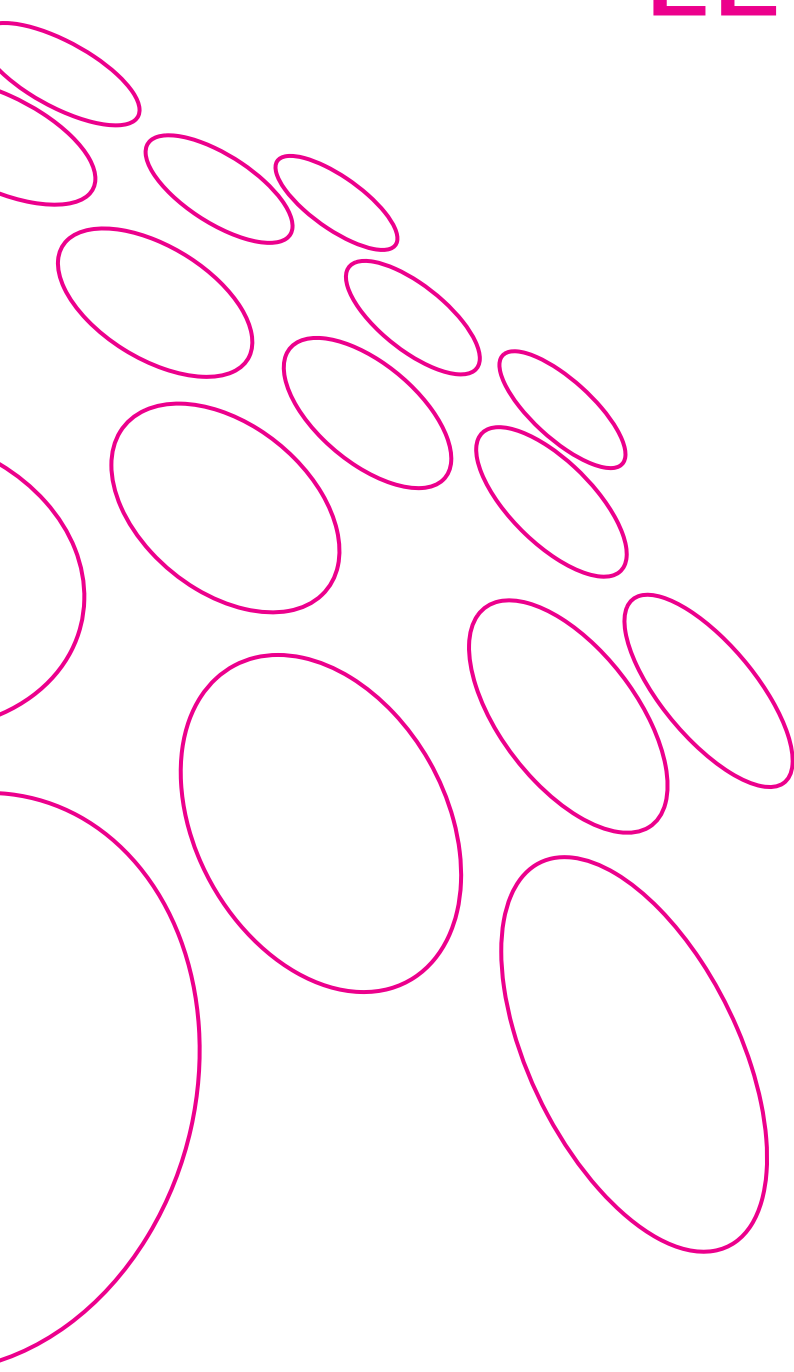


# DOSSIER LED



BELYSNING  
MED EN NY  
LJUSKÄLLA

Sjätte upplagan, november 2015

## Inledning

*Lysdioder är den nya standarden inom belysningsvärlden. Även om den tekniska kapaciteten så småningom kommer att ha nått taket så ökar vår kunskap om lysdiodernas livslängd, material och egenskaper fortfarande varje dag, och som vanligt får du med detta dokument all information som behövs för att hålla dig uppdaterad om detta komplexa ämne.*

*Du skulle vilja veta mer om LED-armaturernas livslängd. Du undrar vilka de senaste trenderna är inom färgåtergivning. Du skulle vilja veta vilka juridiska skyldigheter som gäller för fotobiologisk säkerhet. Du får svar på alla dessa frågor i den sjätte upplagan av denna LED-rapport. Vi har märkt ut uppdateringar i kanten. Den senaste versionen av den här publikationen finns på vår webbplats på [www.etaplighting.com](http://www.etaplighting.com).*

Sjätte upplagan, november 2015

© 2015, ETAP

# BELYSNING MED EN NY LJUSKÄLLA

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Lysdioder som ljuskälla .....</b>                        | <b>4</b>  |
| 1. Hur fungerar lysdioder? .....                               | 4         |
| 2. LED-ljuskällor .....                                        | 5         |
| 3. Fördelarna med lysdioder .....                              | 9         |
| 4. Tillverkare av lysdioder .....                              | 15        |
| 5. Lysdiodens framtid .....                                    | 15        |
| 6. OLED .....                                                  | 15        |
| <b>2. Designa LED-armaturer .....</b>                          | <b>18</b> |
| 1. Alternativ och utmaningar .....                             | 18        |
| 2. Lämplig ljusfördelning .....                                | 19        |
| 3. Luminans under kontroll .....                               | 21        |
| 4. Genomtänkt värmedesign .....                                | 21        |
| 5. Sortering för konstant ljus kvalitet .....                  | 23        |
| 6. Elektrisk säkerhet .....                                    | 24        |
| 7. Publicering av rätt uppgifter .....                         | 25        |
| 8. Objektiv kvalitetsinformation .....                         | 26        |
| 9. Fotobiologisk säkerhet .....                                | 27        |
| 10. LED-rör .....                                              | 29        |
| <b>3. Drivenheter för LED-armaturer .....</b>                  | <b>32</b> |
| 1. Kvalitetskrav för drivenheter .....                         | 32        |
| 2. Ström jämfört med spänningskällor .....                     | 33        |
| <b>4. Belysning med LED – fotometriska aspekter .....</b>      | <b>35</b> |
| 1. Försämrat ljusutbyte och bibehållningsfaktor .....          | 35        |
| 2. LED-armaturernas livslängd .....                            | 39        |
| 3. Integration av energibesparande system .....                | 41        |
| <b>5. Frågor och svar .....</b>                                | <b>43</b> |
| <b>Terminologi .....</b>                                       | <b>44</b> |
| <b>Bilaga 1: bibehållningsfaktorer för LED-produkter .....</b> | <b>46</b> |

# Avsnitt 1: Lysdioder som ljuskälla

## 1. HUR FUNGERAR LYSDIODER?

LED står för Light Emitting Diode. En lysdiod (LED) är en halvledare (diod) som avger ljus när strömmen går genom den. Halvledarmaterial som används av lysdioder omvandlar elektrisk energi till synlig elektromagnetisk strålning, med andra ord till ljus.

Stimulus skapas därför av elektrisk ström genom dioden (mer specifikt genom övergången. Dioden genom vilken den elektriska strömmen går är likriktad, som med alla dioder: Ljus skapas bara om det flyter likström genom den i "rätt" riktning, dvs. från anoden (pluspol) till katoden (minuspol).

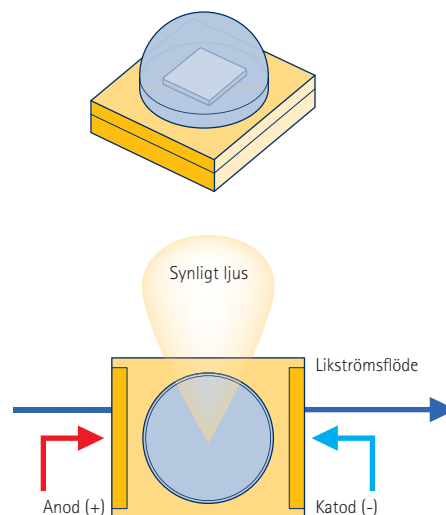


Illustration 1: Så fungerar en lysdiod

Mängden ljus som genereras är nästan proportionell mot hur mycket ström som går genom dioden. Reglerade spänningskällor ("konstant ström") används alltid till belysning fungerar också (se avsnitt 3).

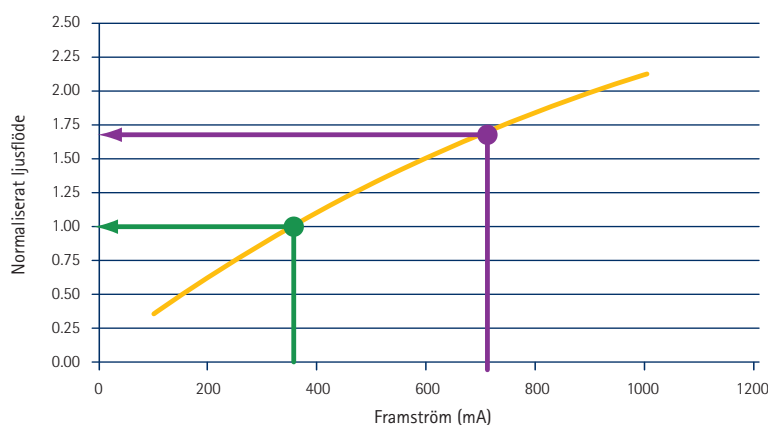


Illustration 2: Strömmens påverkan på ljusflödet

Kombinationen av LED (halvledare), hus och primär optik kallas en LED-komponent. Denna LED-komponent täcker och skyddar LED-ljuskällan och ser till att värmen som alstras internt också leds bort. Den innehåller ett primärt optiksystem, dvs. en liten lins som samlar in och släpper ut ljus från LED-ljuskällan i ett definierat mönster.

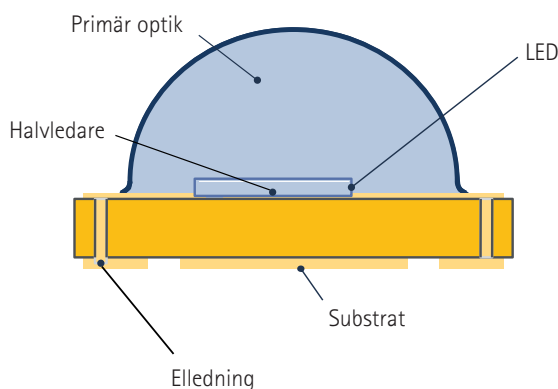


Illustration 3: En LED-komponents uppbyggnad

LED-ljuskällan avger monokromatiskt ljus. Färgen på ljuset beror på vilka material som använts vid tillverkningen, vilket kan vara alla mättade färger från det synliga spektrumet, från violett och blått genom grönt till rött.

Vitt ljus kan produceras på följande sätt:

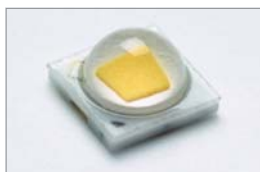
1. Biokromatiskt:
  - Det vanligaste sättet är att förse en blå LED-ljuskälla med ett (ljusavgivande) lysmaterial, som omvandlar en del av det blå ljuset till vitt (eller snarare "gult") ljus. Sammansättningen av nämnda lysmaterial avgör vilken färgtemperatur som skapas (se nedan i det här avsnittet för mer information om färgtemperatur).
2. Trikromatiskt:
  - Genom att blanda rött, grönt och blått (RGB).
  - Genom kombinationer av vita LED i enlighet med den första principen med röd- eller bärnstensfärgade LED. I det här fallet är olika färgtemperaturer möjliga för en modul.

## 2. LED-LJUSKÄLLOR

LED-ljuskällor kan användas på många sätt. Enligt den internationella standarden IEC 62504/CIE TC 2-66 ("Terminologi för lysdioder och LED-aggregat") kan följande integrationsnivåer urskiljas:

1. **LED-paket eller LED-komponent.** Detta är en komponent som består av ett eller flera LED-chips, med eller utan optik och termiska, mekaniska eller elektriska gränssnitt.

T.ex.



*Cree XP-G LED-komponent*



*Bridgelux LED-komponent*

2. **LED-modul.** En LED-modul består av flera LED-komponenter, monterade på ett kretskort, med eller utan integrerad elektronik.

T.ex.



*UM2 PCB (ETAP)*

3. **LED-lampa.** Detta är en LED-modul försedd med en lampsockel.

T.ex.



*TG-lysrör*



*TG-spotlight*

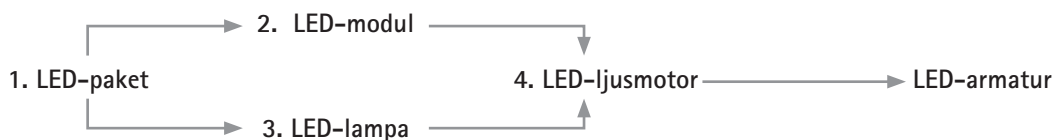
**4. LED-ljusmotor.** LED-modul eller lampa med drivenet, lämplig för direkt anslutning till nätspänningen,

t.ex.



*Osram PrevaLED AC*

För utformningen av en LED-armatur väljer en belysningstillverkare en av fyra integrationsnivåer. Nivå 1 ger störst frihet i form av kreativ kontroll, både när det gäller design, prestanda och fotometrik. Att arbeta med nivå 3 eller 4 har andra fördelar som t.ex. leverantörens logistikmöjligheter och även ett lägre pris. För varje serie väljer ETAP en lämplig nivå som fungerar i slutresultatet.

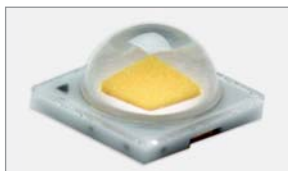
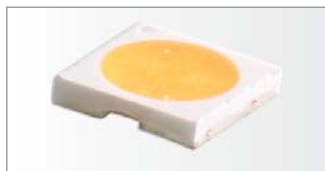


I de flesta fall (t.ex. DUAL•LENS eller LED+LENS™-armaturer) utvecklar ETAP ljusmotorer utifrån LED-paketen.

