laddade elektroner balanserar positivt laddade. På svenska säger vi förbindelsepunkt, alternativt pn-övergång eller spärrskikt. Detta är en viktig punkt där diodens förbindelsetemperatur registreras under tillverkningsprocessen, en referenstemperatur som inom halvledarbranschen generellt anges till 25° (i laboratoriemiljö). Denna temperatur, ”junction temperature”(t_j), utgör underlag för tillverkaren av LED-modulerna (där dioderna grupperas) att fastställa och utmärka den mät punkt, ”critical temperature” (t_c) på kretskortet som armaturtillverkaren har att ta hänsyn till för att kunna nå lämplig omgivningstemperatur och konkurrenskraftiga prestanda. Denna förbindelsetemperatur kan vi inte påverka men man vet när det gäller ljusarmaturer att den i praktiken på nuvarande stadium hamnar på omkring 80 till 120°C i en installerad, fungerande armatur. En diods prestanda påverkas mycket mer av värmeförhållanden än andra ljuskällor trots att den saknar strålningsvärme (IR). När man kan pressa den temperaturen, genom aktiv kylning eller med nästa diodgeneration, så förbättras ljusegenskaperna ytterligare.

Kalljuslampa

(eller kalljusreflektorlampa) är små reflektorlampor av glas för ”lågvolt” (klenspanning) eller nätspänning 230V. Reflektorn är behandlad så att den huvudsakligen reflekterar ljus utan värmestrålning som istället transmittteras genom glasreflektorn i motsatt riktning. Flera ljusspridningsvinklar finns att välja på, t.ex. spot, medium, flood och wide flood. Vanliga effekter för 12 volts lamporna är 20, 35, 50 och 65W. En vanlig kortbeteckning är QRCB utan frontglas och QR-CBC med frontglas (frontglas rekommenderas generellt). Lamptypen utvecklades ursprungligen av GE som projektorlampa för värmekänslig film men fick snabbt global användning som accentbelysning av värmekänsliga föremål. Idag har den blivit mer populär än så och är en av de vanligaste glödlamporna inom offentlig miljö. Observera att kalljuslampor på grund av värmestegring inuti armaturen endast får användas i sådana armaturer som uttryckligen anges för denna speciella lamptyp.

Kapslingsklass

eller Skyddsform avser armaturers skydd mot beröring, fukt och väta samt mot inträngande av damm. För elektrisk och elektronisk utrustning i krävande miljöer, där damm, korrosiva ämnen, fukt och vatten kan tränga in, är god kapsling av yttersta vikt för att nedbringa riskerna för elchock och brand. Tvåsiffrig kapslingsklass (IP = Internal Protection) redovisas normalt för alla ljusarmaturer i högre klass än IP20 som avser användning i vanliga torra rum inomhus.

Första siffran

Avser skydd mot inträngande föremål

IP 2x Beröringsskyddad. Skydd mot föremål ≥ 50 mm

IP 3x Beröringssäker. Skydd mot föremål $\geq 2,5$ mm

IP 4x Beröringssäker. Skydd mot föremål ≥ 1 mm

IP 5x Dammsäker. Skydd mot skadlig dammbildning

IP 6x Dammtät. Skydd mot inträngande damm

Andra siffran

Avser skydd mot vatten

IP x1 Droppskydd mot vertikalt fallande droppar

IP x2 Droppskydd i vinkel $\leq 15^\circ$

IP x3 Strilsäker i vinkel $\leq 60^\circ$

IP x4 Sköljtät i vinkel i alla riktningar

IP x5 Spolsäker. Skydd mot vattenstråle 12,5 l/min.

IP x6 Spolsäker. Skydd mot vattenstråle 100 l/min.

IP x7 Vattentät. Tät 1 m under vattenyta i 30 min.

IP x8 Vattentät. Trycktät under vattenyta enl. kundens spec.

kelvin

är enhet för färgtemperatur. Till skillnad från celciusskalans grader ($^\circ\text{C}$) avser kelvin (K) ”absolut temperatur” vars nollpunkt ligger på $-273,17^\circ\text{C}$. 0°C är alltså $+273,17\text{ K}$ ”. Ordet kelvin ersätter ordet ”grader” och skrivs i likhet med grader med gemena (små) bokstäver. Som förkortning används versalt (stort) K. Ordet härstammar från Lord William Thomson Kelvin, 1824-1907, brittisk ingenjör, matematiker och fysiker. Se mer om begreppen [Färgtemperatur](#) och [Ljusfärg](#) under dessa ord.

Kompaktlysrör

Kompaktlysrör (kortbeteckning TC) är den innehållsrika lysrörsfamilj där 1-socklade ljuskällor består av två eller flera parallella glasrör som kallas stavar. Från början var kompaktlysroren 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.

Kompaktlysroren finns i många effekter från 5 watt (ljusflöde 250 lumen) till 80 watt (ljusflöde 6000 lumen). Hos Osram och Philips motsvarar ljuskvaliteten de raka fullfärglysroren när det gäller varmvita, vita och kallvita ljusfärger i färgtemperaturer 2700, 3000, 4000 respektive 5400 kelvin (K) samt färgåtergivning $Ra > 80$. De långa kompaktlysroren 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 kompaktlysroren 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. Tekniken är densamma som för raka lysrör med den skillnaden att det så kallade ”spärrskitet” oftast ej går att applicera på grund av urladdningsrörens mer komplicerade form.

Moderna kompaktlysrör kräver HF-don alternativt HF-dimdon vid dimring. Deras drifekonomi och komfort är bättre än för de tidigare kompaktlysroren som med 2-stiftsockel var avsedda för armaturer med äldre, elektromagnetiska don. Kompaktlysrör går att ljusreglera med särskilda HF-don (HF-dimdon) med i princip oförändrad ljuskvalitet.

Komposit

kallas material som innehåller en eller flera komponenter, t.ex. armerad betong. Plastkomposit och kolfibrer har hög styvhet i förhållande till sin vikt och har hög slagåtlighet. Glasfiberarmerad plast som förekommer inom belysningsplaster har mycket hög slagåtlighet, ofta en form av vandallsäkerhet.

Konstantljus

kallas det när det elektriska ljuset i en anläggning genom sensorer automatiskt regleras efter rummets varierande dagsljusnivå så att sammanlagd medelbelysningsstyrka förblir som planerat.

Kontrast

är i belysningsssammanhang skillnaden i luminans mellan två närliggande delar av ett arbetsobjekt, t.ex. texten på ett papper (LD) och papperet (LB). Kontrasten (K) brukar uttryckas som ett förhållande mellan dessa båda luminanser och anges i procent (0-100). $K = \frac{LB - LD}{LB} \times 100$.

Källa: Lars Carlsson

Kontrastreduktion

är ett uttryck för hur den uppmätta kontrasten på ett synobjekt, i rådande belysning, förhåller sig till den bästa möjliga kontrasten och anges i procent (). $R = (1 - K : K_{max} \times 100$

Källa: Lars Carlsson

Konverter

Se [Driver](#).

Korrelerad färgtemperatur CCT

Correlated Colour Temperature. Se [Färgtemperatur](#)

Kromaticitet

anger en färgs styrka, renhet och mättnad. Det handlar om mängden grått i en kulör i förhållande till nyansen och anges som procentandel från 0 (grått) till 100 (fullt mättad). Ju lägre kromaticitet en färg har desto gråare är den. Andra färgbegrepp är kulör, nyans, färgton, färgvalör, dager, intensitet och ljushet.

Kronobiologi

inom ljus och belysning behandlar ljusets icke-visuella effekter såsom påverkan på våra biologiska system. Ljuset styr kroppens cirkadianska dygns- och årsrytmer genom att påverka hormonbildning. Bland funktioner som ljuset styr är förutom sömn och vakenhet, sömnkvalitet, vila och aktivitet, hemodynamiska mönster, viktfluktuationer, blodfetter samt sjukdomstillstånd som hjärtinfarkt och allergier.

Forskning pågår om den inverkan som ljusets spektrala sammansättning har på oss under dygnets olika timmar.

Kvantprickar

är det svenska begreppet för engelskans *Quantum Dots*, (Nationalencyklopedins översättning). Det handlar om nästa generation av LED-ljus, en isolerad punktformig struktur av nanopartiklar i glas och halvledarmaterial, diameter två till tio nanometer*. Denna punktformiga struktur med varmvita nanodioder appliceras på blå lysdioder. Med tekniken alstras ett behagligt, glödlampsliknande ljus, nu med gula inslag och lite mer varmtonat än 3000K. Ljuset tycks effektivt kunna representera alla av de syngrundande spektrala våglängderna. Kvantprickarnas storlek avgör deras färgtemperatur. Det slumpartade genombrottet för de första varmvita kvantprickarna som lysdioder utan lyspulver kom år 2009 på Vanderbilt University i Nashville, USA, med nyexaminerade studenten, sedermera professorn på samma universitet, Michael Bowers** som upphovsman.