#### Konstruktionsformer för LED-paket

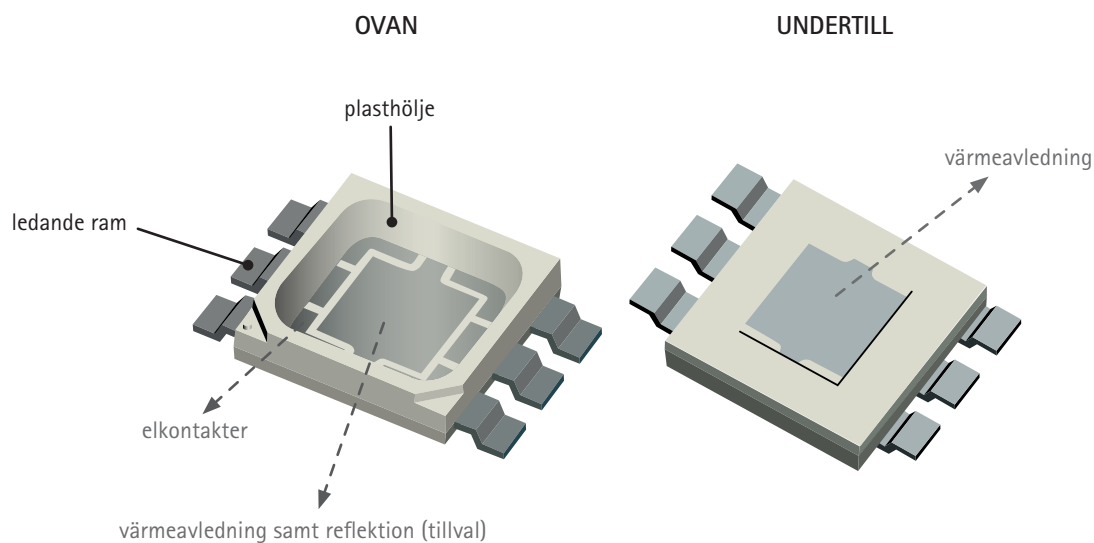
Inom kategorin LED-paket skiljer vi mellan tre olika sorters monteringsformer, baserat på effekt:

- lågeffektsdioder ( $\leq 1$  W)
- högeffektsdioder (1–10 W)
- Chip on Board (5–500 W)



*Figur 4: LED-monteringsformer (från vänster): plasthölje, keramiskt substrat, Chip on Board*

När lågeffektsdioder (figur 4, vänster) används, sätter man vanligen lysdiodchippet på en så kallad ledande ram (se figur 5), runt vilken man sedan sätter ett plasthölje. Det centrala hålrummet är fyllt med ett silikonlager som innehåller fosfor. I denna konstruktion fungerar både den ledande ramen och höljet som reflektor för en del av det utstrålade ljuset. Det är anledningen till att de optiska egenskaperna – bl.a. reflektionsförmåga och materialets bibehållning – bidrar till att ljuset bibehålls på lång sikt: ju bättre materialets reflektionsegenskaper bibehålls, desto mindre minskar ljusflödet. Valet av plastmaterial beror på dess optiska egenskaper, men också på tillverkningspris och formbarhet. De vanligaste materialen för höljet är termoplastiska material som PPA (polyftalamid) och PCT, och duroplast som epoxi, och i

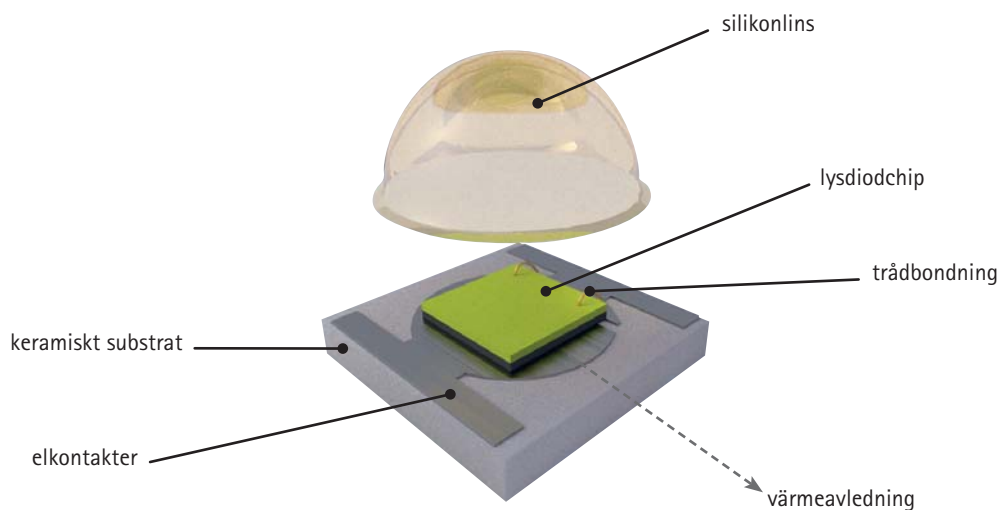


Figur 5: ledande ram med plasthöljen (för lågeffektsdioder)

vissa fall till och med silikon.

De flesta högeffektsdioder (figur 4, mitten) består av ett lysdiodchip som har monterats på ett keramiskt substrat. Där läggs sedan ett fosfor-lager och en primäroptik, oftast av silikon. Denna utformning ger följande egenskaper:

- bra värmeavledning till kretskortet (lägre intern termisk resistans)
- direkt utstrålande ljus och låg reflektion
- hög färgstabilitet över hela spridningsvinkeln.



Figur 6: Montering av högeffektsdioder

CSP (chip-scale package – se figur 7) är en miniatyrmodell av låg- eller högenergilysdioden. Det här LED-paketet har ett mycket litet hus och är anmärkningsvärt kompakt: både chip och substrat är knappt 1 mm<sup>2</sup> stort. I framtiden kommer ännu mindre modeller med all sannolikhet att utvecklas (0,5 mm<sup>2</sup>).

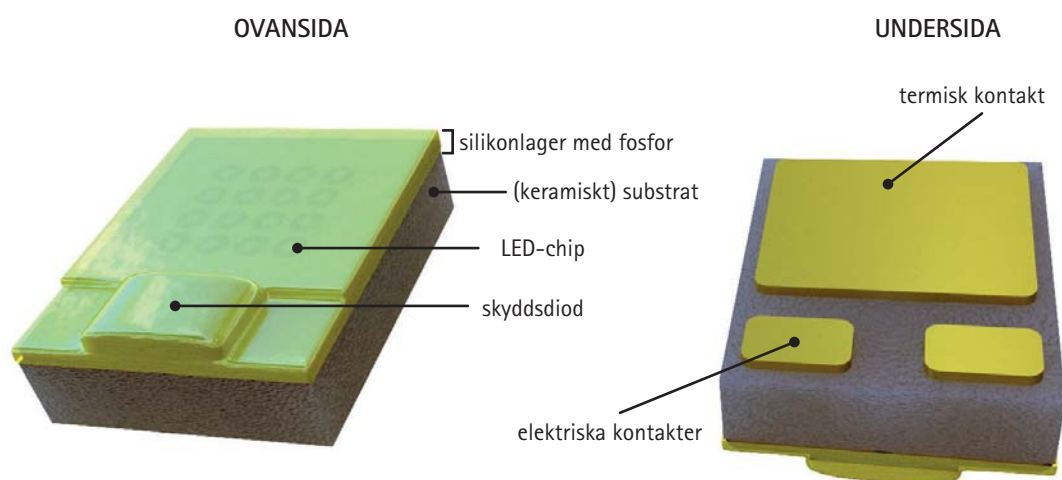
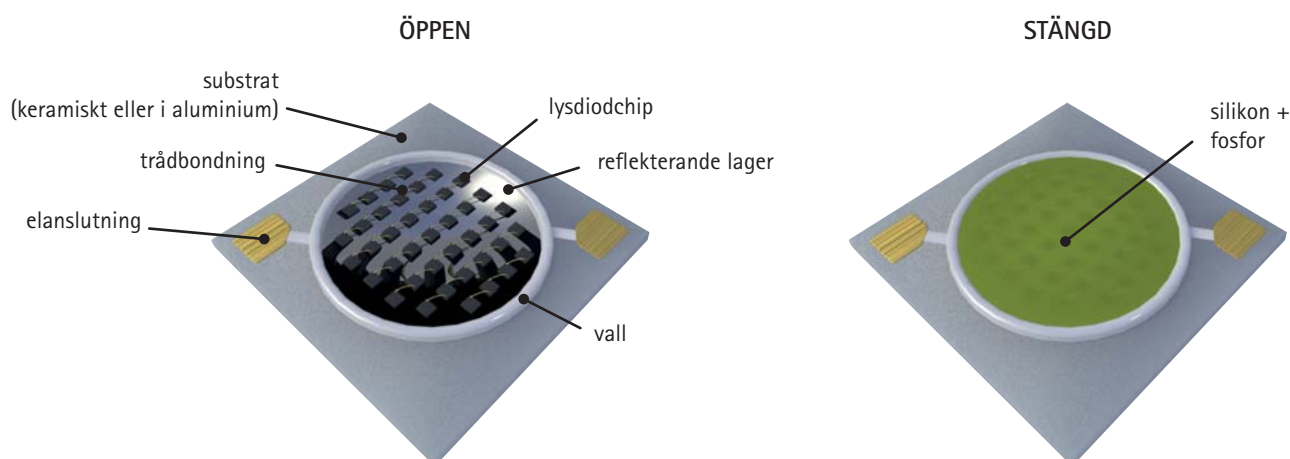


Fig. 7: Struktur på CSP

Vid användning av Chip on Board-teknik (COB, figur 4 – höger) placeras flera chip tillsammans på ett substrat och kopplas samman elektroniskt. Dessa täcks sedan med ett silikonlager med fosfor. Substratet består oftast av ett keramiskt material eller högrelekterande (polerat) aluminium.



Figur 8: Montering av Chip on Board-teknik

De optiska egenskapernas förlopp över tid, och under påverkan av ljus och värme, har stor betydelse för lysdiodernas bibehållningsfaktor. Stabiliteten är optimal för högeffektskomponenterna (t.ex. högeffekt och Chip on Board) och lägre för lågeffektsdioderna i plast. Med en smart design ger även lågeffektsdioder ett bra resultat.



### 3. FÖRDELARNA MED LYSDIODER

#### FÖRDEL 1: LÅNG LIVSLÄNGD

Lysdiodens livslängd påverkas i hög grad av särskilda användningsförhållanden, där effekt och inre temperatur (och därför även omgivande temperatur) är de viktigaste faktorerna. Normalt utgår man från en hållbarhet på 50 000 timmar. Detta är förstås den tidsrymd inom vilken ljusflödet i genomsnitt sjunker till 70 % av sitt ursprungliga värde (se rutan om MTTF). Denna livslängd gäller under förutsättning att lysdioden används inom antagna temperaturgränser (normalt 80-85 °C). Om man arbetar med rätt lysdioder och en bra konstruktion, kan dessa värden ligga betydligt högre (se avsnitt 4).

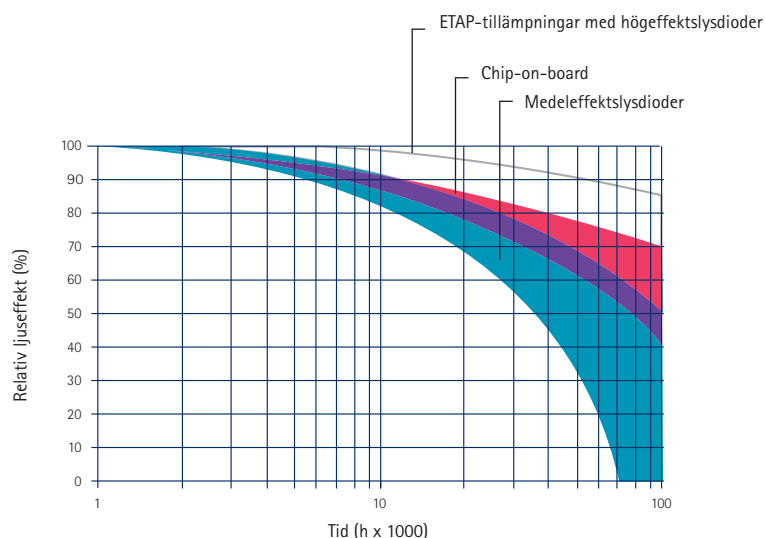


Illustration 9: Minskat ljusflöde över tiden

#### LED-ljuskällans livslängd

En åtskillnad måste göras mellan parametriskt fel (försämring av ljusflödet) och katastrofala fel (LED-lampan avger inget ljus) vid fastställandet av LED-ljuskällans livslängd. När tillverkarna hänvisar till L70 livslängd menar de den tid inom vilken en viss procent av LED-ljuskällorna minskar till 70 % av det ursprungliga ljusflödet. Denna procentandel lysdioder framgår av B, t.ex. B50 visar 50 %. Vid fastställandet av denna livslängd tas dock ingen hänsyn till lysdioder som går sönder, som tas bort från testet. En defekt LED-ljuskälla är ändå viktig för användaren. När livslängden bestäms med inklusionen av trasiga lysdioder hänvisas till livslängden F, som normalt kommer att vara lägre än livslängden B. Till exempel visar L70F10 den tidsrymd inom vilken 10 % sjunker till mindre än 70 % av det ursprungliga ljusflödet eller går sönder av en annan anledning. Internationella standarder och rekommendationer kommer allt mer att främja och även införa definitionen F för lysdiodernas livslängd. ETAP anger inget L70/B50-värde till sina armaturer eftersom detta värde inte kan användas för belysningsstudier. Vi utgår från angivet antal brinntimmar (projektspecifikt), från vilka vi beräknar lumenunderhållet. För kontors- och industritillämpningar är normalt antal brinntimmar 25 000 respektive 50 000 (se även bilaga 1).

Lysdioder har en längre livslängd men är känsliga mot cykliska termiska spänningar och kemiska och elektrostatiska influenser. Att vidröra LED-kretskorten är därför absolut förbjudet. Man ska även undvika att ansluta lysdioderna direkt till en strömkälla. Strömspikar kan förstöra en lysdiod helt.

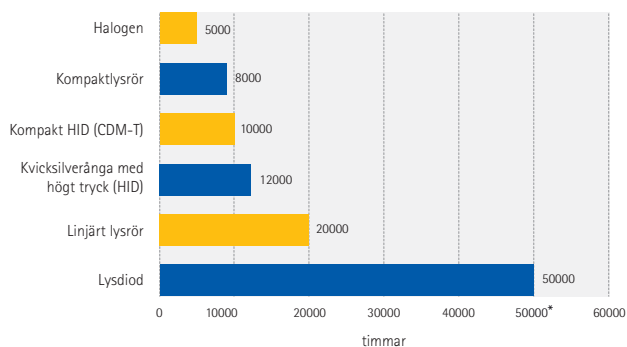


Illustration 10: Normala värden för livslängd (förenkling)

\* Baserat på minst 10 000 timmar mättningsdata (TM-21)

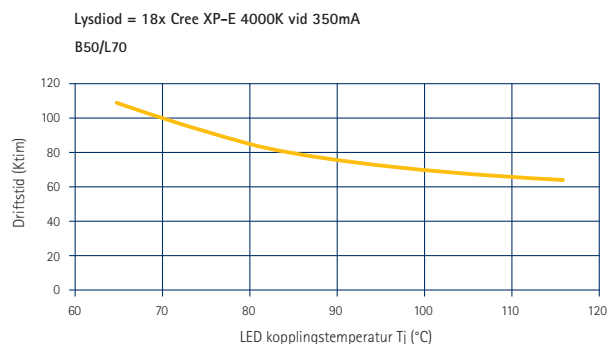
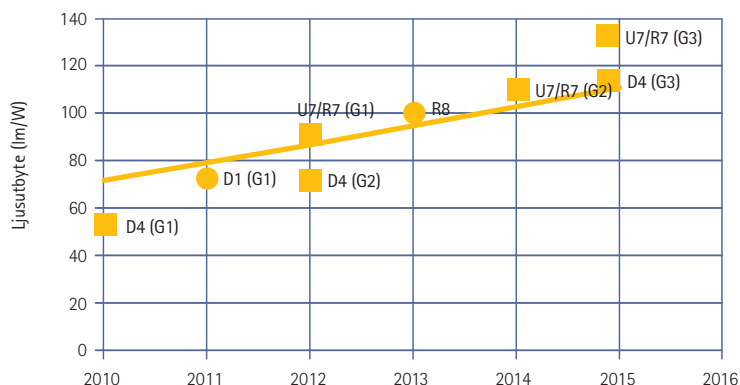


Illustration 11: Halvledartemperaturens påverkan på livslängden

## Fördel 2: Hög energieffektivitet

Lysdioder med kallt vitt ljus och en färgtemperatur på 5 000 (kelvin) når idag mer än 180 lm/W under referensförhållanden. Lysdioder med en lägre färgtemperatur på 2 700 till 4 000 K (används oftast för belysningslösningar i Europa) har vanligtvis en lägre effektivitet. I dessa färgtemperaturer finns lysdioder med ljusutbyte på 130 lm/W och högre att köpa i handeln idag.



Figur 12: Utvecklingen av ljusutbytet från lysdiodarmaturer vid 3 000 K, med indikation för några ETAP-produkter (i olika generationer G1-2-3) vid kopplingstemperatur under normal användning (hot lumen).