*) Nano= SI-prefix för en miljarddel

**) I Anells kompendium "Det nya LED-ljuset", oktober 2010, omnämndes händelsen under rubriken LED-historik

Lamlivslängdsfaktor, LSF (Lamp Survival Factor)

är den officiella svenska översättningen av ”Lamp Survival Factor” och anger andelen lampor i en anläggning som fortfarande lyser vid en given tidpunkt. 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 LSF informerar om procentandelen lampor i en anläggning som fortfarande lyser vid vald tidpunkt istället för bortfallsprocent.

LCC

står för Life Cycle Cost (livscykelkostnad). Det avser den totala kostnaden för en viss utrustning under hela dess livslängd, från att den installerats till att den slutligen tas ur bruk. Vid inköp av belysning och övrig utrustning som kräver energi, gäller det inte att enbart jämföra inköpspriser. Faktorer som energikostnader och underhåll under hela livslängden är vanligtvis mer avgörande för den totala kostnadsbildningen än själva investeringen. När det gäller belysning måste man ta hänsyn till kraven på ljusets kvalitet och funktion. Först när ljusets kvalitetsnivå är säkerställd kan en rättvis granskning av pris och kostnader genomföras. Mer information om LCC med mallar finns under LCC belysning på [Energimyndigheten](#).

LED

är förkortning för det nya belysningsområdet där ljuset genom elektroluminiscens alstras i lysdioder (halvledarchips) – Light Emitting Diodes – ett monokromatiskt (enfärgat) ljus som i färgerna rött, grönt och gult funnits i många år för signal- och indikationsljus samt för dekorativ ljussättning. Nu pågår det mest omfattande teknikskiftet inom ljus sedan 1941 då lysrörerna kom till vårt land. LED kommer enligt globala prognoser att under perioden 2015 – 2020 bli den vanligaste ljuskällan inom alla belysningsområden.

Genom blå, millimeterstora lysdioder som började framställas i början av 1990-talet lade man grunden till att utveckla vitt ljus för allmänbelysning. Detta skedde först genom färgväxling mellan röda, gröna och blå dioder därefter huvudsakligen genom att tillsätta ett luspulver till blå högeffektsdioder. Metoden är skonsam mot miljön och mycket ljuseffektiv i relation till det låga elbehovet.

Lysdioder för allmänbelysning (LED) används huvudsakligen på två sätt, dels med grupper av lysdioder (moduler) som är integrerade i särskilda LED-armaturer, dels som enskilda ljuskällor utförda som ersättningsljuskälla för glödlampor.

LED-tekniken befinner sig i början av en lovande utveckling till ett ekonomiskt och stabilt kvalitetsljus med mycket långa livslängder. Från 2015-2020 förmodas LED bli vår kanske vanligaste ljuskälla inom de flesta belysningsområden

En ny, kommande generation av ännu mindre lysdioder kallas Quantum Dots, på svenska kvantprickar. Forskning och utveckling inom TV och belysning pågår. Se även [LED-armaturer](#), [LED-lampor](#), [LED-lysrör](#), [Lysdioder](#).

LED-armaturer

är en komplett armaturenhet för direkt nätanslutning. De driftdon som erfordras är antingen integrerade inuti armaturen eller bifogade för separat montage. Armaturen innehåller integrerad ljuskälla, en diodmodul, samt diverse optiska tillbehör för specifik ljusdistribution (bl.a. lins, reflektor avskärmning

etc) samt ett diodskydd. En viktig del av armaturen är en kylkropp som avleder destruktiv överskottsvärme. LED-driftdon kallas varierande för driver, konverter, transformator eller power supply. Donen finns av två typer, antingen för ”konstantspänning” eller för ”konstantström” beroende på modulens elektriska design. Ljusreglering är en tilläggfunktion, en enkel och vanligtvis flimmerfri teknik med varierande metoder som inte medför sänkt ljuskvalitet. Alla prestanda som ljusflöde, systemeffekt, färgtemperatur, färgstabilitet och färgtoleranser, Ra-index samt livslängd avgörs dels av drifttemperaturen (omgivningstemperatur T_a), dels av ström- och spänningsförhållanden samt av typ av optimala driftdon. LED-armaturens och dess driftdons utförande, konstruktion, placering och är mycket avgörande för ljusresultatet, även för de allra bästa lysdioder.

Att jämföra olika LED-armaturer kräver jämförbar och rättvis redovisning. I bl.a den svenska Ljusmallen finns europeiska rekommendationer om hur sådana armaturer bör redovisas. Där ingår förutom fotometrisk kod, färgtemperatur och färgåtergivningsindex de viktiga specifikationerna: Armaturljusflöde (armaturlumen); Armatureffekt (total systemeffekt i watt); Armaturljusutbyte (armaturlumen per armaturwatt). Se även [LED](#), [LED-lampor](#), [LED-lysrör](#), [Lysdioder](#).

LED-lampor

LED-lampor är ersättningslampor (retrofit) för glödlampor och lysrörlampor (de senare kallas ofta lågenergilampor). LED-lampor tänds direkt utan fördröjning. Deras standardsockel passar till traditionella glödlampsarmaturer med en eller flera lamphållare E14 eller E27. En LED-lampa har små lysdioder integrerade inuti sig liksom även ett driftdon och de är avsedda för direkt anslutning till elnätet. För de flesta LED-lampor används tekniken med att kombinera blå lysdioder med ett lyspulver för att få ett ljus i vita eller varmvita nyanser.

LED-tekniken fortfarande befinner sig i stark utveckling. Lamporna har funnits på marknaden i några år men först under 2013 förbättrades deras prestanda avsevärt i och med att Ekodesignförordningen kompletterats med skärpta funktionskrav innehållande minimikrav på bl.a. färgåtergivning, färgstabilitet, livslängd och grad av bibehållet ljusflöde. De större tillverkarna lanserar varje år nya produkter i allt högre LED- kvalitet, både rundstrålande och med riktat ljus i form av reflektorlampor, (inom 120 graders spridningsvinkel). Hittills gäller att fler och fler kan ljusregleras men inte ännu inte alla. På förpackningarna skall finnas information om lampans reglerbarhet och eventuella begränsningar.

LED-lampor används som alternativ till rundstrålande glödlampor upp till 100 W. LED-lamporna uppnådde vid ingången av år 2014 en effektivitet (ljusutbyte) på i snitt 78 lm/W (glödlampan 12 lm/W). Färgåtergivningsindex ännu så länge något överstigande Ra 80 men fler LED-lampor kommer med utmärkt färgåtergivning, $R_a > 90$. När det gäller reflektorlampor är besparingspotentialen ännu större då man kan styra ljuset från LED-lampor mer effektivt än från motsvarande konventionella ljuskällor.

LED-lampan är mer begränsad i sin rundstrålande ljusfördelning än glödlampan. Den i sockeln inbyggda elektroniken avskärmar något mer ljus än vad enbart sockeln gör vilket i genomlysliga opalglasarmaturer kan ge upphov till viss skuggverkan på glaset. Lamporna är fortfarande dyrare i inköp än lysrörlampor men detta kompenseras till viss del av energibesparing och väsentligt ökad livslängd (3-5 ggr). 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). Vid jämförelser mellan LED-lampor och rundstrålande glödlampor finns regler för hur ljusflöden skall redovisas på grund av LED-lampornas ljusnedgång under sin livslängd.

Reflektor-LED-lampor är en produktgrupp som också måste redovisa sitt ljusflöde i lumen för att underlätta jämförelser. För reflektorlampor har man hittills inte använt begreppet 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 poläradiagram (ljuskurvor). Reflektor-LED-lampor har en mer exakt ljusriktning och allt ljus hamnar inom angiven spridningsvinkel. Ekodesignförordningen har krav på att både ljusstyrka (cd) och ljusflöde (lm) ska redovisas i produktdokumentationen. Se även [LED](#), [LED-armaturer](#), [LED-lysrör](#), [Lysdioder](#).

LED-ljus

är ett luminiscensljus av annorlunda karaktär och egenskap än vi är vana vid. Det handlar om ett energisnålt och miljövänligt ljus som är monokromatiskt inom en smalt spektralband där det är mycket effektivt.