Dessa kurvor grundas på verkliga resultat från lysdioder i faktiska tillämpningar. De kan skilja sig från tillverkarens publicerade uppgifter beroende på produktspecifik elkoppling och termiskt beteende.

## Ljusutbyte: lm/W

Det specifika ljusflödet återspeglar förhållandet mellan ljusflöde och strömförbrukning. Precis som med lysrör måste man skilja mellan ljuskällans specifika ljusflöde (LED-komponent, mätt vid 25 eller 85 °C kopplingstemperatur och med normal styrström) och det från en armatur, med drivenhet och optik.

Ett exempel på U7 med LED som illustration:

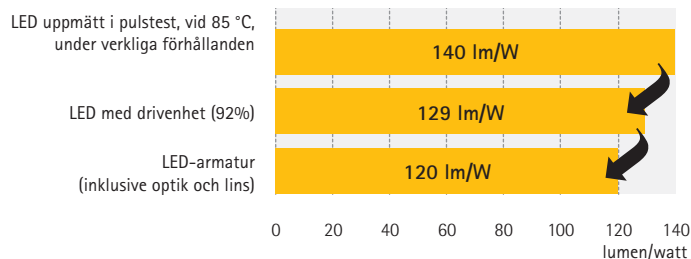


Illustration 13: U7

Som jämförelse: U5 reflektorarmatur med lysrör 1 x 32 W

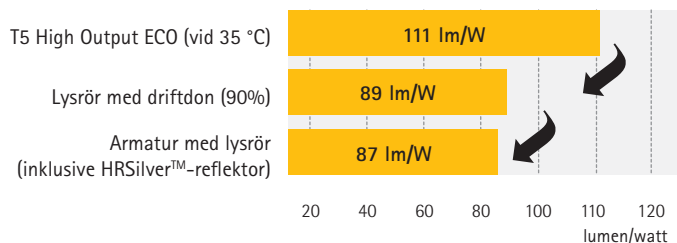


Illustration 14: U5 reflektorarmatur

I motsats till lysrörets effekt avgörs effekten hos en LED-armatur av den totala utformningen: ljusflödestäthet, optik och värmehantering. Medan lamporna i lysrörsbelysning alltid är utformade för en arbetstemperatur på 35° (inverkan av värmehantering = 1) och styrningen alltid är nominell (34 W lampor styrs med 34 W, varför inverkan av styrning = 1), avgörs uteffekten i LED-belysning i hög grad av armaturens utformning.

Lysdioder med hög färgtemperatur och därför kallare ljus har högre ljusutbyte än samma lysdioder med lägre färgtemperaturer. Lysmaterialet som används för att skapa varmt vitt ljus innehåller mer rött. Ljusutbyte för den röda komponenten är lägre än för den gula och därför sjunker den totala verkningsgraden i lysdioden. .

Som en jämförelse:

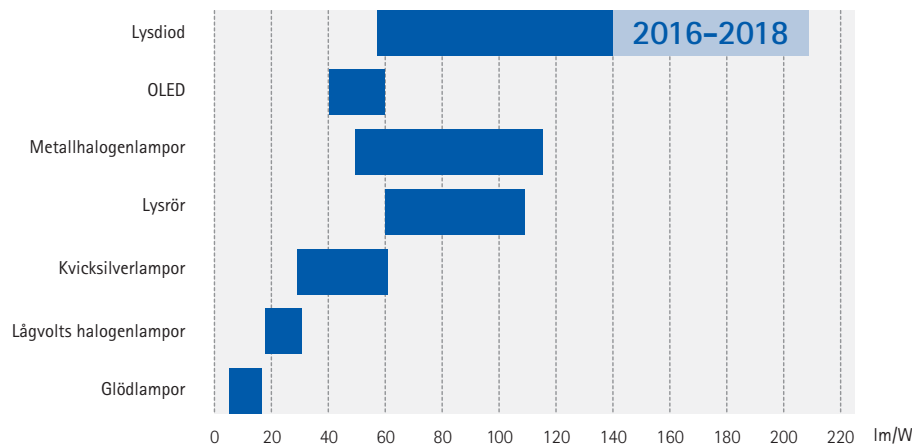


Illustration 15: Normala värden för ljuskällors effektivitet

### Fördel 3: Bra färgkvalitet, val av färgtemperatur

#### Färgtemperatur

Färgtemperaturen i en ljuskälla för vitt ljus definieras som "temperaturen i en svart kropp som det utsända ljuset ger samma färgintryck som ljuskällan". Färgtemperatur uttrycks i kelvin (K). Blåaktigt ljus har högre färgtemperatur och upplevs som "kallare" än ljus med lägre färgtemperatur.

Det finns olika underavdelningar och beteckningar, alla med en egen hänvisning till igenkännbara färgtemperaturer:

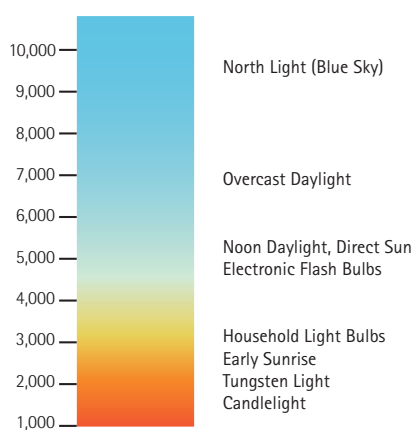


Illustration 16: Indikation på färgtemperatur

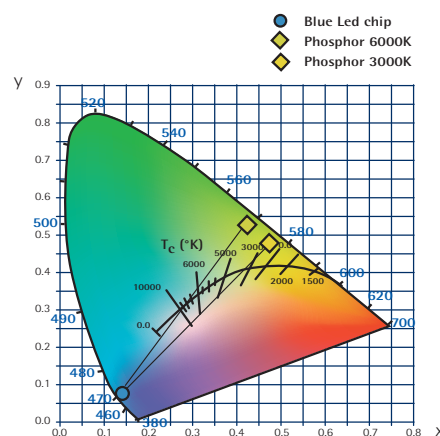


Illustration 17: Princip för alstrandet av vitt ljus med lysmaterial

Alla färgtemperaturer är möjliga för vitt ljus i RGB-lysdiöder (där färgerna rött, grönt och blått blandas), men regleringen över tiden är komplicerad eftersom alla tre färgerna har olika färgberoende. Detta används därför inte så ofta för belysningsändamål.

I lysdioder med konvertering av ett ljusmaterial bestäms färgtemperaturen av valet av ljusmaterial.

### Hur är det med nödbelysning?

I nödbelysning väljer ETAP bestämt höga färgtemperaturer. Lysdioder med höga färgtemperaturer är effektivare och kräver därför mindre batterikraft. Det mänskliga ögat är dessutom mer känsligt för blått ljus vid låga ljusnivåer.



### Färgkvalitet

Färgkvaliteten avgörs å ena sidan av färgåtergivning (intervall <0–100) och färgskala (GAI, intervall 0–100) å andra sidan. En ljuskällas färgåtergivning – kvantifieras genom färgåtergivningsindex Ra (CRI – Colour Rendering Index, färgåtergivningsindex) – återspeglar tillförlitligheten hos färgåtergivning av ett föremål som belyses av ljuskällan. För att nå detta index jämför vi den färgåtergivning av föremål som belyses av testljuskällan med färgåtergivningen av samma föremål som belyses av en referensljuskälla (svart reflektor med samma färgtemperatur).

Färgåtergivningsindex hos lysdioder kan jämföras med det hos lysrör och varierar mellan 60 och 98.

- För regelbundna belysningstillämpningar i varmvitt eller neutralt vitt använder ETAP lysdioder med en färgåtergivning på 80 (i enlighet med standard NEN-EN 12464-1).
- För batteridrivna nödbelysningssystem är uteffekten viktigare än färgåtergivningen (här behövs en färgåtergivning på minst 40). Det är därför vi använder högeffektiva kallvita lysdioder i nödbelysning med en färgåtergivning på ca 70.

För vita lysdioder bestäms färgåtergivningsindex av det luminescenta materialets (fosfor) sammansättning.

Som en jämförelse:

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| Lysrör:       | Ra mellan 60 och 98 |
| Lysdiod:      | Ra mellan 60 och 98 |
| Glödlampa:    | Ra på 100           |
| CDM:          | Ra mellan 80 och 95 |
| Natriumlampa: | Ra på < 0           |

Färgskalan avser det färgintervall som en produkt eller ljuskälla kan reproducera och återspeglas av GAI (Gamut Area Index, färgomfångsindex). Ju större eller bredare färgskala, desto rikare färgpalett och desto bättre återgivning av mättade färger.

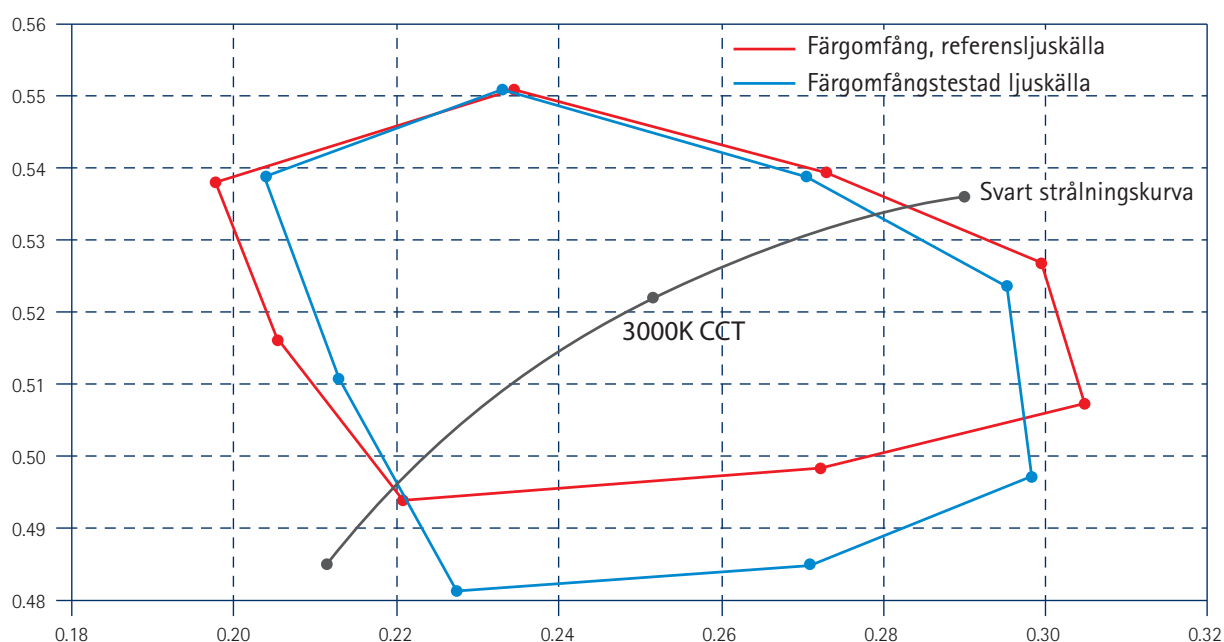


Fig. 18: Exempel på ett färgomfångsindex för en vibrerande vit modul (3 000 K vitt ljus). (Källa: Xicato)

Den röda linjen i bilden ovan visar IEC-färgkoordinaterna för en referensljuskälla (3 000 K) – den blå linjen visar färgkoordinaterna för testkällan. CRI/Ra är ett mått på den genomsnittliga avvikelsen mellan blå och röda punkter och GAI är ytförhållandet mellan de blå och röda polygonerna. I det här exemplet är GAI större än 100, vilket betyder att testkällan återspeglar en rikare färgpalett än referensljuskällan. Ra är mindre än 100 per definition.

Ett högt CRI garanterar inte alltid ett högt färgomfångsvärde. Och omvänt utesluter inte ett lågt CRI bra färgkvalitet – tack vare ett högt färgomfångsvärde.

På senare tiden har allt större uppmärksamhet ägnats åt ljuskvaliteten och färgåtergivningen hos LED-belysning, särskilt nya trender i detaljhandeln, där man efterfrågar speciella vita toner. En del butiker vill t.ex. ha krispigt vitt ljus (med extra blått som gör ljuset blekare – t.ex. Philips krispigt vit) eller klädbutiker efterfrågar belysning med rosa toner (t.ex. Xicato vibrerande vit), för en mer acceptabel färgkvalitet.

#### Fördel 4: Stabil prestanda över brett temperaturområde

Lysdioder är mindre känsliga mot omgivningstemperaturen jämfört med lysrör. Medan ljusflödet i lysrör faller drastiskt i omgivningstemperaturer högre eller lägre än 25° uppvisar lysdioder bara en gradvis minskning i högre omgivningstemperaturer. Detta är en markant fördel i miljöer med ovanliga temperaturer (< eller > 25°) eller som utsätts för temperaturvariationer (t.ex. industrin).

Detta förringar dock inte vikten av den termiska konstruktionen: en genomtänkt temperaturstyrning är avgörande för att uppnå maximal livslängd och ljusflöde (se även avsnitt 2.4).

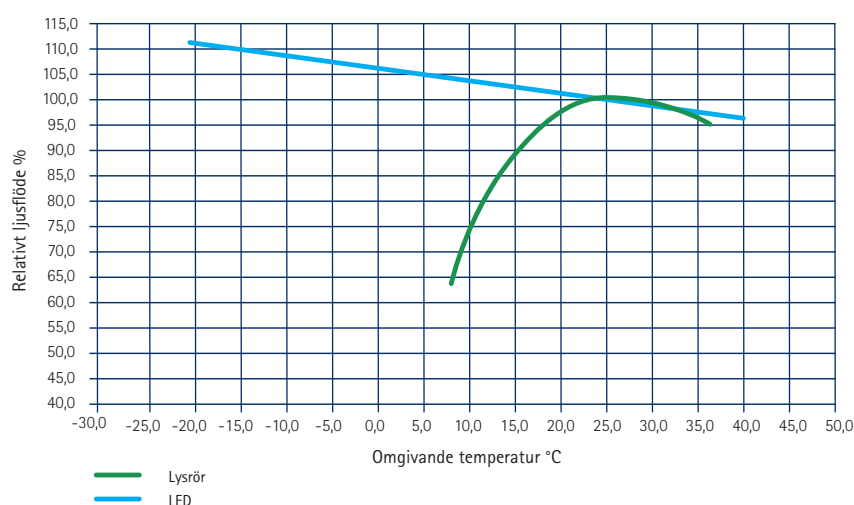


Illustration 19: Omgivningstemperaturens inverkan på relativt ljusflöde

#### Fördel 5: Omedelbar ljuseffektivitet

Lysrör ger inte omedelbart ljusflöde när de tänds. Lysdioder å andra sidan reagerar omedelbart på förändringar i strömförsörjningen. De når omedelbart maximalt ljusflöde när de tänds. De är därför mycket lämpliga för användningsområden där de ofta tänds/släcks och där ljuset bara är tänd en kort tid.

Detta gäller även för lägre omgivningstemperaturer där de t.o.m. fungerar bättre. Denna fördel uppskattas t.ex. i E1 med LED för frysförhållanden.

Lysdioder kan dessutom – i motsats till t.ex. CDM-lampor – tändas igen utan problem när de fortfarande är varma. Att tända och släcka ofta har ingen negativ inverkan på livslängden.