För belysningsändamål används mest s.k. högeffektsdioder (> 1 watt/st), vanligtvis blå dioder som med tillsats av lyspulver alstrar ”vita” ljusfärger inom följande områden: 2700-3300K (varmvit), 3300-5300K (vit) och >5300K (kallvit). Hela det syngrundande spektralområdet inom våglängderna 380 till 780 nanometer (nm) finns idag representerat även om strålningen inom vissa våglängder kan förstärkas. För dekor- och effektbelysning skapas vitt och färgat ljus genom färgväxling med röda, gröna och blå dioder (RGB-teknik).

LED-ljuset är ett naturligt ljus som är riktat inom en sektor på omkring 120 – 160 grader och är i flera sammanhang lika effektivt som reflektorlampor. Ljuset har en annorlunda skuggbildning som orsakas av det kommer från flera små dioder i grupp. Ljuset saknar IR- och UV-strålning och är praktiskt taget flimmerfritt. Tändning sker snabbare än hos glödljus och ljusreglering fungerar bra.

Färgåtergivning förbättras för varje år. Ra-index för bra, ”vita” lysdioder överstiger 80 eller 90. Spektralområdet för de bästa lysdioderna med lyspulver utgör från 2010 ett kontinuerligt spektrum (fullspektrum) och förbättras successivt. Färgstabilitet under livslängden kan påverkas ogynnsamt liksom färgåtergivningen av armatur, ström och spänning samt drifttemperatur. Inbördes färgtoleranser mellan likartade dioder kan förorsaka färgskiftningar, i synnerhet vid belysning av vita ytor, men toleranserna blir allt snävare i takt med utvecklingen.

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. Den första generationens LED-lysrör kan inte ljusregleras.

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.

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 lysrörständeren 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 befintlig armatur.

Val av känd och trovärdig leverantör och CE-märkning är särskilt viktigt för dessa nya ljuskälletyper. Flera incidenter med udda fabrikat har inträffat där LED-lysrören haft otillåtna brister i säkerhet eller prestanda. Se även [LED](#), [LED-armaturer](#), [LED-lampor](#), [Lysdioder](#).

LED-modul

För allmän- och accentbelysning är enstaka lysdioder av högeffektstyp för ljussvaga. De fungerar därför vanligtvis i grupp. En sådan diodgrupp kallas för LED-modul och utgör den egentliga ljuskällan inuti en LED-armatur. Det är modulens sammanlagda effekt och prestanda som vi behöver bry oss om, inte nödvändigtvis de enstaka, millimeterstora lysdioderna.

Det finns två slags LED-armaturer. Antingen är LEDarmaturen avsedd för en LED-lampa med integrerat driftdon och lamphållare av standardtyp, t.ex skruvsockel E14 eller E27. Eller också är armaturen en komplett LED-armatur med inbyggd ljuskälla. En sådan armatur är avsedd för och försedd med en speciellt utformad diodmodul. Varje diodmodul bör vara lätt utbytbar, även om dess långa livslängd förmodligen är densamma som den kompletta armaturens. LED-modul och driftdon tillhör LEDarmaturens obligatoriska komponenter. Övriga komponenter kan vara optiska linser och/eller reflektorer..

Lighting Europe

är Europas huvudorganisation för ljus och belysning med säte i Bryssel. Den uppstod 2013 ur de tidigare organisationerna Celma (armaturer) och ELC (ljuskällor). De flesta nationella industriorganisationer inom branschen ingår som medlemmar, bl.a. den svenska Belysningsbranschen. Även större enskilda företag ingår, de största europeiska belysningsföretagen och flera globala storföretag genom sina europeiska dotterbolag. Sammanlagt arbetar inom Europa över 100 000 människor i medlemsföretagen. Bland de första dokument som har publicerats är ”Guide on photobiological safety in general lighting products for use in working places” och ”Human Centric Lighting”.

(2014-03-10)

Livslängd ljuskällor

Ljuskällors livslängd är en viktig faktor för belysningens kvalitet och drifekonomi och kan även ha inverkan på miljön. En fastställd standard saknas för hur ljuskällors livslängder ska redovisas och det är inte alltid lätt att jämföra ljuskällefabrikanternas livslängdsuppgifter.

På fabrikanternas respektive hemsidor finns dock information tillgänglig. EU:s Ekodesignförordning föreskriver en omfattande och enhetlig redovisning som omfattar ljusbibehållning (LLMF) och livslängd (LSF) för lysrör, kompaktlysrör, metallhalogenlampor och högtrycksnatriumlampor.

Ljusflödesbibehållningen (LLMF) ska redovisas som procent av nyvärdet efter 2 000, 4 000, 6 000, 8 000, 12 000, 16 000 och 20 000 lystimmar. (Endast upp till 8 000 timmar för lampor som är så nya att mer information inte finns att tillgå.)

Lamplivslängdsfaktorn (LSF) redovisar i procent de lampor som fortfarande fungerar 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 att mer information inte finns att tillgå.)

Ljuskällors livslängdsuppgifter skall enligt gällande IEC/CEN-standard baseras på tester under laboriemässiga förhållanden och skall spegla ett genomsnitt för ett stort antal lampor. Driftförhållanden ska definieras. Det föreskrivs bland annat en provningscykel på 3 timmar (165 minuter på och 15 minuter från) vilket också ska vara underlag för produktinformation enligt krav i Ekodesignförordningen. Om ljuskällan kan drivas både med elektromagnetiska och elektroniska driftdon ska driftsättet som använts vid testningen anges.

Hur man anger livslängder på ett enkelt och enhetligt sätt rekommenderas av Belysningsbranschen från hösten 2012 med nedanstående definitioner

”Medellivslängd” redovisas för glödlampor, halogenlampor, lysrörslampor (”lågenergilampor”) och LED-lampor. Den har uppnåtts när hälften av lamporna i en anläggning har slocknat. 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).

Bortfall och ljusnedgång för lysdioder i LED-moduler som är integrerade i LED-armaturer redovisas inte separat utan ska ingå som en del av armaturens dokumentation. I Belysningsbranschens mall för redovisning av armaturer, Ljusmallen, rekommenderas 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.

*) 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 %.

Ljusdesign

är läran om hur belysning bör utformas i den fysiska miljön som vi vistas i. Ljusdesigner är ett yrke och Ljusdesign är en unik vetenskapsgren inom arkitektur, inredningsdesign, landskapsarkitektur,

stadsplanering och elteknik. I dag vet man att ljuset påverkar människan med betydligt mer och långtgående effekter än de visuella och perceptuella. Därmed vilar ansvaret tungt hos var och en som arbetar med planering och utformning av belysning, inte minst i arbetsmiljöer. Läran om belysning och om de verktyg som används till att styra och gestalta ljus har blivit både komplex och mångfacetterad.

Ljusdesigner

ingår i designledet för ett byggnadsprojekt och ansvarar för utformningen av en del av den miljö som omger oss. Det gäller ljusets utformning, utseende och påföljande effekt på planering och utformning av andra delar i miljön samt på välbefinnande och känsloliv hos människorna som vistas i miljön samt deras trygghet, säkerhet och förmåga att utföra visuella arbetsuppgifter. Han eller hon samarbetar och koordinerar sitt arbete på ett holistiskt sätt med övriga relevanta yrkesgrenar inom ett projekt för att garantera dess framgång. Ljusdesigners ingår inte i leverantörskedjan för ett projekt men har en stark koppling till den. En ljusdesigner förutsätts samarbeta med alla aktörer i kedjan, t.ex. tillverkare, entreprenörer, ombud, representanter och installatörer och måste uppfylla de etiska regler som etablerats för yrket till förmån för kunden, slutanvändaren och projektet som helhet.

Ljusflöde

Ljusflöde är måttet på hur mycket ljus en ljuskälla eller en armatur avger, summan av den ljusstrålning som den avger i alla riktningar. Enheten är **lumen**(lm). För det totala ljusflödet från en armatur används begreppet **armaturlumen**. Ljusflödets definition: ”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). ** Jämför Belysningsstyrka och Ljusstyrka.

Begreppet för bibehållet ljusflöde från en ljuskälla under dess livslängd är **ljusflödesbibehållningsfaktor**, förkortning LLMF. Det 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 ljuskällans *bibehållna* ljusflöde vid en viss tidpunkt istället för dess *ljusnedgång*.

*) *Commission Internationale de l'Éclairage (Internationella belysningskommissionen)*

***) *Kurvan har ifrågasatts då den ”inte speglar dagens kunskap om seendet” men den används fortsatt inom belysningstekniken*

Ljusflödesbibehållningsfaktor, LLMF (Lamp Lumen Maintenance Factor)

är den officiella svenska översättningen av ”Lamp Lumen Maintenance Factor” som är kvoten av ljusflödet från lampan 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.

Ljuskälla

är den visuella och subjektiva upplevelsen av en ljuskällas ljus som ”kallare” eller ”varmare”. Det är också en praktisk indelning och gruppering av ljuskällor i likartade färgtemperaturer. De vanligaste ljuskällorna, särskilt inom LED, lysrör och HID-lampor, metallhalogen och högtrycksnatrium, kallas varmvit och vit vilka motsvarar färgtemperaturer runt 3000 respektive 4000 kelvin (K). Ljuskällan kallvit brukar något missledande kallas för ”dagsljus” och omfattar temperaturer från 5300 upp till 17 000 kelvin eller mer. Begreppet ”dagsljus” är missvisande eftersom ingen artificiell ljuskälla kan efterlikna dagsljuset med dess överlägsna egenskaper, som också varierar starkt under dygnet och dessutom påverkas av breddgrad och geografisk belägenhet. På våra egna breddgrader efterfrågas mest varma och varmvita ljuskällor men en ökande trend inom arbetsmiljön mot högre färgtemperaturer med ett vitare och blåaktigare ljus kan noteras (4000-4500 K).

En ljuskällas ljuskälla anges inom branschen med ett tresiffrigt nummer där första siffran, vanligen 8 eller 9, utgörs av första siffran i lampans Ra-index (normalt mellan 80 och 100). Man kan säga att första siffran 8 indikerar god färgåtergivning medan första siffran 9 indikerar utmärkt färgåtergivning, alltså en kvalitetskillnad. Andra och tredje siffran är desamma som de två första siffrorna i färgtemperaturens kelvintal. Den vanligaste ljuskällabeteckningen 830 informerar alltså dels om ett Ra-index mellan 80 och 90, dels om en varmvit ljuskälla färgtemperatur 3000 K. Se även [Färgtolerans](#).

Några vanliga ljuskällor	Varmvit	Vit	Kallvit
God färgåtergivning	830	840	865
Utmärkt färgåtergivning	930	940	965

Indelning av ljuskällor enligt svensk standard SS-EN 1246-1:

Varmvit ≤ 3000K

Vit 3300-5300K

Kallvit ≥ 5300K

Ljuskällväxling

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 är 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. Ljuskällväxling 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 ljuskällväxlingstekniken är RGB, en additiv ljuskällväxlingsteknik. 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 mättnad 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 pastellika 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.

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 färgfiltren 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.

Ljushet

= visuell egenskap, relativ upplevelse av ett område i synfältet (jämför Luminans).

Ljuskultur

är belysningsbranschens centrala informationskansli (www.ljuskultur.se) och är också namnet på branschtidskriften med samma namn som utkommer sex gånger per år.

Ljuskälla

En ljuskälla är för ljusplaneraren som färgen för målaren/konstnären.

Elektriska ljuskällor alstrar spektral energistrålning inom våglängdsområdena 380 – 780 nanometer (nm). Energistrålningen består av osynliga men syngrundande fotoner som i ögon och hjärna omvandlas till ljus och seende. Fotonstrålningen alstras på olika sätt och indelas i följande huvudgrupper:

GLÖDLJUS

Glödlampor och halogenlampor (nätspänning eller ”lågvolt”) är termostrålare där det ”äkta” ljuset alstras i ett kontinuerligt spektrum genom upphettning av en glödtråd.

URLADDNINGSLJUS

Lågtryckslampor (lysrör i alla former); högtryckslampor (t.ex. metallhalogen och högtrycksnatrium);

LUMINISCENSLJUS

LED = ljusemitterande dioder i LED-armaturer eller LED-lampor

INDUKTIONSLJUS

QL (Philips) och Endura (Osram) m.fl.

PLASMA

Sällsynt ljuskälla som förekommer i Asien och USA

En ljuskälla väljer man främst för dess visuella, energieffektiva och driftmässiga egenskaper. Miljöpåverkan och driftkostnad (livscykelkostnad) är andra viktiga kriterier.

Ljuskällors egenskaper och prestanda anges som

Ljusflöde (lm)

Ljusfärg (varmvit, vit och kallvit)

Färgtemperatur (K)

Färgåtergivning (Ra)

Effekt (W)

Ljusutbyte (lm/W)

Ljusfördelning (cd/rymdvinkel)

Livslängd (h)

Ljusmodulation

Se [Flimmer](#)

Ljusbild

är ljusflödets tidsintegral, i det enklaste fallet ljusflöde gånger brinntid. Enheten är lumensekund (lms).

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.

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 halogenlampor 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 kompaktlysör krävs speciella HF-dimdon som finns för analog eller digital styrning via potentiometer, återfjädrande tryckknapp eller styrmodul.

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.. De flesta lysrörslampor och LED-lampor (retrofit) som klassas "dimringsbara" 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 luras 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 driftdon 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 energibesparingens skull accepterar en något förändrad ljusfärg och försämrad färgåtergivning.

Ljusstyrka

är "kvoten mellan ljusflödet från en ljuskälla avgivet inom ett rymdvinkelelement och detta elements storlek". Förenklat är det ett mått på hur mycket ljus en ljuskälla eller armatur avger i en angiven vinkel, något som ofta redovisas i s.k. ljuskurvor. Enheten är candela (cd) och $1 \text{ cd} = 1 \text{ lm/sr}$ (lumen per steradian).

Ljusutbyte

från en ljuskälla (lampa, lysrör eller LED-modul) redovisar dess effektivitet och definieras som kvoten eller förhållandet mellan ljusflöde och ljuskällans wattförbrukning inklusive erforderligt driftdon. Enhet är lumen per systemwatt (lm/W).

Ljusutbyte redovisas även för kompletta LED-armaturer med integrerade dioder. Det anger då armaturens effektivitet (armaturljusflöde/systemwatt). Lysdioder och LED-moduler är starkt beroende av armaturens utförande, konstruktion och driftdon samt av termiska och övriga driftförhållanden.

Väsentliga egenskaper som ljusflöde, ljusfärg, färgtolerans, färgåtergivning och livslängd påverkas av

armaturen och dess placering. Prestanda skiljer sig därför avsevärt från den enskilda diodens eller modulens prestanda som de redovisats i laboratoriemiljö. En komplett LED-armaturs prestanda är för brukaren och planeraren intressantare än fakta om en enskild del eller komponent.

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 ytas 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 tröttar ögonen, försvårar synuppgifter och utgör alltid en bländningsrisk. Bländning anses allmänt synförsvårande och kan till och med vara synförstörande. 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.

Luminansfördelning

för ytorna i vårt synfält är en betydligt viktigare faktor för bra belysning än belysningsstyrka. I synfältets centrum, på synobjektet, bör luminanserna inte överstiga förhållandet 3:1. Mellan detta centrum och det perifera omfältet bör luminanserna inte överstiga 5:1. Val och placering av armaturer, ytors reflektansfaktor samt inverkan från fönster (dagsljus eller speglingar i mörka fönsterytor) måste samordnas till en sammanhängande ljusplanering. Med eftertanke och klokhed kan vi underlätta seendet och främja hälsa och psyke.

Luminiscens

även elektroluminiscens, är ett sätt att alstra ljus (energistrålning som stimulerar vårt synsinne till synförmåelser)* En halvledarkristall emitterar ljus genom att tillföras elektrisk ström. Ljuskällan kallas ljusemitterande dioder (LED) med en teknik som, trots att den nu på 2000-talet blivit högaktuell,

i själva verket observerades redan år 1907. Tre alternativa sätt att alstra elektriskt ljus är glödljus (temperaturstrålare), urladdningsljus och induktionsljus.

*) Källa: Lars Starby, En bok om belysning, 2003

Luxtimme

är den ljusmängd med vilken något belyses. En belysningsstyrka på 50 lux betyder med 8 timmars daglig användning 400 luxtimmar per dag, 120.000 luxtimmar per år (300 dagar) eller 1.200.000 luxtimmar under 10 års användning. Allt ljus har en blekande eller färgpåverkande effekt och just detta värde är gällande generella, maximala ljusmängd inom museivärlden för mycket ömtåliga föremål och material.