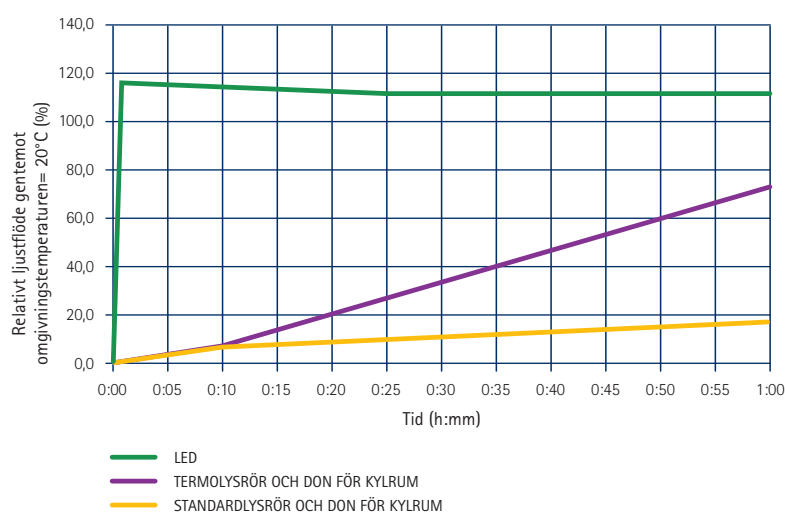


Illustration 20: Jämförelse av lysdiodens startbeteende jämfört med lysrör vid -30°

## Fördel 6: Enkla att reglera

Lysdioder kan ljusregleras över ett stort område (från nästan 0 % till 100 %) eller styras dynamiskt, vilket är möjligt på grundval av standardiserade ljusregleringsmetoder som t.ex. DALI, 1 - 10V eller TouchDim..

Dimmerförluster i lysdioder i de lägre nivåerna är jämförbara med dimmerförluster i lysrör med de senaste HF-donen för ljusreglering. När belysningen är helt neddimmad är resterande strömförbrukning praktiskt taget försumbar. Lysdioder är därför mycket lämpliga för integration i programmerade dynamiska miljöer.

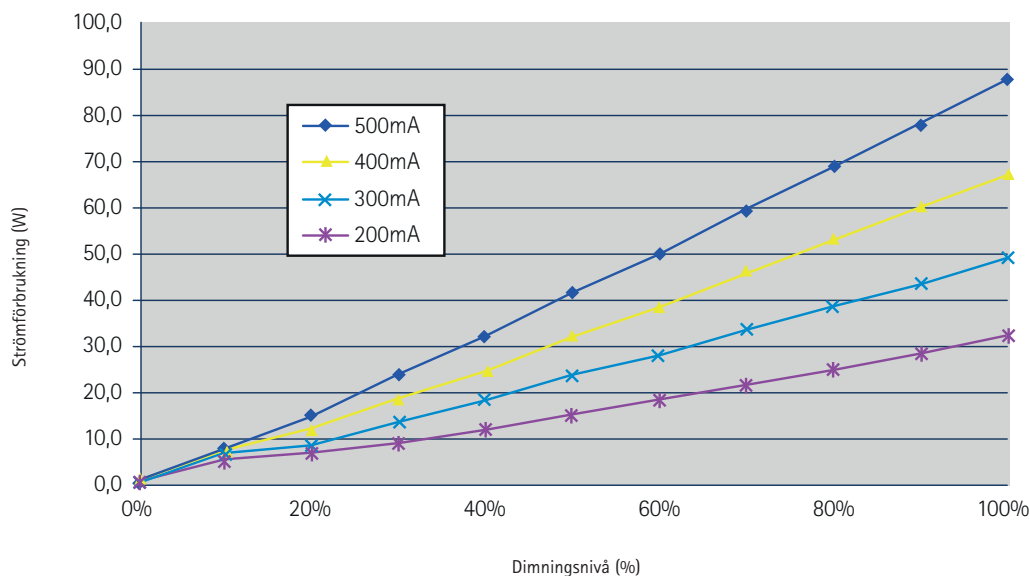


Illustration 21: Effekt av ljusreglering på energiförbrukning

Uteffekt och specifikt ljusflöde faller normalt under lägre effekt. Exempelvis downlights med strömförbrukning under 20 W är vanligen mindre effektiva än 40 W-armaturer eller högre.

## Fördel 7: Miljövänliga

Från en LCA\*, livscykelanalys (Life Cycle Analysis, studier där miljöeffekterna av en produkt från produktion till återvinning och bearbetning undersöks) verkar det som att lysdioder, jämfört med andra ljuskällor, kanske sätter det minsta fotavtrycket på miljön i framtiden. De innehåller dessutom inte kvicksilver vilket lysrör gör.

\* Bedömning av högeffektiva lampor; Navigant Consulting Europe; 5 maj 2009.

## Fördel 8: Ingen IR- eller UV-strålning

Lysdioder utvecklar inte ultraviolett (UV) eller infraröd (IR) strålning i ljusstrålen\*, vilket gör dem mycket lämpliga för miljöer där sådan strålning ska kunna undvikas som i museer, livsmedelsbutiker eller klädbutiker.

Lysdioden alstrar själv ingen värme utan den leds till baksidan, bort från föremålet som ska tändas (vi återkommer till detta senare – se avsnitt 2.4). Även den utstrålade ljusstrålen representerar energi som omvandlas till värme när den absorberas.

\* Huset genererar som kontrast IR-strålning (genom värme).

#### 4. TILLVERKARE AV LYSDIODER

På ETAP har vi ett antal kriterier för att välja tillverkare som vi ska samarbeta med. De viktigaste kriterierna är prestanda, pris, dokumentation (påvisbara uppgifter med hänvisning till gällande standarder), långsiktig tillgänglighet (viktigt för kontinuiteten i vår produktion av armaturer).

ETAP arbetar med flera leverantörer beroende på plattform, där ovanstående krav gäller.

#### 5. LYSDIODENS FRAMTID

LED-tekniken börjar långsamt mogna.

- Det specifika ljusflödet hos lysdioder är fortfarande på uppgång. Idag ligger de långt före halogenlampor, glödlampor och lysrör vad gäller ljusstyrka. När det gäller effektivitet och/eller specifik effekt ligger LED-armaturer före de mest effektfulla fluorescerande lösningarna. I stora drag kan man konstatera att under de senaste åren har priset för samma ljusflöde minskat med 25 % eller att samma pris nu ger dig 10 % mer specifikt ljusflöde. Nuläget kan man dock förvänta sig en gräns på 200–240 lm/W för varma färger.
- Ny teknik håller fortfarande på att utvecklas för att förbättra färgkvalitet och kostnad på lång sikt.
- Färgkontroll har fortsatt att förbättras vilket gett en stramare sortering, så att samma tillverkare nu erbjuder bara ett fack (3 SDCM). Ytterligare information om binning finns i avsnitt 2.5.

#### 6. OLED

OLED står för organic light-emitting diode (organisk lysdiod). Som namnet antyder handlar det om en variant av den vanliga lysdioden. Men medan lysdioder är baserade på kristallina, oorganiska material (t.ex. galliumnitrid) använder OLED-ljuskällor organiska makromolekyler baserade på kolväteföreningar för att producera ljus.



*OLED-ljuskällor i olika former (T.ex. Philips Lumiblade)*

## Punkt kontra yta

Skillnaden mellan OLED-ljuskällor och LED-ljuskällor ligger inte bara i materialet, utan även i driftsläget. Medan en LED-ljuskälla är en typisk ljuspunktkälla används OLED-ljuskällor för att sprida ljuset över en särskild yta. I praktiken appliceras de organiska ljusemitterande partiklarna i ett lövtunt skikt på ett substrat av glas eller annat transparent material och kopplas till en katod och anod. Skiktet tänds när spänning appliceras till katoden och anoden. Genom en kombination av de rätta materialen kan OLED-ljuskällor generera ljus i en särskild färg.

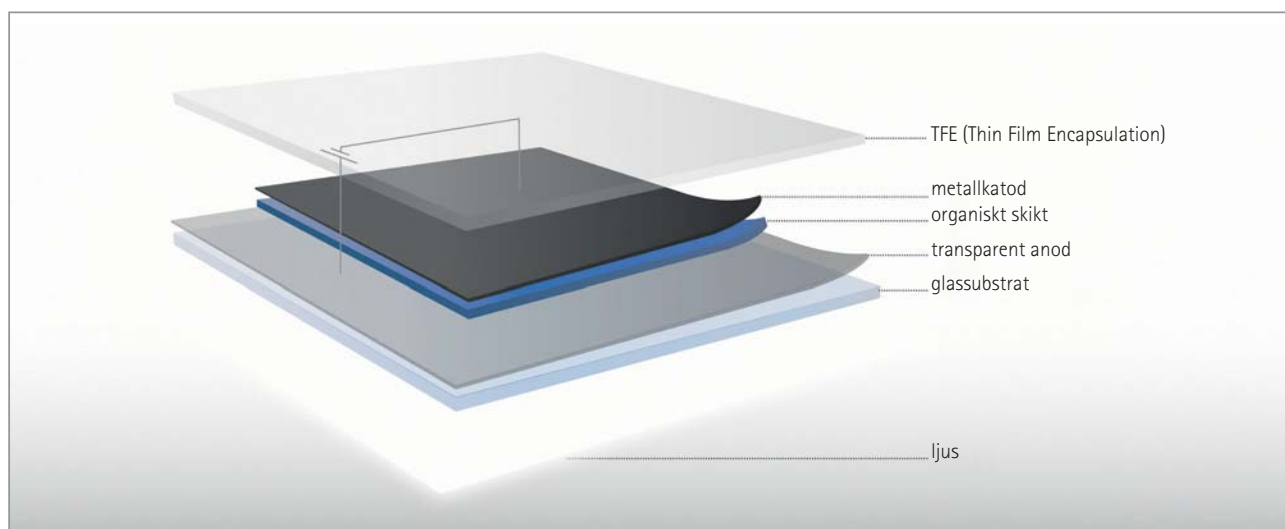


Illustration 22: OLED-struktur

## Komplement till lysdioder

Denna grundläggande skillnad mellan LED och OLED förklarar även direkt varför båda teknikerna kompletterar varandra och kommer att fortsätta finnas sida vid sida i framtiden. OLED alstrar ett diffust och spritt ljus över en specifik yta, medan LED lämpar sig perfekt för att skapa ljustrålar som kan riktas och spridas. Det faktum att OLED är en ytljuskälla med perfekt jämn belysning gör dem mycket lämpliga för tillämpningar som nödbelysning. De ser dessutom mycket lovande ut för allmänbelysning, t.ex. lysdiodspaneler.

## Prestanda

OLED-tekniken är idag fortfarande under utveckling. När det gäller prestanda och livslängd så spelar de så här långt inte i samma liga som LED. OLED når ett ljusutbyte på 60 lm/W jämfört med 160 lm/W för LED. För skyltningsändamål är de ungefär lika effektiva som LED-produkter, eftersom de av naturen är mer lämpade för dessa användningsområden. Precis som för lysdioder förväntas OLED prestanda öka avsevärt på grund av ny utveckling.

| Förväntad utveckling OLED                  |                          |                          |                          |
|--------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| år                                         | 2015                     | 2016                     | 2018                     |
| ljusutbyte                                 | 50 lm/W                  | 90 lm/W                  | 120 lm/W                 |
| livslängd (L70 @ 3 000 cd/m <sup>2</sup> ) | 20 000 u                 | 40 000 u                 | 60 000 u                 |
| ljusstyrka                                 | 3 000 cd/m <sup>2</sup>  | 4 000 cd/m <sup>2</sup>  | 5 000 cd/m <sup>2</sup>  |
| ljusflöde                                  | 10 000 lm/m <sup>2</sup> | 15 000 lm/m <sup>2</sup> | 20 000 lm/m <sup>2</sup> |
| färgåtergivning (CRI)                      | > 90                     | > 92                     | > 95                     |
| max. mått                                  | 150*150 mm               | 320*320 mm               | 400*400 mm               |

Illustration 23: Aktuell och förväntad OLED-prestanda (källa: LG)



Ytan som kan belysas med en OLED-modul är fortfarande i full utveckling. TV-skärmen består av flera OLED-pixlar, eftersom skärmupplösningen är viktigast i det fallet. I belysningstillämpningar strävar vi efter att belysa en så stor yta som möjligt med en enda modul. Pluspunkterna är att vi kan styra den lätt och att den inte skapar någon bildpunktsuppdelningseffekt. Ljuspanelerna finns idag att få i måtten 15 x 15 cm som standard. I framtiden kommer storlekar upp till 1 m<sup>2</sup> helt säkert finnas bland valmöjligheterna.

Förekomsten av organiska ämnen – som åldras relativt snabbt och är ganska känsliga för luft och fukt – resulterar i en ganska begränsad livslängd. Idag antas 20 000 brinntimmar (med 30 % minskning i ljusutbyte och en kontinuerlig kontroll av 3 000 cd/m<sup>2</sup>). Vidareutveckling av de material som används, skyddande skikt och produktionsteknik leder till stora förbättringar inom detta område.

### Flexibel och transparent?

Idag är OLED nästan uteslutande monterade på glas. Forskningen fokuserar idag på alternativen för att montera OLED på mer flexibla material och därmed skapa formbara belysningspaneler. Varje yta – slät, böjd eller t.o.m. elastisk – blir då en potentiell ljuskälla. Tänk bara på ljusemitterande väggar, möbler, gardiner eller kläder.

Ett annat forskningsområde är utvecklingen av transparenta OLED-paneler. För närvarande bildar släckta OLED fortfarande en reflekterande yta. De transparenta panelerna kan t.ex. fungera som fönster på dagen och ge behaglig stämningsbelysning när mörkret faller. Detta gör OLED till en mycket lovande ljus teknik med nästan oändligt nya användningsområden.



*OLED-lampor som en interaktiv spegel*

### ETAP introducerar OLED-teknik i nödbelysning

I slutet av 2013 var ETAP först med att lansera en nödbelysningsarmatur med OLED-teknik. Med sina låga ljusnivåer och homogena ljusflöde är OLED synnerligen lämpliga för detta ändamål.



*K4, utrymningsskylt med OLED*

## Avsnitt 2: Designa LED-armaturer

### 1. ALTERNATIV OCH UTMANINGAR

Lysdioder är mycket små jämfört med mer traditionella ljuskällor, t.ex. lysrör. Den totala ljuskällan för en armatur kan med andra ord fördelas över hela ytan vilket gör det möjligt att skapa tunnare armaturer och innovativa former.

Men när man utformar LED-armaturer står vi inför mer än en utmaning. Vi måste först välja rätt lysdioder för avsett användningsområde. Effekt, ljusflöde, temperaturbeteende, livslängd, färgtemperatur och kostnad är viktiga parametrar i detta sammanhang. Utformningen och integreringen av optik (linser, diffusorer, reflektorer) ger önskad ljusfördelning. Värmehanteringen av LED-armaturer är också viktigt för prestanda. Vi föredrar att kombinera alla dessa med ett snyggt utseende.