Lysdioder (LED)

Ljusemitterande dioder är halvledare som medfört en revolution inom belysning, en ny miniljuskälla som sedan 2000-talets början nu utvecklas snabbt till vår kanske vanligaste ljuskälla omkring 2020. LED-ljuset är ett monokromatiskt luminiscensljus med högt ljusutbyte (lm/W) och lång livslängd. För allmänljus i vita nyanser används vanligen blå dioder med tillsats av ett lyspulver. Ljuset har en tilltalande karaktär och ger möjlighet till höga ljuskvalitéer i olika vita ljusfärger. Elektroniska driftdon erfordras.

Millimeterstora dioder bildar i små grupper en ljuskälla, antingen en diodmodul som integreras, antingen i speciella LED-armaturer eller i en glödlampliknande LED-lampa (retrofit). Lysdioder är synnerligen ljuseffektiva men kräver en väl kontrollerad och exakt strömförsörjning i en omsorgsfullt utförd armaturomgivning där värmeutvecklingen måste begränsas genom avkylning. Detta har medfört att den enskilda diodens prestanda, ljusflöde, färger, färgåtergivning och livslängd, inte är relevant för planering eller slutanvändare. Dioden påverkas nämligen starkt av sina driftförutsättningar och alla dess egenskaper förändras beroende på armaturens utförande och användning. Inom LED-ljuset är det prestanda från den kompletta LED-armaturen, inklusive diodmodul, driftdon, optik och övriga tillbehör, som man har nytta av. Se även [LED](#), [LED-armaturer](#), [LED-lampor](#), [LED-lysrör](#).

Lysrör

Raka lysrör har sedan de infördes i Sverige varit den vanligaste ljuskällan i våra arbetsmiljöer. Cirkulära lysrör har utgjort en bråkdel av de raka typerna som utvecklats under åren i flera längder och i olika effekter. Det nya LED-ljuset ser ut att omkring 2020 ta över ledarrollen. Vanliga raka fullfärglysrör har god färgåtergivning med Ra-index ≥ 80 . De 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. 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 ljuskvalitet med index Ra >90 .

När det gäller livslängd så är raka T16/T5- lysrör” bland de bättre ibland traditionella ljuskällor, ”service life” 19 000 till 21 000 timmar. Det är antalet lystimmar då 80% av ursprungligt ljusflöde finns kvar efter såväl ljusnedgång 10% som lampbortfall 10% .

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.

Lysrör kan inte anslutas direkt till elnätet utan ett driftdon. Moderna lysrör drivs med HF-driftton (HF = högfrekvens). Dessa don är som bekant mer energieffektiva och ekonomiska än de äldre EM-donen och medför förbättrar komfort, bland annat genom reducerat flimmar. De smala 16 millimeters lysrören T16/T5 drivs endast med HF-don. Med rätt typ av driftton, s.k. HF-dimdon, går det utmärkt att ljusreglera lysrör från 1 – 100 % i uppvärmda lokaler. I kalla lokaler finns begränsningar. Ljuskvaliteten bibehålls så gott som oförändrad liksom med rätt teknik även livslängden. Se även [LED-lysror](#).

Lysrörslampor

(lågenergilampor) har skruvsockel (E14 eller E27) som normalglödlampor. Det elektroniska driftdonet (HF-don) är inbyggt i sockeln för bl.a. flimmerfritt ljus. Lampornas storlek, effekt och utseende varierar. Användningsområde är främst som ersättningslampa för glödlampen i befintliga glödlampsarmaturer. Ljusreglering möjlig för vissa typer.

Lågenergilampor

se [Lysrörslampor](#)

Mac Adams färgellipser

är en serie ellipser runt koordinater i CIE:s färgtriangel där varje ellips markerar skillnaden i ljusfärg från två ljuskällor i identisk färgtemperatur. Resultatet anges i SDCM-steg där 0 betyder ingen avvikelse alls och 10 högsta avvikelse. SDCM står för Standard Deviation of Colour Matching. Dr Lewis MacAdam (1910-1998) var en framstående amerikansk färgforskare, bl.a. ordförande i CIE, internationella belysningskommissionen. Den subjektiva graderingen genomförde MacAdam i statistiskt relevanta grupper av försökspersoner i olika åldrar.

Mesopiskt seende (skymningsseende)

beskriver vårt seende vid luminansnivåer 0,3 – 3 cd/m². (Rekommenderad genomsnittlig luminans på vägar och gator i Sverige är 0,5 – 2 cd/m²). Under mesopiska synförhållanden stimuleras både tappar och stavar. Stavarna har högre ljuskänslighet än tapparna men kan inte urskilja färger och det mesta blir grått. Befintliga metoder för att mäta och beskriva vägbelysning blir här osäkra då dessa hittills mest byggd på dagsljusförhållanden. Nya mesopiska mätförhållanden underlättar anpassning till lägre ljusnivåer och därmed till energibesparing. Man har bl.a. funnit att ljuset från gulaktiga ljuskällor, som

högtrycksnatrium, tenderar att överskattas medan vita ljuskällor har tenderat att underskattas. Mesopisk fotometri har blivit ett aktuellt område inom belysningsforskning. Se även Fotopiskt seende (dagsljusseende) och Skotopiskt seende (mörkerseende).

Metallhalogenhalogenlampor Compact HID

Detta är inte *halogenlampor*, förbättrade glödlampor, utan små och medelstora *metallhalogenlampor* som är urladdningslampor av högtryckstyp. De första metallhalogenlamporna tillkom för att ge ett intensivt, vitt och ”rent” ljus med bra färgåtergivning, bl.a. för färgtevesändningar från större sportevenemang. HID är en förkortning för engelskans High Intensive Discharge.

Tekniken för små och medelstora metallhalogenlampor, Compact HID lampor, använder urladdningsrör i keramiskt material, av samma typ som högtrycksnatriumlampor. Tidigare ha man använt ett enklare utförande med kvartsglas. Därmed har man förbättrat effektivitet (ljusutbyte), färgåtergivningsförmåga och inte minst färgstabilitet under livslängden.

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 till utmärkt färgåtergivning, $R_a > 90$.

Vanligaste ljusfärger är 3000 och 4200 kelvin (K). Ljuset är intensivt och 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 matterat. Medellivslängden varierar mellan 8000 och 15 000 timmar beroende på lamptyp.

I de vanligaste metallhalogenlamporna 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. 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 tänder 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. 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 %.

Metallhalogenhalogenlampor HID

Ljuset från metallhalogenlampor alstras 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.

Dessa större metallhalogenlampor i höga effekter används främst för publika utomhusmiljöer, gator och vägar, övriga kommunikationer samt arenabelysning. De har blivit aktuella ersättare till det gulare högtrycksnatriumljuset i slutna armaturer i utomhusmiljö. Beteckningen HID står för High Intensity Discharge. De är urladdningslampor av högtryckstyp och skall inte förväxlas med *halogenlampor* som är vidareutvecklade glödlampor. Numera finns ett stort intresse för utomhusbelysning med ett effektivare vitt ljus av hög ljuskvalitet vilket öppnat nya möjligheter i städer och samhällen istället för det gulare högtrycksnatriumljuset.

Metallhalogenlampor har nått så hög effektivitet i form av ljusutbyte (lm/W) att lamporna uppfyller alla förväntade energieffektivitetskrav i Ekodesigndirektivet. Ljuset är intensivt och bländning är ett problemområde i trafiksammanhang utomhus. Kraven på armaturers utförande med bästa möjliga reflektoroptik och effektiv avskärmning är därför mycket stora liksom på en väl genomtänkt armaturplacering.

Vanliga lampeffekter är från 35 W till 150 W, skruvsockel E27 eller E40. Vitt eller varmvitt ljus med en färgtemperatur på 3000 eller 4000 kelvin (K). Färgåtergivning Ra>70, vilket anses fullt tillräckligt i utomhusbelysning med undantag för arenor där Ra>90 används i höga effekter som 1000 och 2000 W. Livslängden är minst 12 000 – 16 000 timmar service life (användbar livslängd) som motsvarar 3 - 4 års användning i vägbelysningsinstallationer. Energikostnaderna har sänkts med 10–15% då ljusutbytet når ända upp till 120 lm/W. Ljuskällan är ofta klar, rör- eller ellipsformad. 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.

Metallhalogenlampor kräver driftdon. Vanligast är en kombination av elektromagnetisk reaktor och tändapparat. För lägre effekter finns även elektroniska driftdon som ger bästa prestanda, och bland annat eliminerar risken för flimmar. Den praktiska livslängden blir också längre då elektroniska driftdon bland annat kompenserar för toleranser i matningsspänningen och ger ljuskällorna optimala driftförhållanden. Metallhalogenlampor i effekter upp till 150 W kan ljusregleras med elektroniska driftdon. Ljuskvaliteten försämras något men inte mer än att det normalt accepteras utomhus.

Metameri

kallas det inom färgområdet när två färgade ytor med olika spektrala reflektionskurvor ser helt lika ut i en sorts belysning men olika i en annan. Sådana färger kallar man metamera färger. Inom kemi och zoologi har begreppet metameri en annorlunda innebörd.

Monokromatiskt ljus

är enfärgat ljus i ett mycket smalt våglängdsband. Det skiljer sig från vanliga ljuskällors ljus som är sammansatt från flera våglängdsområden. Under vissa förhållanden kan monokromatiskt ljus ge en klarare bild på näthinnan, t.ex. i dimma (jämför lågtrycksnatrium). Idag är monokromatiskt ljus aktuellt från lysdioder i färg.

Nanometer (nm)

är en längdenhet som motsvarar en miljarddels meter. SI-prefixet ”nano” (n) innebär 10^{-9} . 1 nm = 0,000 000 001 meter. Nanometer används ofta inom naturvetenskap för att beskriva sträckor på molekylnivå och avstånd i kristallstrukturer. Typiska atombindningar har längden 1 ångström = 0,1 nanometer. Teknik och forskning på denna skala kallas nanoteknik och nanovetenskap. Enheten nanometer används också för att ange våglängder inom spektral energistrålning, där t.ex. det syngrundande ljuset ligger mellan 380 nanometer (blått ljus) och 780 nanometer (rött ljus). Kortvågiga delar av spektrat gränsar till röntgenstrålning, långvågiga till radiovågor.

OLED

(organic light emitting diodes) är en ny ytformad ljuskälla under utveckling, parallellt i Europa, Japan och USA. Liksom lysdioder (LED) alstrar OLED ljus genom en form av elektroluminiscens, ”elektrofosforscens”, där en tunn, lysande platta av glas eller metall förses med en serie ytfilm av organiska material placerade mellan två ledare. Verkningsgraden på nuvarande stadium uppgår till 25 lumen per watt men en första forskningsetapp inom en femårsperiod siktar på minst 50 lm/W. Inom Europa arbetar med stöd av EU ett brett konsortium, ”OLLA”, som omfattar 24 större företag från 8 länder, bl.a. Osram, Philips och Siemens.

Omfält

är ett traditionellt begrepp inom belysningstekniken som fått ny aktualitet inom dagens ljusforskning. Omfältsljuset belyser vår omgivning runt om oss utanför synfältet. Dess vertikala ytor (yttre omgivning) har ofta glömts bort vid slentrianmässig ljussättning. Enligt tidigare praxis skall luminansfördelningen fördelas ungefär i proportionen 5:3:1 räknat från arbetsytan och utåt periferin. Aktuella vetenskapliga studier antyder kommande rekommendationer för en större andel vertikalljus i arbetsplatsens yttre omgivning än man planerar för idag, inte minst inom skolor och lärosäten.

Opak

betyder ogenomskinlig, alltså varken genomlyslig eller genomsiktig.

Opal

är ett mineral eller en ädelsten. Opal är färglös, mjölkvit, gul, röd, grön, blå eller svart. Typisk är en optisk effekt kallad opalescens, en spridning av ljus. Opaler är sköra och finns huvudsakligen i Australien. (ur Nationalencyklopedin)

Opalglas

opalinglas, opalplast, opak. Opalglas är ett transparent men ogenomsynligt, vanligen vitt glas, som förr kallades mjölkglas. För belysningsändamål används det oftast i kombination med klarglas i kupor och plana glas och kallas då överfångsglas. Liksom opalplast av akryl (PMMA) eller polykarbonat (PC) har opalglaset en mycket god förmåga att sprida ljuset effektivt och jämnt. Ytan är glättad eller matterad eller något mittemellan och beskrivs oftast i ett av följande tre utföranden: blank, sidenmatt (”satinerad”) eller matt. Det sistnämnda betecknar en sträv yta. Inom konsthantverket har opalglaset antikt ursprung och började framställas i Venedig på 1400-talet. En variant med halvgenomskinligt,

halvtransparent, opalglas kallas opalinglas.

För icke-transparent glas eller plast, alltså ogenomskinligt material, används facktermen opak. Ordet opacitet, som mått på genomskinlighet, används för papper och inom astrofysiken.

Opalin

beskriver ett halvgenomsiktligt, semitransparent utförande av ett glas eller ett plastmaterial som i belysnings-sammanhang vanligtvis är infärgat i opalvitt.

Parabolreflektor

har en fokuserande förmåga för ljusstrålning och mikrovågor. En parabol är en plan, öppen kurva vars punkter har samma avstånd till en given punkt och en given rät linje. En matare i brännpunkten till en paraboliskt formad belysningsreflektor innehåller en ljuskälla som riktad mot reflektorns yta ger upphov till ett ljusknippe som är parallellt med paraboidens axel. Omvänt kan infallande parallellt ljus koncentreras till denna brännpunkt.

Plasmalampor LEP

Ljusalstring sker genom upphettning av ett ämne gas och/eller fast ämne till plasma som avger ett vitt ljus med kontinuerligt spektrum. Plasmalampan är en udda ljuskälla som förekommer sparsamt på vissa marknader. Den kallas ibland för svavellampa och bland 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. Plasmalampor kräver driftdon i form av en magnetron för uppvärmning av materian. Ljusreglering är tekniskt möjlig men tillgången på kommersiella produkter är begränsad.

PMMA

metylmetakrylatplast, se [Akrylplast](#)

Polykarbonat

se [Karbonatplast](#)

Power supply

Se [Driver](#)

PRI

PRI är förkortning för ”Power Rendering Improved” (förstärkt ljuskraft). Det handlar om en annorlunda och patenterad reflektoroptik från den tyska armaturproducenten LTS. Deras etablerade produktprogram med anodiserade renaluminiumreflektorer innehåller ett premiumprogram av reflektorer med facetterat ytskikt som medför en högre verkningsgrad med renare ljusbild. Varje facett utgör en enskild reflektor som samverkar med övriga facetter till exakt ljuskontroll. En brännpunkt blir till flera fokuspunkter även utanför den optiska axeln.

”PRI-Plus” för LED är optimal reflektordesign med algoritmiskt beräknad spegelyta för grupper av LED, s.k. LEDmoduler. På så sätt elimineras problem med att modulers skiftande former och innehåll ger annorlunda ljusfördelning än vi är vana vid. För metallhalogen- och kalljusreflektorlampor ger ”PRI Evo” högre ljuseffektivitet och undviker de vanligtvis störande iriseffekter med regnbågsskiftande färginslag över belyst yta som brukar uppstå.

PRI-Evo är uppgraderad reflektoroptik som bl.a. medför låg bländning och hög tolerans för ljuskällans brännpunktsläge. En mer exakt ljuskontroll betyder också svalare ljuskälla och därmed ökad livslängd oavsett lampfabrikat. Generellt ger PRI-optiken en ren ljusbild som är opåverkad av både armaturens läge och eventuella hinder i vägen som mekaniska tillbehör eller glasfläckar.

PVC

(polyvinylkorid, vinylkloridplast) är en vanlig termoplast som tillverkas av vanligt koksalt och naturgas eller olja. Den har bra ljusgenomsläpplighet men är spröd och relativt känslig för UV-strålning. PVC användes på 1950-talet i korrugerad form i lysrörsarmaturer och till lystak. PVC anses inte miljövänlig. Vid förbränning bildas förutom koldioxid och vatten saltsyra. Det kan även bildas dioxiner och andra klorerade kolväten i mindre mängd på grund av klorinnehållet. Därför måste all förbränning av PVC sker under kontrollerade former. Vid bränder är det oftast röken och gaserna som kan döda eller skada människor samt orsaka skador på elektronisk utrustning. Gasen och röken tar bort syret i rummet och fyller det med giftiga och korrosiva gaser i stället. Gaserna och klorhaltig sot sprider sig snabbare än elden. Traditionella förläggningssystem av PVC, kablar bland annat, kan innehålla upp till 30 olika ämnen som medför miljörisker. Kretsloppsdelegationen har föreslagit regeringen att förbjuda PVC. Halogenfria kablar saknar helt PVC. (Delvis citat från: Protec Systems AB)

SI betyder Système International d’Unités, d v s franska för ”det internationella måttenhetssystemet”. Bokstäverna SI används på alla språk för att beteckna detta system. SI-systemet blev en standard på en internationell kongress 1960 och används i stora delar av världen.