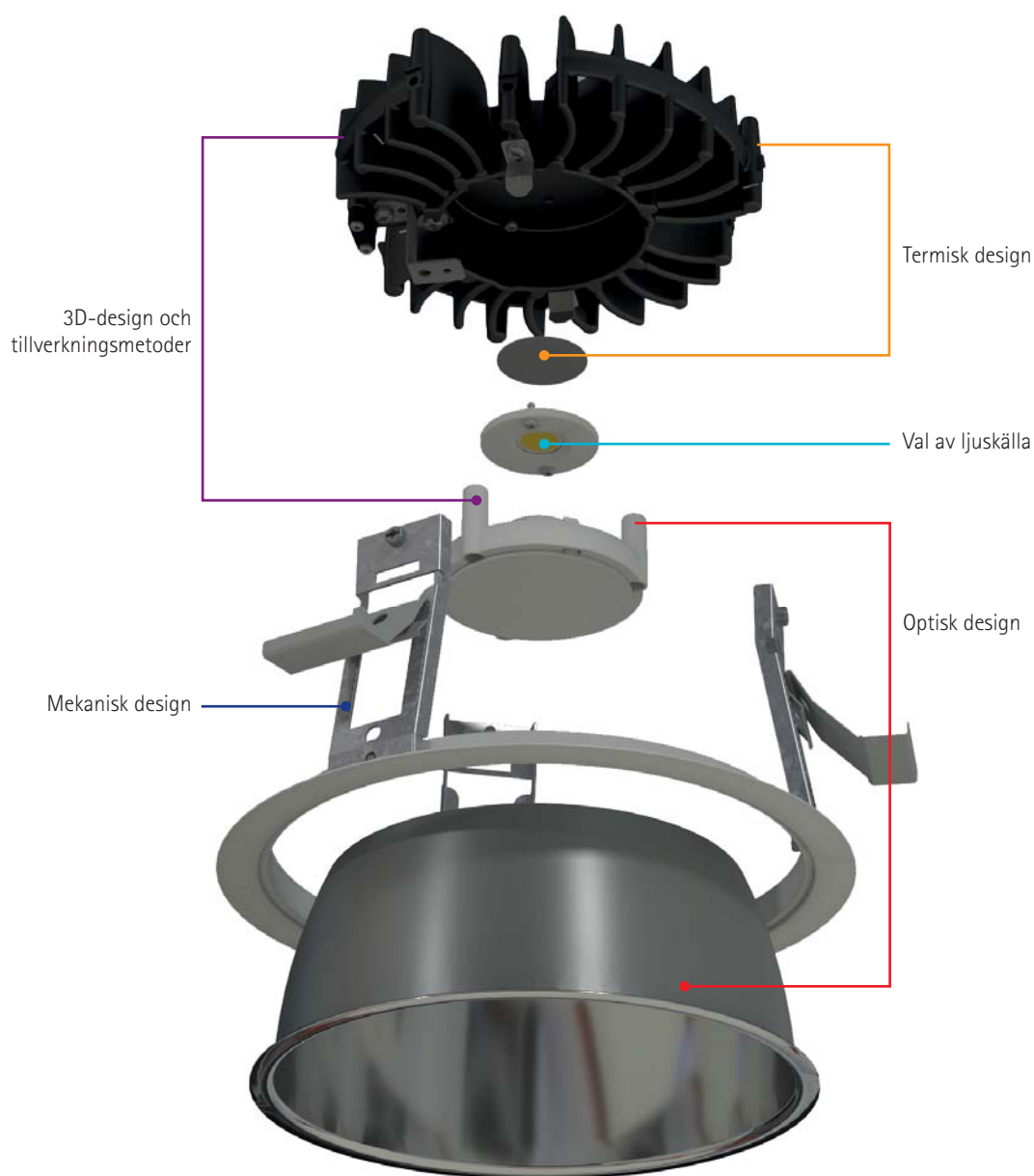


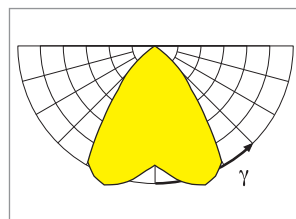
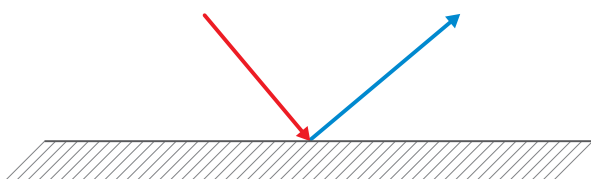
Illustration 24: D1 downlight design

## 2. LÄMPLIG LJUSFÖRDELNING

De flesta lysdioder har en bred ljusfördelning och avger ljus i en vinkel mellan 80 och 140° (full vinkel). Sekundär och tertiär optik (reflektorer, refraktorer och diffusorer) kan användas till speciella ljusfördelningar. Det är viktigt med en lämplig ljusfördelning för att minimera specifik effekt och därmed även energiförbrukningen i en given tillämpning.

### a. Reflektion

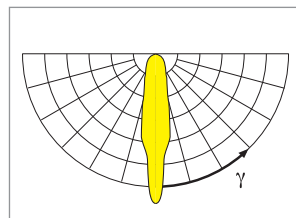
Önskad ljusfördelning skapas genom att ljuset reflekteras på en yta.



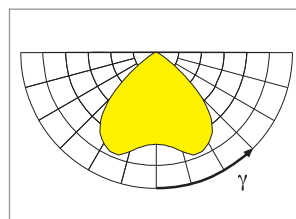
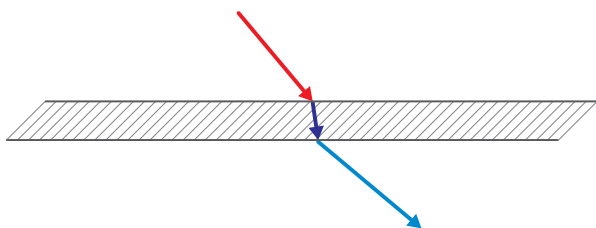
*T.ex. D1 led*

### b. Ljusbrytning

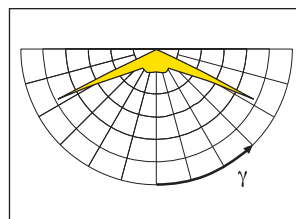
Ljuset sänds genom ett transparent material (t.ex. en lins) och böjs på grund av den optiska densiteten (brytningsindex) och formen på materialytan och sänds därefter i rätt riktning.



*T.ex. E4 med DUAL•LENS-teknik med smal ljusfördelning*



*T.ex. R7 med LED+LENS™-teknik med vidvinkellinser*

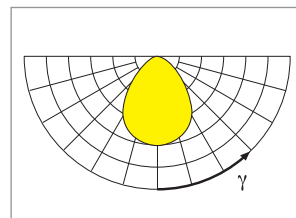
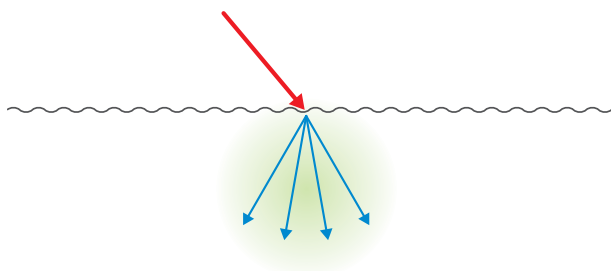


*T.ex. K9 antipanikbelysning med mycket bred ljusfördelning*

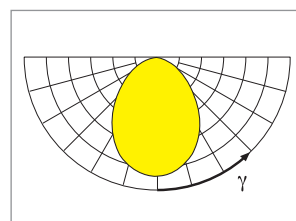
### c. Diffusion eller flera deflektioner

Ljuset sprids.

A. På en materialyta med hjälp av en ytstruktur

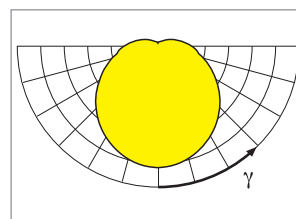
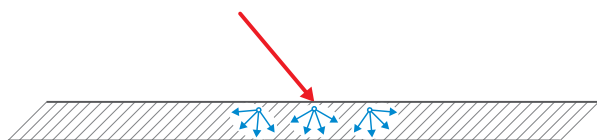


t.ex. U25 med MesoOptics™-folie



t.ex. US med mikropismastruktur

B. I en materialvolym med hjälp av inneslutningar



t.ex. R8 med HaloOptics®-diffusor

### 3. LUMINANS UNDER KONTROLL

Med ständigt ökande prestanda och maximal effekt hos lysdioder ökar källans luminans också snabbt. Denna luminans kan lätt nå 10 till 100 miljoner  $\text{cd/m}^2$ . Ju mindre yta från vilken lamporna lyser desto större kan ljuskällans luminans bli.

Några exempel på ljuskällemänningar:

- Linjärt lysrör - T8 14 000  $\text{cd/m}^2$
- Linjärt lysrör - T5 15 000 - 20 000  $\text{cd/m}^2 \rightarrow 17 000 \text{ cd/m}^2$  (HE) och 20 000 - 33 000  $\text{cd/m}^2$  (HO)
- Kompaktlysör, t.ex. 26 W 50 000  $\text{cd/m}^2$
- Naken lysdiod 3 W (100 lm) 100 000 000  $\text{cd/m}^2$
- Solljus 1 000 000 000  $\text{cd/m}^2$  (=10 gånger lysdioden!)

En väl genomtänkt optisk design är därför en absolut nödvändighet för att sprida ljuset av dessa klara punktkällor, och undvika direkt exponering och minska bländning. För att göra detta kan vi använda linser, reflektorer och diffusorer. Några exempel:

- D4 downlights (UGR<19, luminans <1 000  $\text{cd/m}^2$  vid 65°):
  - Spridning av ljuskällan över stora ytor för att begränsa luminansen.
  - Användning av linser med texturerad yta för diffusering av topluminanser per ljuskälla.
- U2 med LED: hela armaturens längd. MesoOptics™-diffusorn tar bort störande luminanser och möjliggör reglerad ljusfördelning.

### 4. GENOMTÄNKT VÄRMEDESIGN

Temperaturhantering (kylning) är utan tvekan den viktigaste punkten för utvecklingen av högkvalitativ LED-belysning. Beroende på lysdiodens prestanda omvandlas 35-40 % av energin till synligt ljus och 60-65 % till värme i komponenten (dissipation).

Som en jämförelse: lysrör avger ca 25 % av konverterad effekt som synligt ljus. Men skillnaden ligger i det faktum att ca 40 % av energin i lysrör också avges i form av infraröd strålning eller värmestrålning. Återstående 35 % omvandlas till inre värme och UV.

Lysdiodens ljuseffekt sjunker gradvis beroende på ökande halvledartemperatur.

Ljusflödet ökar vid lägre temperaturer: Lysdioder fungerar alltid bättre när deras driftstemperatur sjunker.

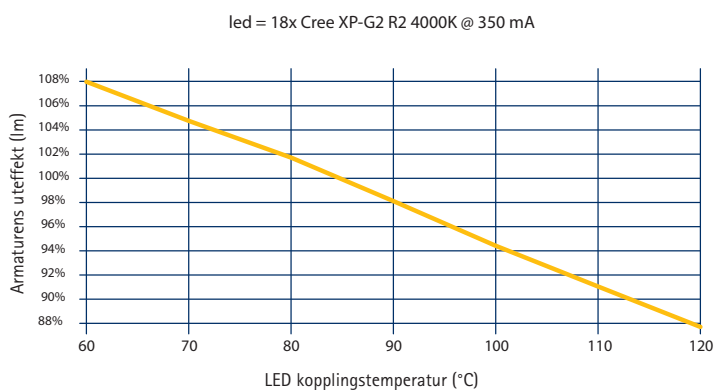
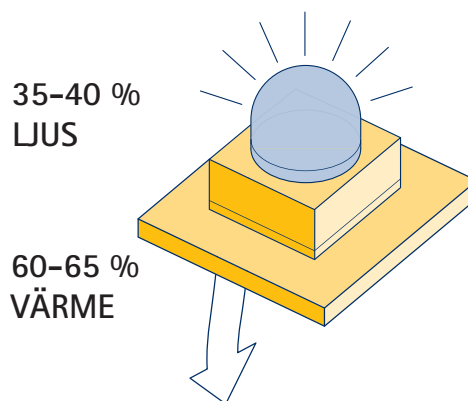


Illustration 25: Halvledartemperaturens inverkan på ljusflödet (ref. 85°)

Temperaturen påverkar inte bara ljusflödet. Den funktionella livslängden påverkas även när en kritisk temperatur överskrids.

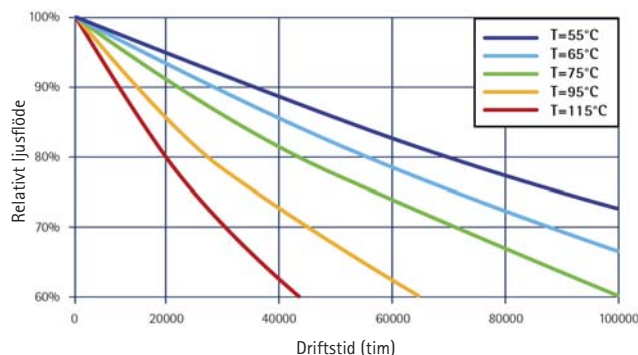
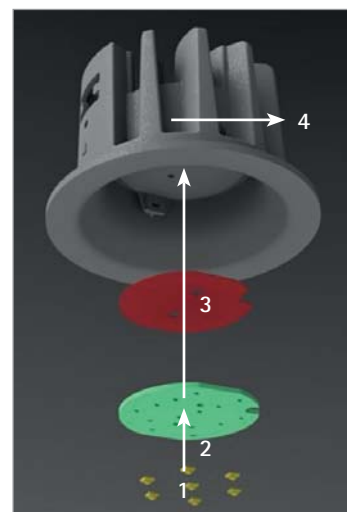


Illustration 26: Försämring av ljusflödet över tid vid olika halvledartemperaturer.

Det är därför viktigt med bra temperaturhantering. Värmeavledning från lysdioden till omgivningen sker i successiva steg (genom olika värmemotstånd):

- Värmen som alstras av lysdioderna leds genom chipet till lödningspunkten (1, inuti lysdioden).
- Värmen sprids därifrån över LED-kretskortet (2).
- Ett termiskt gränssnitt (3) eller TIM (Thermal Interface Material, termiskt gränssnittsmaterial) ger optimal värmeöverföring mellan kretskortet och kylflänsen (4).
- Genom konvektion och strålning förs värmen över till omgivningen).



Fritt luftflöde runt armaturen är nödvändig för korrekt värmeavgivning, varför det termiska beteendet hos en LED-armatur är olika för utanpåliggande än för infällda armaturer, och för infällda armaturer måste tillräckligt med utrymme runt armaturen ges (ingen isolering alltså!). Det är även viktigt att underhålla kylflänsen (håll den fri från damm) för god temperaturkontroll.

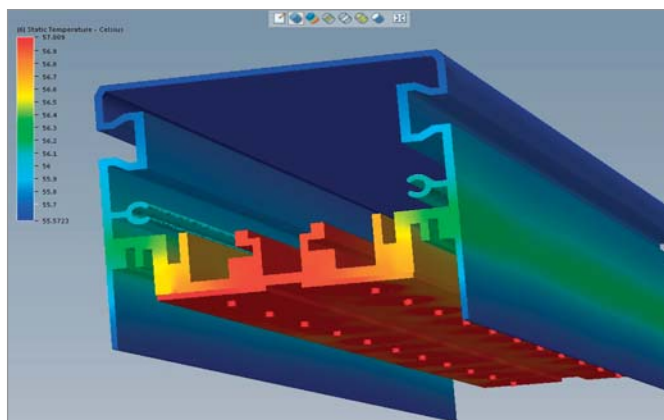
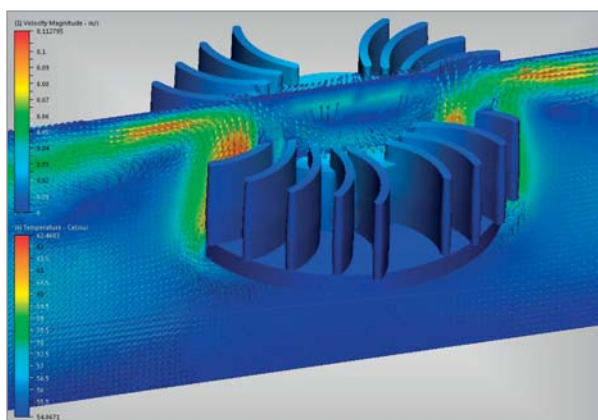


Illustration 27-28: Termisk design för D3(vänster) och E7 (höger)

## 5. SORTERING FÖR KONSTANT LJUSKVALITET

Under produktionen visar lysdioder i samma parti eller serie olika egenskaper, t.ex. vad gäller ljusstyrka och färg. Om olika lysdioder skulle blandas i samma armatur skulle det därför oundvikligen leda till olika ljusstyrkenivåer och olika ljusa färger, och därför använder vi oss av "binning" (sortering).

Lysdioderna sorteras enligt särskilda kriterier som t.ex.:

- Colour binning: sortering enligt färgkoordinater (x, y) centrerade runt enskilda färgtemperaturer.
- Voltage binning: sortering enligt framspänning, mätt i volt (V).
- Flux binning: sortering enligt ljusflöde, mätt i lumen (lm).

Konstant ljuskvalitet garanteras när man väljer en särskild "colour binning". Lysdioder i samma sortering har därför samma utseende. Skillnader i färgsorteringar märks tydligt när en vägg är jämnt belyst.

I studien om färgseende används den s.k. MacAdam-ellipsen (se figuren), vilket är ett område i ett CIE-diagram som innehåller alla färger som det genomsnittliga mänskliga ögat kan uppfatta av färgen i mitten av ellipsen. LED-tillverkare använder SDCM (Standard Deviation Colour Matching), där 1 SDCM är lika med 1 MacAdam.

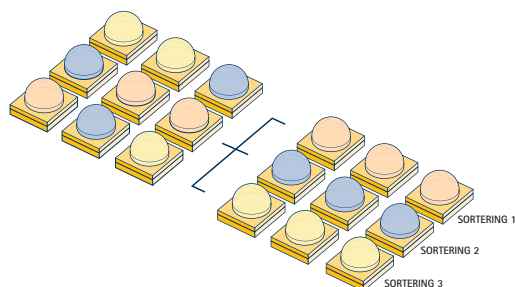


Illustration 29: Principen för sortering

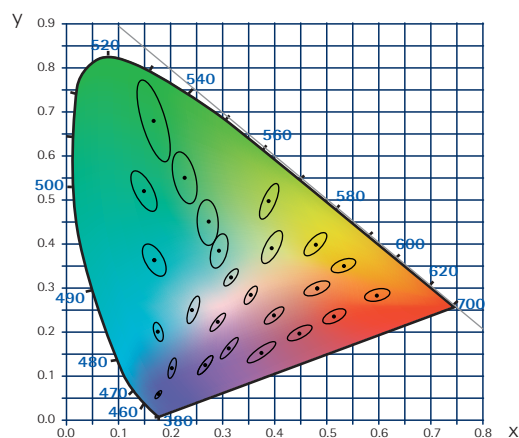


Illustration 30: Visualisering av MacAdam-ellipser  
(Källa: Wikipedia)

### Hur använder ETAP sortering i armaturer?

ETAP följer binningpolicyn hos välkända LED-tillverkare, som utvecklar nämnda policy i enlighet med den tekniska utvecklingen, ny processhantering, logistiska aspekter osv. Ändringarna påverkar inte slutanvändaren. De förbättrade metoderna ger en jämn färgtemperatur. ETAP:s armaturer (med low-power LED, high-power LED och chip-on-board LED) uppfyller 3 SDCM.

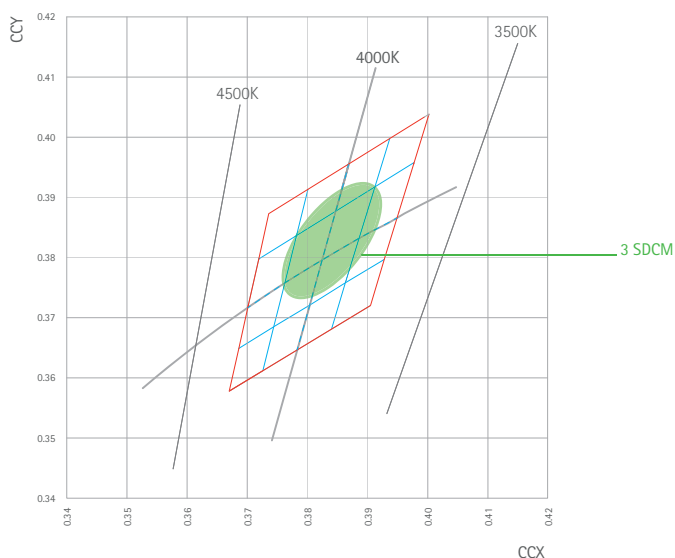


Illustration 31: Illustration av sorteringsprincip

## 6. ELEKTRISK SÄKERHET

LED-ljuskällor fungerar vid låg spänning (normalt ca 3 V) och därför anser man inte att man behöver bekymra sig om den elektriska säkerheten. Belysningslösningar med LED-ljuskällor kan för närvarande drivas med spänning på 100 V eller mer. Som en följd måste vi vidta ytterligare åtgärder för att göra det säkert att vidröra anslutningarna.

### LED-ljuskällor i serie ökar spänningen

LED-ljuskällor i belysningsarmaturer kopplas med fördel i serie där det går. Det logiska resultatet är dock att spänningen ökar. En av fördelarna med LED-ljuskällorna är att de drivs med låg spänning med en skillnad i spänning på ca 3 V per LED-ljuskälla. Men om 30 LED-ljuskällor kopplas i serie i en armatur har du redan 90 V. Det finns till och med LED-drivenheter som kan generera en utspänning över 200 V. Dessa kräver ytterligare elektriskt skydd.

### Ytterligare isolering krävs från 24 V

| AC                                          | DC                                    |
|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| $V < 25 V_{RMS} (I_{RMS} < 0,7 \text{ mA})$ | $< 60 V_{DC} (I_{DC} < 2 \text{ mA})$ |
| $25 V_{RMS} < V < 60 V_{RMS}$               | $< 60 V_{DC} < V < 120 V_{DC}$        |
| $60 V_{RMS} < V < 120 V_{RMS}$              |                                       |

*Illustration 32: Enligt den internationella standarden IEC 61347 finns det, upp till 24 V (växelström) eller 60 V (likström) ingen risk vid beröring (grönt). Lysdiodarmaturer som har en högre utspänning (rött) kräver extra säkerhetsåtgärder.*

Enligt internationella standarder (IEC 61347) måste extra åtgärder vidtas för förhållanden över 24 V\* för att göra armaturerna säkra. LED-ljuskällorna och andra strömförande delar ska inte kunna nås från utsidan. Lösningen måste hittas så att LED-ljuskällan bara kan vidröras med specialverktyg när de öppnats. Det måste dessutom finnas bra basisolering mellan alla ledande delar som kan vidröras i armaturen och alla strömförande delar. I praktiken tillhandahåller ETAP tillräckligt luft- och underhållsutrymme och använder elektriskt isolerat material utan att påverka värmehantering.

### Kan ljuskällan bytas ut eller inte?

Den nya utgåvan av standarden EN 60598 bestämmer om ljuskällan för LED-armaturerna:

- A. inte kan bytas ut (armaturen måste förstöras för att man ska komma åt ljuskällan)
- B. kan bytas ut av användaren (ljuskällan kan bytas ut enkelt och säkert)
- C. kan bytas ut av tillverkaren (ljuskällan måste skyddas av en skärm med minst två fristående fästen och kan inte tas isär utan verktyg)

Armaturer i kategori C måste från och med 2017 levereras med en högspänningsvarning på armaturerna.



\*Drivenhetens isoleringsgrad bestämmer om ytterligare säkerhetsåtgärder krävs..



## 7. PUBLICERING AV RÄTT UPPGIFTER

### Ljusutbyte som måttstock

Verkningsgraden i lysrörsarmaturer har i årtal uttryckts i procent, en indikation på hur effektivt armaturen använder ljuset. Men i LED-eran hänvisar vi till lumen per Watt, dvs. ljusut effekt per enhet för strömförbrukning. I detta sammanhang är det viktigt att den specifika effektiviteten i hela lösningen tas med i beräkningen, i både ljuskälla och armatur.

Verkningsgraden hos en lysrörsarmatur fastställs genom att man jämför ljusflödet i en armatur med en naken ljuskälla. En effektivitetsindikation i procent är mycket lätt att demonstrera. Den visar hur effektivt en armatur hanterar en viss ljusmängd. Det är därför som denna indikation har blivit standard för lysrörlösningar. Den är även lätt att fastställa: mät bara ljusflödet i en armatur med lampa och jämför den med ljusflödet i den nakna lampan.

### Naken LED är ingen användbar referens

Det är inte möjligt i lösningar med LED. För det första finns det många olika sorters lysdioder. Mätförhållanden mellan tillverkare går dessutom inte alltid att jämföra. Mätförhållandena för den nakna lysdioden uppfyller inte användarvillkoren. Ljusflödet beror på flödestätheten och driftstemperaturen; vid 25 °C fungerar en lysdiod mycket bättre än när den har värmts upp i en armatur, vilket är anledningen till att en indikation i procent skulle vara vilseledande vid ett minimivärde.

### Ljusutbyte ljuskälla + armatur

Därför lutar sig belysningsmarknaden tillbaka på ett annat koncept. Vi ser numera inte längre på enbart armaturen utan på kombinationen ljuskälla/armatur. Vi arbetar med lm/W, baserat på energimängden som behövs i en armatur för att uppnå ett visst ljusflöde. Detta är kanske inte så tydligt som i procent men är mer exakt. LED-lösningarnas prestanda beror på många faktorer, som t.ex. kylning, drivenhet, effektdensitet, varm/kall faktor (utsträckningen i vilken ljusflödet minskar när temperaturen stiger) osv. Indikationen lm/W tar med detta i beräkningen: ju gynnsammare dessa faktorer är desto högre ljusflöde med samma effekt. För närvarande kan värden upp till 130 lm/W uppnås kostnadseffektivt.

The screenshot displays the product data sheet for the E7210/LED1N032050S industrial luminaire. The page is organized into several sections:

- Product introduction:** Includes the product name E7210/LED1N032050S and a small image of the luminaire.
- Technical specifications:** Lists the luminaire type as industrial, lens as rectangular, and housing as anodised aluminium with polycarbonate components. It also provides the luminous flux (5099 lm) and luminous efficacy (101 lm/W).
- Mechanical characteristics:** Details the dimensions (LxWxH) as 1070 mm x 90 mm x 88 mm and the weight as 4.3 kg.
- Optic:** Specifies the lens as LED+LENS.
- Lamp:** Indicates the lamp type as LED HP and the colour temperature as 4000K / neutral white.
- Electrical equipment:** Provides the driver fixed output voltage (220-240V), frequency (50-60Hz), power consumption (50.4 W), power factor (>= 0.9), and photobiological safety (EN 62471: risk group 1 unlimited).
- More information:** Includes links to electrical options and accessories (general), options E7, concepts, brochure LED lighting for large spaces, assembly instructions E7E1900, and maintenance factors.

Illustration 33: I ETAP:s olika faktablad på hemsidan beskrivs såväl armaturljusflöde som ljusutbyte.

Utöver specifikt ljusflöde finns det mer information om LED på ETAPs hemsida:

- Fotobiologisk säkerhetsklass
- Färgtemperatur
- Strömförbrukning
- Typ av drivenhet: dimbar eller inte
- Effektfaktor
- Bibehållningsfaktor

## 8. OBJEKTIV KVALITETSINFORMATION

Det fanns inte ett direktiv eller en normativ ram i Europa vid publikationen av kvalitetsdata för LED-armaturer. Tillverkarna offentliggjorde visserligen information, men det var inte så lätt att göra jämförelser som konsument. Ett exempel: Tillverkarna angav siffror för livslängd, men de angav inte hur de kom fram till de siffrorna. Eller så nöjde de sig med att tillkännage mängden ljus och lysdiodens livslängd, även om dessa uppgifter i hög grad beror på optiken och armaturens konstruktion. Bristen på enhetlighet var besvärlig för konsumenterna, som ofta fick jämföra äpplen och päron.

### Europeisk lagstiftning

Under 2012 den europeiska sammanslutningen av belysningstillverkare, Lighting Europe, har därför givit ut en Guide till kvalitetskrav på LED-armaturer, som ETAP deltog aktivt i att skapa.



Sedan dess har också Europeiska kommissionen utarbetat och godkänt en lagtext (förordning (EU) nr 1194/2012 om krav på ekodesign för riktade lampor, ljusdiodlampor och tillhörande utrustning) om detta. Den innehåller krav i fråga om energieffektivitet, funktionalitet och produktinformation. I förordningen beskrivs bland annat hur effektivitetsuppgifter och kvalitetskännetecken hos hela armaturer ska mätas och tillkännages.

- Exempel: Ineffekten (W) hos en armatur inbegripet matningen, ljusflödet (lm) och verkningsgraden = uteffekt/ineffekt (lm/W).
- Återgivning av ljusintensiteten (cd) i ett polär diagram.
- En fotometrisk kod som ger en aning om ljus kvaliteten (ljusets färgtemperatur, färgåtergivningsindex, färgart och ljusflöde).
- En underhållskod som ger en indikation av hur mycket ljusflödet försämras med tiden, inbegripet förväntat livslängd, för ögonblicket återstående ljusflödesandel och förlustprocent (läs mer nedan).
- Omgivningstemperaturen (°C) där värdena gäller.

ETAP:s dokumentation uppfyller dessa europeiska krav och även internationella IEC-standarder för prestandakrav på

- armaturer (IEC 62722-1)
- LED-armaturer (IEC 62722-2-1)
- LED-moduler (IEC 62717)

### Tillämpar din leverantör en pålitlig bibehållningsfaktor?

Bibehållningsfaktorn i kommissionens förordning visar en armaturs påvisbara, mätbara kvalitetsegenskaper. I praktiken bestäms koden oftast efter 6 000, eller i bästa fall 12 000, timmar. I belysningsstudier föredrar vi dock att arbeta med försämringar efter 25 000 (vilket motsvarar 10 år i ganska många standardtillämpningar) eller 50 000 brinntimmar. För att göra det måste vi extrapolera. Då bestämmelsen inte innehåller ett beslut i detta avseende tillämpar ETAP den amerikanska TM21-riktlinjen. ETAP extrapolerar data utifrån den här riktlinjen för att kunna ta hänsyn till rätt bibehållsfaktor för varje projekt utifrån tillförlitlighetsmodeller. På så sätt vet du säkert att belysningen verkligen uppfyller alla krav tills den planerade livslängden har passerat. Armaturens livslängd påverkas också av lysdiodernas koppling (serie- eller parallellkoppling) och av att optiken åldras. ETAP tar hänsyn även till detta. I kommissionens förordning prioriteras slutligen inga minimikrav i fråga om

förändringar. Ändå är det viktigt med en hög och noggrant beräknad bibehållningsfaktor. Det ger dig både en minimalt överdimensionerad lysdiodinstallation och en garanti för att armaturerna fortfarande ger en acceptabel belysningsnivå i slutet av sin livslängd (se 4.1).

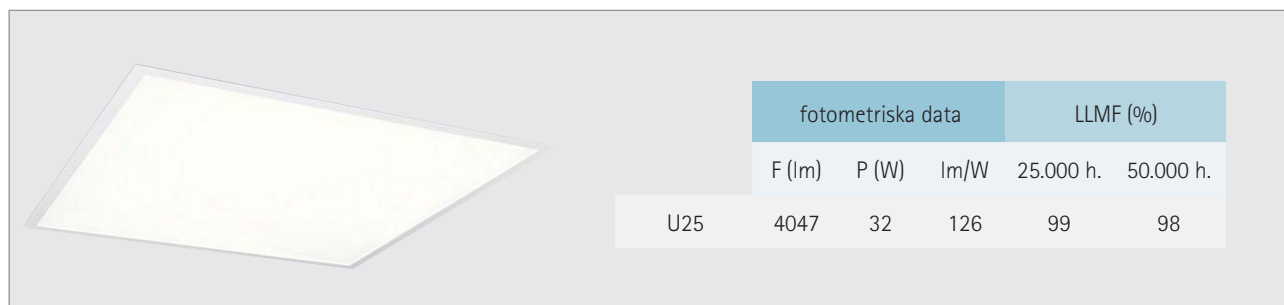


Illustration 34: ETAP beräknar underhållsfaktorn med hjälp av den amerikanska TM21-riktlinjen i kombination med tillförlitlighetsmodeller (t.ex. U25).