Ra-index

se [Färgåtergivning, Ra eller CRI](#)

[Kataloger](#)[Kompendier](#)[Liten ordbok](#)[Konfigurator](#)[XAL](#)[Nyhetsbrev](#)

Reaktor

(även drossel) kallas den elektriska komponent av järn i traditionella lysrörsarmaturer som ger lagom ström till lysröret och som tillsammans med en separat tändare och en liten kondensator är en obligatorisk del av armaturen enligt konventionell teknik sedan 1940-talet. Se i övrigt [HF-don](#).

Retrofit

är ett engelskt uttryck bl.a. från byggnadsbranschen. I svenskan används det i betydelsen ”att ersätta något med något nytt”. Begreppet och aktuellt inom belysning när många ljuskällor utfasas från marknaden och skall ersättas av nyare lamptyper, en form av uppdatering.

R-G-B

En förkortning för grundfärgerna rött, grönt och blått och används inom belysning för färgväxling mellan ljuskällor. Genom att kombinera de tre färgerna.

RoHS-direktiv

från EU reglerar innehållet i elektroniska och elektriska produkter inom området Ekodesign (se även detta ord).

Det europeiska direktivet om begränsning av farliga ämnen, RoHS (Restriction of Hazardous Substances), innebär att företag som producerar elektrisk och elektronisk utrustning är direkt ansvariga för att produkterna uppfyller kraven vad gäller kemiskt innehåll.

De gäller för EU:s medlemsstater och ställer krav på att produkterna inte får innehålla kvicksilver, kadmium, bly, sexvärt krom och de bromerade flamskyddsmedlen PBB och PBDE. Det är obligatoriskt att följa RoHS för att få sälja elektronik och elektrisk utrustning till EU.

Tillverkare, ägare, återförsäljare och importörer måste alla säkerställa att deras produkter uppfyller direktivet för att få distribuera och sälja dem inom EU.

SDCM

Standard Deviation Colour Matching. Se [Mac Adams färgellipser](#).

Sekvensor

är ett av de nya ord som berikar den tekniska nomenklaturen i vårt svenska språk, i detta fall inom ämnesområdet ljusstyrning. En sekvensor (engelska sequencer) är en anordning för att variera det artificiella ljuset i kontinuerliga, återkommande sekvenser, något som vi brukar kalla för ”dynamiskt ljus”.

Sfumato

är ett italienskt ord från konstens värld som handlar om samspelet mellan ljus och skugga och betecknar en blandning av färger och nyanser som är så subtil att allt smälter samman till en ”disig” effekt. Det italienska substantivet fumo betyder rök och verbet sfumare schattera, skugga. Leonardo da Vinci, 1452-1519, var en känd företrädare för sfumato. Han beskrev själv tekniken som ”utan linjer eller

gränser och som uppträder som rök”. Mjuka övergångar mellan ljus och skugga är något man tydligt finner i hans berömda tavla Mona Lisa.

SI

är förkortning för *Système International d’Unités*, det internationella måttenhetssystemet uttryckt på franska, t.ex. regler och definitioner för meter, kilogram, lux och lumen etc.

Bokstäverna SI används på alla språk för att beteckna detta system. Systemet antogs som standard på en internationell kongress 1960 och används sedan dess i stora delar av världen. SI-systemet är uppbyggt av enheter tillhörande två olika klasser, sju grundenheter som definieras fysikaliskt samt ett antal härledda enheter som bildas genom att kombinera grundenheterna enligt enkla geometriska och fysikaliska lagar. Mer information på engelska eller franska hos Bureau International des Poids et Mesures, BIPM.

Skotopiskt seende (nattseende)

Nattseende handlar om hur ögats ljuskänsliga sinnesceller eller ljusreceptorer, stavarna, uppfattar ljuset enligt sin känslighetskurva vid lägre belysningsnivåer, luminanser under $0,3 \text{ cd/m}^2$. Stavarna använder vi vid låga belysningsnivåer men de kan inte uppfatta färger och detaljer. Det seende vi använder under sådana förhållanden kallas för skotopiskt seende. Det största ljusintycket uppnås på en optimal våglängd av 505 nanometer, blågrönt ljus. Dagens redovisning av ljuskällors ljusflöde i lumen avser enbart dagseende, det fotopiska seendet. Ett omdefinierat ”natllumen” skulle kunna vara energieffektivare och ge oss nya insikter om vitare ljus, bl.a. metallhalogen. Se även Fotopiskt seende (dagseende) och Mesopiskt seende (skymningsseende).

Skyddsform

se [Kapslingsklass](#).

Skyddsklass

se. [Kapslingsklass](#).

Socket

är en ljuskällas kontaktdel till lamphållaren. Gängsocklar för vanliga glödlampor kallas E27 medan små klotlampor och kronljus vanligen har den mindre sockeln E14. Lysrör har stiftsockel. Kompaktlysrör har 2-stifts (för konventionella don) eller 4-stifts sockel (för HF-drift).

Softlack

är ett begrepp för mjukare ljus från reflektorer antingen genom matterad reflektoryta eller tillsats av diffuserande material.

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). 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 som kallas fotoner. När de träffar ögat omvandlas strålningen till bioelektriska signaler som i en komplex process skapar oss en bild av vad vi ser.

Hög visuell kvalitet förutsätter egentligen att alla ljusets våglängder är representerade så jämnt som möjligt. Inom allmänbelysning med ljuskvalitet bör därför ljuskällor med ett *kontinuerligt* spektrum alltid eftersträvas med en så jämn och effektiv spektralfördelning som möjligt över hela frekvensområdet, precis som hos det ”äkta ljuset”, dagsljus och glödljus. Hög ljuskvalitet innebär att vi upplever en naturligare 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 en näst intill heltäckande spektralfördelning, vilket medför utmärkt färgåtergivning med ett högt färgåtergivningsindex, Ra >90. Ljuset från övriga ljuskällor, lysrör, metallhalogen-, högtrycksnatrium- och kvicksilverlampor samt enklare lysdioder och LED-lampor, representerar ett *diskontinuerligt* spektrum där vissa färgnyanser saknas eller är otillräckliga. Monokromatiska ljuskällor, t.ex. färgade lysdioder, alstrar sitt mycket effektiva, enfärgade ljus inom en smal, avgränsad spektral våglängd.

Spridningsvinkel

eller utstrålningsvinkel är den vinkel inom vilken ljusstyrkan utgör minst 50 av sitt maximala värde.

Styrmodul

gränssnitt / gränssyta / interface / förbindelselänk / omvandlare; en produkt placerad mellan något som styr och det som skall styras i t.ex. moderna bussystem för belysning, värme och ventilation. Styrmoduler används för digital ljusreglering och finns för montage i armatur, undertak eller apparatskåp.

Substrat

är ett tunt underlag, en monteringsplattform, för mikroelektroniskt montage. Substratet kan vara elektriskt aktivt, ledande, som silikon eller passivt, som t.ex. aluminium och keramik. På substratet ”odlas” eller monteras diodchips. Så uppstår t.ex. ett kretskort eller en LED-modul.

Switchdim

är en armaturs tilläggsutförande där digitala HF-dimdon regleras, tänds och släcks via en enkel, återfjädrande tryckknapp av standardtyp, t ex på rummets vägg, utan behov av någon styrmodul. (Reg. varumärke för TridonicAtco GmbH & Co KG)

Synergonomi

är vetenskapen om samspelet mellan människa och arbetsbelysning, ljusets påverkan på människan i arbetslivet. En ledande svensk företrädare för synergonomi är docenten, med.dr. Per Nylén på Arbetsmiljöverket i Stockholm. Han fortsätter och utvecklar sin företrädares, professor Bengt Knaves, arbete som stark kraft bakom forskning, information och utbildning inom seendet och arbetets synförhållanden. Två ljuskonsulter, Lars Carlsson och Roger Wibom, deltog under 1900-talets senare år i detta arbete och blev efterfrågade specialister inom området.

Synsinne

är vår förmåga att uppfatta ljus och vårt öga är byggt som en kamera. Pupillen styr mängden strålning som kommer in i ögat, och linsen fokuserar strålarna till näthinnan baktill i ögat. Människans synsinne är ett otroligt system som stimuleras av den spektrala energistrålning som i form av osynliga fotoner alstras inom våglängdsområdet 380 - 780 nanometer. Denna synstrålning, som vi vanligen kallar för ljus, passerar ögat och stimulerar två typer av ljuskänsliga receptorer, nervceller, på näthinnan. Det finns miljontals av dessa två celltyper som kallas tappar och stavar. Över 80% av all information vi får från vår omvärld passerar ögonen och förmedlas via ett elektriskt signalsystem genom synnerven till hjärnans syncentrum för analys, tolkning och bildskapande. Att se och uppleva färger är mycket viktigt för seende och kommunikation och påverkar starkt våra upplevelser. Vid normal synförmåga kan människan urskilja mellan hundratusen och en miljon olika färgnyanser. Denna avancerade process kompliceras av att många tillgängliga ljuskällor uppvisar skiftande kvalitet i form av spektral sammansättning (se Ra-index).