## ENEC+

Den europeiska kvalitetsmärkningen ENEC+ lanserades under 2014. Medan ENEC-certifikatet rör den elektriska och fotobiologiska säkerheten hos elektriska apparater säger ENEC+ något om armaturernas prestanda. Men tänk på att i ENEC+ tas ingen hänsyn till försämringsfaktorer hos lysdiodarmaturerna eller deras livslängd. Ljusflödet mäts bara under de första 1 000 timmarnas brinntid. Vilken belysningsnivå som din installation når efter 25 000 respektive 50 000 timmars brinntid är information som ETAP beräknar genom den metod som beskrivs ovan, och som du hittar i bilaga 1 på vår webbplats.

## 9. FOTOBIOLOGISK SÄKERHET

EU:s standard för fotobiologisk säkerhet, EN 62471, beskriver ett klassificeringssystem som anger om en lampa eller armatur utgör en risk för ögon- och hudskador. Med tanke på den höga luminans som skapas av många högeffektiva lysdioder, är risken för ögonskador påtaglig. Därför är det viktigt att den fotobiologiska säkerheten mäts ordentligt och tillkännages i klartext.

Lysdioder avger knappt något ljus ur ett ultraviolett eller infrarött spektrum, så de är inte farliga för huden. Däremot har den en framträdande blå spektralkomponent som gör att den som (länge) tittar in i en stark lysdiod kan drabbas av en obotlig skada på näthinnan, så kallad blåljusskada (Blue Light Hazard - BLH).

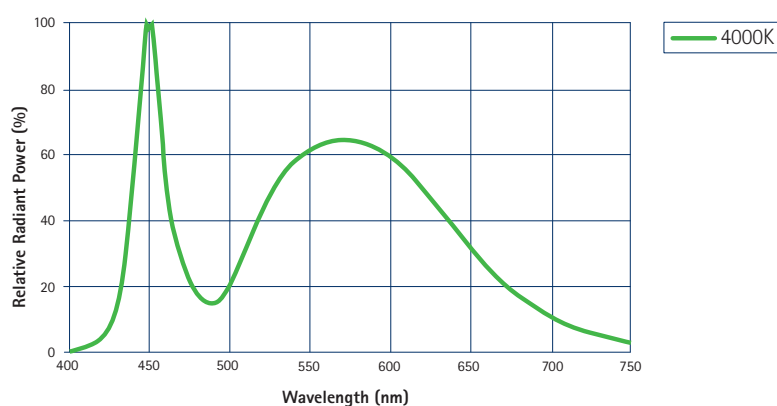


Illustration 35: Lysdioder har en starkt blå spektralkomponent, som gör att skyddsåtgärder krävs.

## Fyra riskgrupper

Den risken beror på flera faktorer: lysdiodens effekt, dess färgtemperatur, samt, inte minst, dess ljusfördelning och avstånd till armaturen.

För att användarna ska kunna bedöma faran, fastställer EN 62471 att lampor och armaturer ska delas upp i fyra riskgrupper. De har delats upp enligt följande, beroende på risken för blåljusskada:

- Riskgrupp 0 ("undantagen" grupp): här finns ingen fara, inte ens vid obegränsat tittande rakt in i ljuskällan.
- Riskgrupp 1: faran är begränsad, här tillåts högst 10 000 sekunders tittande (strax under 3 timmar).
- Riskgrupp 2: här tillåts högst 100 sekunders tittande.
- Riskgrupp 3: här tillåts högst 0,25 sekunders tittande. Det är kortare tid än ögats naturliga blinkreflex.

Eftersom EN 62471 är en teoretisk klassificering definierad med utgångspunkt från ett fast synavstånd har dessutom en metodriktlinje tagits fram (IEC/TR 62778), som ersätter gällande standard EN62471 från och med 2016. Risken för BLH beror i själva verket också på synavståndet (avståndet mellan ögat och lysdioden). Normalt tittar man inte in i en armatur från ett kort avstånd, även om korta synavstånd faktiskt förekommer, t.ex. vid tekniskt underhållsarbete. I IEC/TR 62778 beskrivs inom vilka avstånd en given armatur tillhör en särskild BLH-riskgrupp (sk gränssavstånd).

Några exempel:

- Diffusorer tillhör en riskgrupp 0 (RG 0), oavsett synavstånd, t.ex. Kardó, R8, U2.
- Downlights och LED+LENS™-armaturer tillhör RG 1, oavsett synavstånd.
- För ljuskällan i figur 36 gäller RG1/RG2 med ett gränssavstånd på x cm. Det innebär att ljuskällan hör till RG2 vid synavstånd på mindre än x cm.

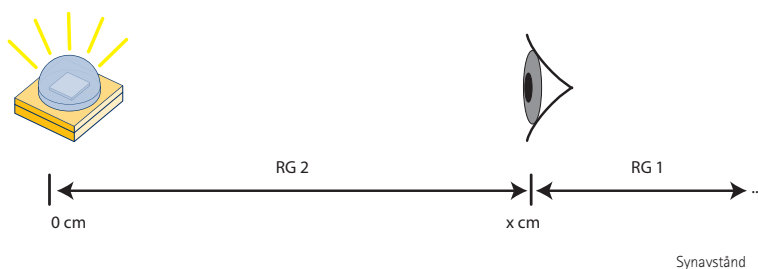
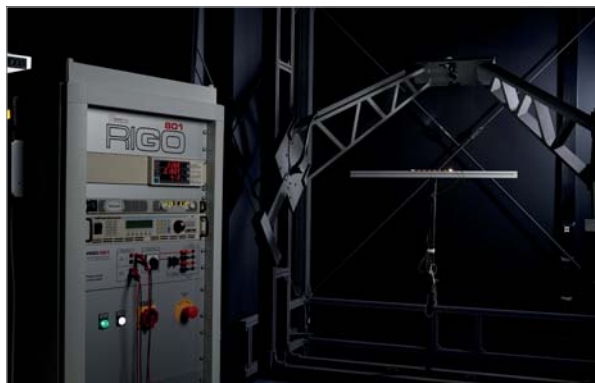


Illustration 36: Bild av gränssavstånd

I vilken utsträckning skyddsåtgärder krävs, beror på tillämpningen. Om ljuskällan har ett RG 1/RG 2 gränssavstånd måste detta anges som sådant tillsammans med en varning att inte titta direkt in i ljuskällan.

Dagens nakna vita lysdioder (används i allmänbelysning) tillhör i värsta fall grupp 2, aldrig grupp 3. I de flesta armaturer finns en lins eller diffusor bakom dessa lysdioder som optiskt förstörar källbilden, vilket minskar toppluminanser. Detta resulterar i de flesta fall i en lägre riskklass.



ETAP har alla instrument som krävs för att utföra dessa mätningar hos sig.

## Mät rätt, var tydlig

För att avgöra vilken riskgrupp en armatur tillhör, följs en visst mätförfarande med hjälp av ett särskilt mätinstrument (en spektrometer). ETAP har alla inställningar och instrument som krävs för att utföra dessa mätningar hos sig. Det innebär att ETAP noga kan kontrollera att alla armaturer uppfyller de fotobiologiska säkerhetskraven. Belysningens riskgrupp tillkännages vid varje produkt på vår hemsida och i produktmanualerna.

Product introduction   Dimension sketch   Photometric data   [print product data sheet](#)

**Lighting**

**E4210/LED2N120S**

IP 40   IK 07   LED   850 °C   CE

UGR ≤ 25

industrial luminaire - lens - rectangular - RAL9016-white  
Lacquered aluminium housing (RAL9016) with linear lens and polycarbonate components  
individual luminaire  
luminous flux luminaire: 11444 lm  
luminous efficacy luminaire: 111 lm/W

**Mechanical characteristics**  
dimensions: (LxWxH) 2060 mm x 60 mm x 135 mm  
weight: 6.1 kg

**Optic**  
lens - DUAL LENS

**Lamp**  
lamp type: LED LP  
colour temperature: 4000K / neutral white

**Electrical equipment**  
S: driver fixed output  
voltage: 220-240V  
frequency: 50-60Hz  
power consumption: 103.2 W  
power factor ≥ 0.9  
photobiological safety: EN 62471: risk group 1 unlimited

**More information**  
[Electrical options and accessories \(general\)](#)  
[Options E4](#)  
[Concepts](#)  
[Brochure LED lighting for large spaces](#)  
[Revit](#)  
[Assembly instructions - E4E1990](#)  
[Maintenance factors](#)

Illustration 37: I faktabladen på vår hemsida hittar du alltid rätt information om våra lysdiodarmaturers riskgrupp (screenshot website, status i oktober 2015).

## 10. LED-RÖR

"LED-rör" är lysrör med diodteknik som direkt vid köp passar i äldre lysrörsarmaturer. ETAP varnar för riskerna med vissa av dessa tillämpningar: säkerheten garanteras inte alltid och kvaliteten och komforten är sällan optimal. Om armaturerna har utformats specifikt för LED kan lysdiodlampor ge en rad fördelar. Men om du bara ersätter lysrör i befintliga armaturer med lysdiodlampor påverkas kvaliteten, bekvämligheten och ibland också säkerheten negativt.



### EU vakar över säkra LED-rör

Europeiska unionen har genom sitt system för snabb varning tagit bort flera sorters lysrör med LED-teknik från marknaden (läs mer på Europeiska kommissionens hemsida, <http://ec.europa.eu>) för att de inte uppfyller lågspänningsdirektivet 2006/95/EG eller standarden EN 60598 för armaturer.

Hos dessa produkter finns bland annat en risk för elstötar när de monteras, eftersom vissa utvändiga delar kan bli spänningsförande.

### Intern eller extern drivenhet

Lysrör med LED-teknik kan ha en intern eller en extern drivenhet. Med en extern drivenhet kan man dimma lamporna och, vid behov, enkelt byta ut dem.

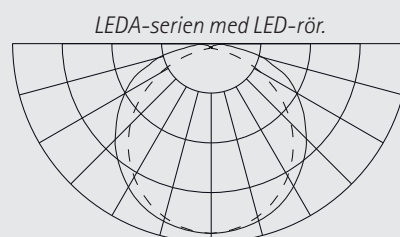
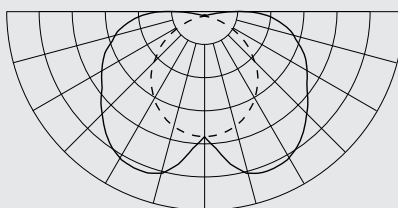
### Fördelarna med LED-rör

LED-rör har flera praktiska fördelar: de har inte bara låg energiförbrukning och lång livslängd utan de är också lätta att underhålla. Om de går sönder kan användaren byta ut dem (se 6. Elektrisk säkerhet) utan risk för elstöt. Det finns även LED-rör i ett helt förseglat hus som är lämpliga för kemiska miljöer. LED-rör i reflektorarmaturer gör att luft kan extraheras över reflektorn och därmed skapa en självrengörande effekt.



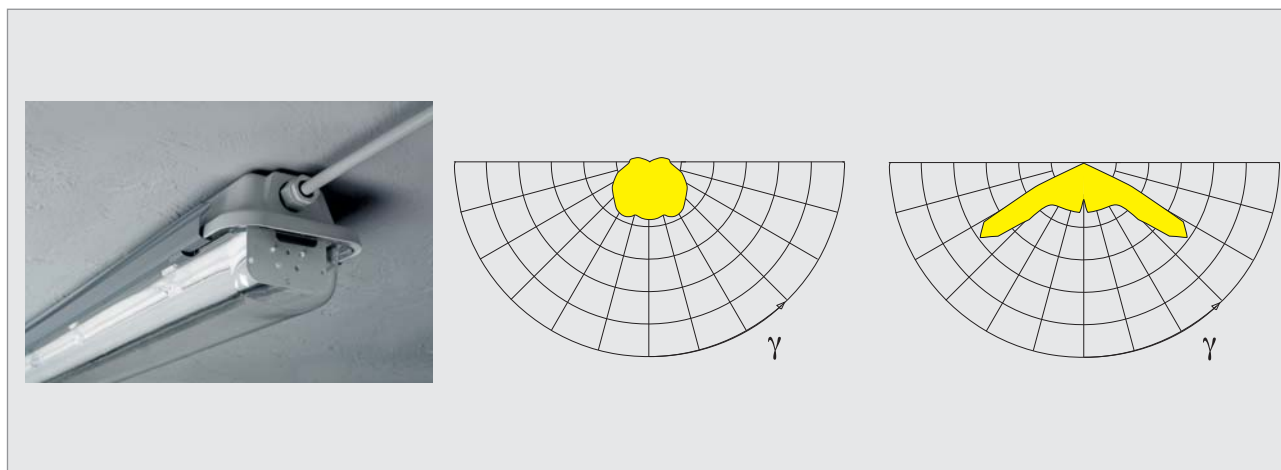
### Ansvarsfull användning av LED-rör

Det är viktigt att känna till att du inte bara kan byta ut lysrör mot LED-rör. Kablarna måste ofta uppdateras eller så måste armaturkomponenterna bytas ut eller förbikopplas. Detta upphäver den ursprungliga tillverkarens ansvar, men ljus kvaliteten kan också försämrats som en följd: varje armatur är avsedd för ett visst ljusflöde och en särskild ljusfördelning. Om du byter till LED-rör utan förberedelser kan ljusnivåerna bli lägre, beständigheten försämrats, bländning kan uppstå. Man får kort sagt lägre komfortnivå.



*Illustration 38: Medan en E12/136 HFW (med 1 x 36 W lysrör) har ett nominellt ljusflöde på 3 350 lm och ett specifikt ljusflöde på 72 lm/W, kan samma utrustning med ett LED-rör bara komma upp i 1 340 lm respektive 61 lm/W. Även ljusfördelningen blir annorlunda med ett LED-rör (till höger) än med vanliga lysrör (i mitten).*

Men det behöver inte vara så: om du byter ut hela optikdelen (lampa + reflektor) mot passande optik kan du fortfarande enkelt byta till lysdioder med befintliga lysrör. I exempelvis E1-armaturerna för hög skyddsfaktor kan du enkelt byta ut lampan och reflektorn mot en renoveringsmodul, med LED-rör, och fortsätta använda dina gamla armaturer. Resultatet: ökad effektivitet, avsevärt färre (eller inga alls) lampbyten och oförändrad behaglig komfort.



*Fig. 39: Om belysningsmodulen (lampor och reflektor) på E1 med vidvinkel med 2 x 58 W lampor byts ut mot en LED-modul med anpassad reflektor och LED-rör får du nästan samma ljusflöde (6 740 istället för 6 700 lm), samtidigt som effektiviteten ökar från 90 lm/W till 120 lm/W. Ljusfördelningen för LED-modellen (höger) är också mer markerad än i lysrörsmodellen (i mitten).*



## Avsnitt 3: Drivenheter för LED-armaturer

### 1. KVALITETSKRAV FÖR DRIVENHETER

Drivenhet är en av de viktigaste komponenterna i LED-lösningar, vilket nu är allmänt känt. Kvaliteten på LED-armaturer beror inte enbart på LED-ljuskällan och den optiska designen, utan även på drivenhet effektivitet och pålitlighet. Ett riktigt LED-drivenhet ska uppfylla sju krav:

**Livslängd.** Drivenheten måste ha minst samma förväntade livslängd som lysdioderna.

**Effektivitet.** En av framgångsfaktorerna i LED-ljuskällor är energieffektiviteten. Därför måste nätspanningen omvandlas till ström så effektivt som möjligt. Ett bra LED-drivenhet har en effektivitet på minst 85 %.