Systemeffekt

(watt, W) innebär summan av ljuskällans effekt och erforderliga driftdon. Det är en viktig faktor vid kalkylering och projektering av belysning. Utvecklingen ger oss allt effektivare ljuskällor med sänkta effektförluster från driftdonen.

TC

Följande kortbeteckningar för kompaktlysrör (för separat driftdon) är de vanliga inom Europa:

TC-S (tubular compact small) små tvåstavsrör 5, 7, 9 och 11W. Sockel G23.

TC-SEL föregående rör men med sockel 2G7 för HF-drift. TC-D (tubular compact double) fyrstavsrör i effekter 10, 13, 18 och 26W. Sockel G24-d.

TC-DEL föregående rör men med sockel G24-q för HF-drift.

TC-L (tubular compact long) långa tvåstavsrör i effekter 18, 24, 36, 40 och 55W. Sockel 2G11 gäller för både konventionellt don och HF-don (40 och 55W finns endast för HF).

TC-T (tubular compact triple) sexstavsrör i effekter 13, 18 och 26W. Sockel GX24-d.

TC-TEL föregående rör men med sockel GX24-q för HF. Här tillkommer effekterna 32, 42 och 57W.

Translucent

med samma stavning som det engelska ordet, är ”något som släpper igenom ljus men som man ser oskarpt igenom” (NEO). Ett bättre svenskt ord är genomlyslig (ibland halvgenomlyslig). Detta svenska ord rekommenderas av Språkrådet (f.d. Svenska språknämnden. Det beskriver ofta armaturers material eller avskämning, t.ex. paneler, skärmar och kupor av mer eller mindre infärgad, vanligen opalvit plast.

Transparent

kommer från latinnet där trans betyder ’genom’ och parere ’synas’. Betydelsen är därför genomsiktig (se även detta ord) som är ett bra svenskt ord enligt Språkrådet. I NEO beskrivs transparent: på följande sätt : ”som släpper igenom ljus och som man kan se klart igenom”.

Trimless

är ett engelskt ord inom belysningsområdet för vissa ljusarmaturer avsedda för infällning i tak och vägg. Trimless är en mer elegant metod utan den utvikta kant/ fläns/ram eller täckring som vanligtvis synligt ansluter armaturen till håltagningen. Trimless-armaturer passar i fasta tak eller väggar av t.ex. gips där beställda armaturstomme/låda/box fälls in och sedan spacklas och målas in i takets eller väggens färg. Ett mer krävande montagearbete får uppvägas av att armaturen integreras på ett diskret och attraktivare sätt i byggnaden.

Fotnot: Trimless betyder egentligen ”utan invändig beklädnad”

UGR

Unified Glare Rating, är enhet för bländtal i en beräkningsmetod för kontroll av bländning i en anläggning. Se gällande Europastandard EN 12461.

Bakgrundsluminans samt direktluminans från takarmaturers lysande delar, rymdvinkel för dessa mot betraktarens öga och ett positionsindex för varje armatur som avviker från normal blickriktning ingår i formeln. För aktuell ljusarmatur i symmetrisk

placering skall en symmetrisk ljusfördelning redovisas. I praktiken räcker det ofta med bedömning av anläggningen där man lutar på sina egna ögon (Lars Starby 2006).

Exempel ur rekommendationstabeller som anger bländtal för olika miljöer:

<13: ingen bländning; 13-16: krävande synuppgift;

16-19: normal synuppgift; 19-28: enkel synuppgift;

>28: olämpligt för arbetsmiljö.

Urladdningsljus

kallas det ljus som alstras i de allra flesta ljuskällor som vi använder på arbetsplatser och i offentlig miljö, inom- och utomhus. I alla former av lysrör, metallhalogen- och högtrycksnatriumlampor samt kvicksilverlampor alstras ljuset i en urladdningsprocess mellan två elektroder. Strålningen är begränsad till vissa spektrala band och ger ett diskontinuerligt spektrum till skillnad från temperaturstrålare som sol, eld och glödljus. Färggivningen blir liksom ljusfärgerna därför annorlunda. Många av dessa ljuskällor väljs efter tycke och smak i olika färgtemperaturer.

För drift på nätspänning kräver urladdningslampor alltid ett driftdon. Det finns konventionella, elektromagnetiska don och det finns moderna, elektroniska don. I några fall krävs även en tändapparat. Urladdningslampor ger en mer märkbar, icke önskvärd ljusmodulation (flimmar) än vad glödljus gör. Elektroniska driftdon, s.k. HF-don, eliminerar flimret, minskar energiförbrukningen och förbättrar ljuskällornas driftbetingelser.

Livslängd hos urladdningslampor är mångdubbelt längre än för glödljus och ljusutbytet är omkring två till tio gånger högre. I slutet av sin livslängd sker en viss ljusnedgång hos urladdningslampor som därför bör bytas ut innan de slockar helt.

Utstrålningsvinkel

eller Spridningsvinkel är den vinkel inom vilken ljusstyrkan utgör minst 50 av sitt maximala värde.

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.

UV-strålning alstras på kortare våglängder än det syngrundande ljuset. Den tillför inte belysningen något positivt och 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 ett 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.

Vill man titta närmare på andelen UV- ljuse och spektral sammansättning kan man göra det på två olika sätt, dels med hjälp av ljuskällans Damage factor (D_f), skadefaktor, dels genom att se på UV-innehållet i mikrowatt per lumen ($\mu\text{W}/\text{lm}$). D_f 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 D_f . Ju lägre D_f 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 D_f . Metallhalogenlampor med UV-blockerande skikt har D_f i nivå med lysrör, medan däremot lågvoltshalogenlampor med UV-blockerande skikt har ungefär hälften så D_f .

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 kiloluxtimmar. 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.

Wallwasher

kallas armaturer med vanligtvis asymmetrisk ljusfördelning, som är avsedda att ”tvätta” väggytan med ljus och som alltså ger ett jämnt och brett släpljus över en större yta. Svensk terminologi saknas.

Wattimme

är enhet för förbrukad effekt per tidsenhet. Nedanstående prefix* (tera, giga, mega och kilo) förekommer ofta när vi läser om användning och reducering av energi. Att minska energiförbrukning innebär inte enbart att reducera effektuttaget i watt, minst lika viktigt är att begränsa den tid som effekten används.

Terawattimme TWh 1^{12} biljon 1 000 000 000 000

Gigawattimme GWh 1^9 miljard 1 000 000 000

Megawattimme MWh 1^6 miljon 1 000 000

Kilowattimme kWh 1^3 tusen 1 000

*= med prefix menas början av ett ord, en förstavelsebelysningstekniken

Visuell kvalitet

är ett nytt begrepp som bygger på att områdena belysning och bildkvalitet sammanförs. Visuellt komfort är grundläggande för detta begrepp som kan appliceras på ”allt som vi ser”. Forskningen visar att vi bör ställa mycket höga krav på visuell kvalitet för de miljöer vi vistas i. Vi måste nu skilja mellan visuella upplevelser, som ljushet och kontrast, och fysikaliska stimuli som luminans och belysningsstyrka. Professor Anders Liljefors och Laborator Emeritus Gunnar Tonnquist, KTH, är några som sedan lång tid betonat detta budskap. Att kunna särskilja visuell upplevelse och fysikaliska stimuli har stor praktisk betydelse. Till exempel kommer vardagliga uttryck som ”att stanna för rött ljus” att ifrågasättas för finns det verkligen rött ljus? (Bo Persson, Tekn. Dr)

Zhaga

Zhaga Consortium är sedan 2010 en internationell organisation som utarbetar industristandarder inom belysningsområdet LED (ljusemitterande dioder). Zhaga är medlem av IEEE Industry Standards and Technology Organization (IEEE-ISTO). Verksamheten omfattar fysikaliska, elektriska, termiska och fotometriska parametrar inom LED-ljuset. Ett mål är utökade möjligheter och tillgänglighet för kunder och producenter att snabbt ta till sig LED-teknik för kommersiella, offentliga och privata ljusmiljöer och att kunna utnyttja flexibilitet och utbytbarhet mellan skiftande fabrikat av komponenter och tillbehör. Zhaga har flera hundra medlemmar över hela världen.