**Effektfaktor.** Effektfaktorn är en teknisk indikator som visar hur nära strömmen i vågformen efterliknar den sinusformade referensen i spänningen. Effektfaktorn ( $\lambda$ ) består av två delar: skiftet mellan spänning och ström ( $\cos \varphi$ ) och distorsionen av strömmen (övertoner eller Total Harmonic Distortion). Ju mindre skiftet och distorsionen är i vågformen, desto färre förluster och föroreningar är det i energileverantörens distributionsnät. I ETAP:s LED-drivenheter arbetar vi uteslutande med en effektfaktor på över 0,9.

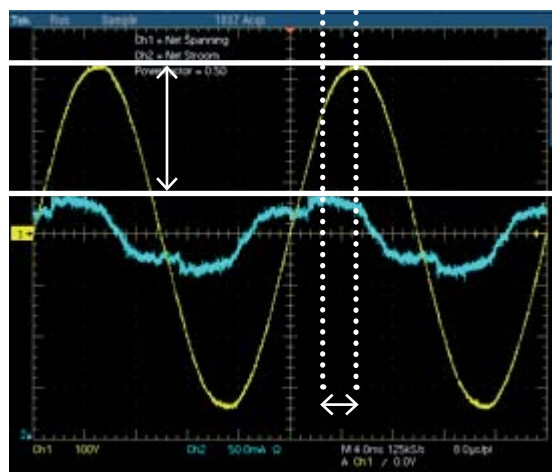
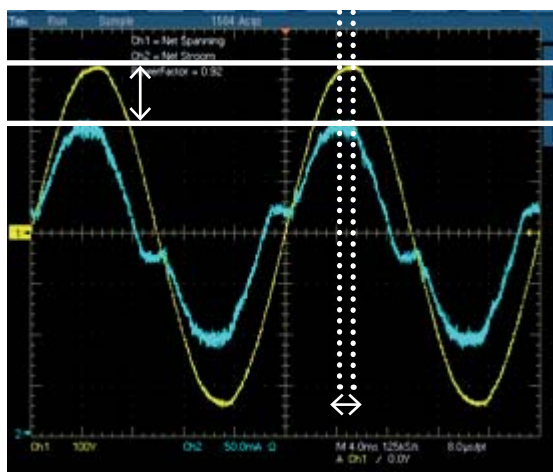


Illustration 40: För drivenheter med högre effektfaktor (vänster) visar vågformen för strömmen (blå) lite distorsion och skifte jämfört med spänningen (gul). Detta är fallet för drivenheter med lägre effektfaktor (höger).

**Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC).** Drivenhet ska minimera den elektromagnetiska störningen i sin omgivning och ska samtidigt påverkas så lite som möjligt av elektromagnetisk störning från omgivningen. Därför är rätt magnetisk kompatibilitet mycket viktig.

**Brytström (startström).** När ett LED-drivenhet strömsätts förekommer toppström i nätet under en kort tidsperiod (en bråkdel av en millisekund), eftersom kondensatorerna laddas i början. Med drivenheter med låg brytström går inte säkringarna av när ett antal armaturer tänds.

**Sinusformad ström.** En utström av god kvalitet förhindrar intensitetssvängningar så att inget flimmer eller stroboskopeffekter inträffar.

**Nätspänningsfiltrering.** Förorening av elnätet kan bl.a. orsaka att lågfrekvent ljus flimrar (+/- 50 Hz). Den snabba växlingsförmågan hos lysdioder gör dem mycket synliga, vilket upplevs som mycket störande. En bra LED-drivenhet fungerar så att föroreningen av elnätet inte påverkar utströmmen, så att ljusflödet förblir stabilt. En ny standard har publicerats nyligen som beskriver mätprocessen för att kvantifiera ljusvariationer (IEC/TR61 547-1 utg. 1: en objektiv immunitetstestmetod för spänningsvariation).





ETAP-laboratorier

### Tekniska faktablad

Drivenheter är därför avgörande komponenter i alla LED-lösningar. Drivenhet av hög kvalitet kan identifieras genom att beställa tekniska faktablad från leverantören för att kontrollera om ovanstående kvalitetskrav uppfylls. ETAP tillhandahåller alltid LED-drivenhet av hög kvalitet, som anpassats perfekt till lösningen och som testats noggrant i våra laboratorier.

## 2. STRÖM- JÄMFÖRT MED SPÄNNINGSKÄLLOR

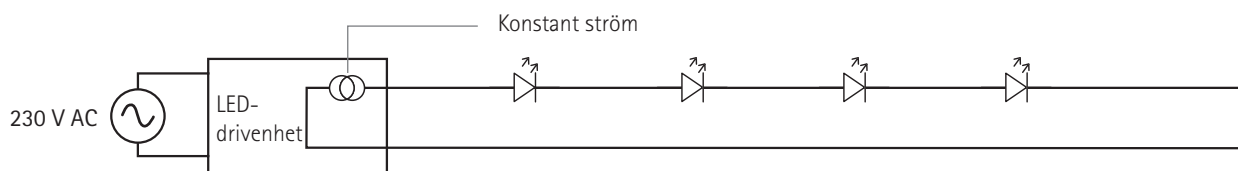
Lysdioder är strömreglerade komponenter. Strömmen är direkt ansvarig för ljuseffekten och måste därför justeras noggrant. Två regleringsmetoder används:

- **Konstanta strömkällor**

Omvandlar nätspänning direkt till konstant ström. Den här metoden ger den högsta verkningsgraden och är den mest kostnadseffektiva metoden. Nackdelen är att moduler med en konstant strömkälla endast kan seriekopplas, vilket är svårare när det gäller installation. Kravet på utspänning ökas dessutom snabbt för högre nivåer (>100 V).

Exempel:

- Flare spot 500 mA, etc.
- D4 downlight

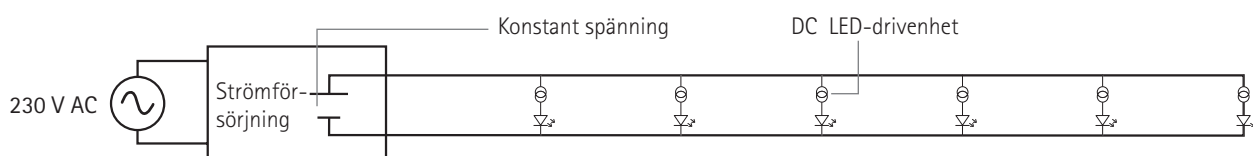


- **Konstanta spänningskällor**

Spänningskällor som omvandlar spänningen till noggrant reglerad spänning. När de används med lysdioder eller LED-moduler måste dessa spänningskällor alltid förse med en strömbegränsare (t.ex. ett motstånd) eller en elektronisk krets som omvandlar likspänning till konstant ström. Den stora fördelen med spänningskällor är att flera moduler enkelt kan anslutas parallellt.

Exempel:

- Flare spot 24 V (en likströmsdrivenhet för lysdioder integrerad i kabeln)
- Distribuerat likströmssystem, t.ex PoE (Power over Ethernet)



### Även för dimbara armaturer

Drivenhet ska inte bara vara pålitligt och effektivt utan det måste också vara flexibelt och kunna användas i alla moderna belysningsinstallationer. I många fall måste ljusnivån kunna justeras, t.ex. i ett ljusregleringssystem som ELS eller en extern dimmer. OBS! Det är viktigt att effektiviteten och effektfaktorn är samma när du använder en dimmer.

En drivenhets högsta möjliga verkningsgrad bestäms av vilken nominell effekt drivenheten har byggts för (se illustration 41). Drivenheter med en nominell effekt på <25 W har en högsta verkningsgrad på allra högst 80 - 85 %. Drivenheter med en effekt på mer än ungefär 35 W har en högsta verkningsgrad på 90 % eller mer.

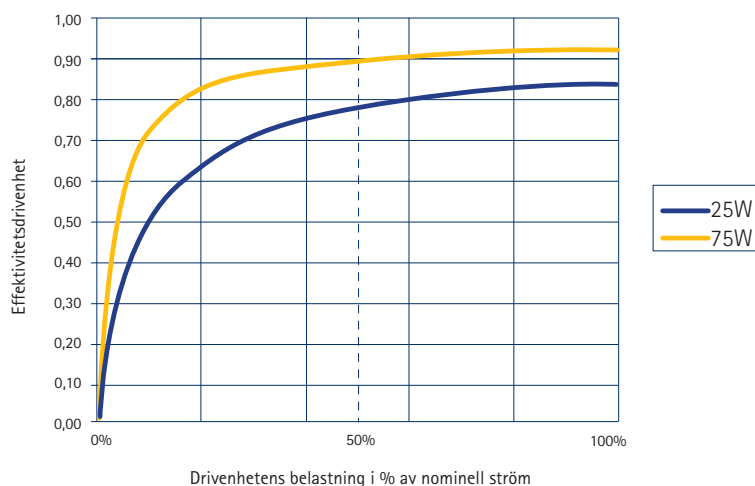


Illustration 41: Inverkan av drivenhetens belastning på effektiviteten för en lågströmsdrivenhet (blå) och en högströmsdrivenhet (gul)

Ovanstående ritning visar att en drivenhets faktiska verkningsgrad även beror på i vilken utsträckning den laddas. En högkvalitativ drivenhet kommer att ha en ganska konstant verkningsgrad ner till en laddning på 50 - 60 %. Om laddningen bli ännu lägre minskar verkningsgraden kraftigt. Därför är det viktigt att lysdiodmodul och drivenhet passar ihop exakt, så att drivenheten fortsätter att fungera så bra som möjligt inom sitt område.

I praktiken finns det två dimningstekniker: att minska strömnivån (AM eller amplitudmodulering) eller strömmen i pulser med allt kortare varaktighet (PMW eller Pulse Width Modulation, pulsbreddsmodulering). Båda tillämpningarna har sina för- och nackdelar. Våra specialister hjälper dig gärna med konkreta råd.

Alla kända ljusregleringssystem kan i teorin även användas för LED-belysning:

- DALI
- 1-10 V (mindre vanligt vid LED-belysning)
- DMX (används inte så mycket för belysning utan främst inom teatern).
- TouchDim



## Avsnitt 4: Belysning med LED – fotometriska aspekter

### 1. FÖRSÄMRAT LJUSUTBYTE OCH BIBEHÅLLNINGSAKTOR

En korrekt beräknad bibehållningsfaktor utgör grunden för en noggrant utformad belysningsanläggning. En bibehållningsfaktor som inte tar tillräcklig hänsyn till de specifika egenskaperna hos lysdioder resulterar ofta i felaktiga belysningsstudier och beräkningar.

#### Varför använda en "bibehållningsfaktor"?

Belysningsnivån på arbetsytan minskar med livslängden för en belysningsanläggning. Ljuskällornas ljusflöde minskar, ljuskällor går sönder och armaturer blir nersmutsade med damm och annan smuts. Själva rummet blir också smutsigt – t.ex. en vägg som nyligen målats reflekterar ljuset bättre. Det är därför som man vid beräkningen av en anläggning tar med en bibehållningsfaktor som tar hänsyn till minskningen av ljusflödet (se texten i rutan). På detta sätt kan du vara säker på att anläggningen fortsätter att uppfylla den antagna ljusnivån efter fem eller tio år.

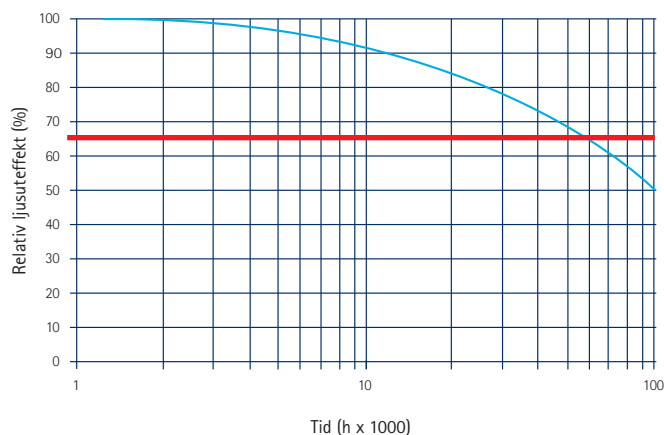
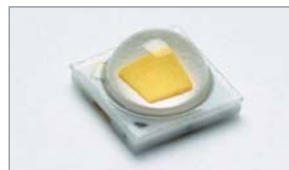


Illustration 42: Försämring av ljusflödet över tiden

Bibehållningsfaktor (MF, Maintenance Factor) består av fyra parametrar:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RMF$$

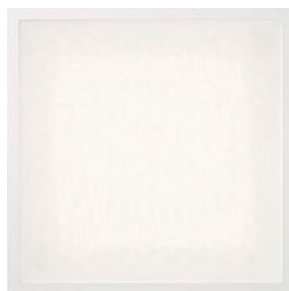
**LLMF: Lamp Lumen Maintenance Factor (ljuskällans bibehållningsfaktor)**  
Minskning i lampans ljusflöde



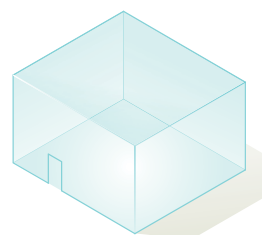
**LSF: Lamp Survival Factor (lampans livslängdsfaktor)**  
Andel defekta ljuskällor som inte byts direkt



**LMF: Luminaire Maintenance Factor (bibehållningsfaktor för armatur)**  
Försämring av armaturens utteffekt på grund av föroreningar



**RMF: Room Maintenance Factor (bibehållningsfaktor för rumsyta)**  
Föroreningar i rummet



### Tydliga regler för lysrör

För traditionella ljuskällor, som t.ex. lysrör, finns tydliga regler och internationella standarder för beräkning av en anläggnings bibehållningsfaktor. Normalt tar man med fyra aspekter i beräkningen: minskning av ljusflödet från lampan, lampbortfall, armaturen blir smutsig och även själva rummet. För lysrörsbelysning finns det en allmän konsensus om beräkning av bibehållningsfaktorn. Lampornas bortfall och livslängd har bevisats i praktiken och skiljer sig lite eller inte alls mellan tillverkarna. Armaturens utseende har dessutom ingen påverkan på lampbortfallet och man antar att lamporna byts ut regelbundet, så det förekommer i allmänhet lite diskussioner om bibehållningsfaktorn för lysrör.

### Lysdioder är annorlunda

Detta är inte fallet för lysdioder men det finns fall där bibehållningsfaktorn beror på många fler faktorer. Det börjar med valet av lysdioder. Idag är det fortfarande stor skillnad i kvaliteten mellan tillverkare och typen av lysdiod – låg eller hög effekt – detta är också avgörande när det gäller underhåll av ljusflöde och livslängd. Det är dessutom en ganska ny teknik som utvecklas mycket snabbt. På grund av brist på nödvändig kunskap och information idag använder majoriteten av lysdiods- och belysningstillverkare en LLMF på 70 % efter 50 000 timmar för enkelhetens skull, vilket innebär att de antar att lysdioderna bara når 70 % av sitt ursprungliga ljusflöde efter 50 000 brinntimmar, oavsett kvalitet på lysdioderna.

I motsats till lysrör spelar armaturens utformning också en viktig roll. Ljusflödet och livslängden på lysdioder beror i hög grad på arbetstemperaturen. Ju bättre de kyla, desto färre bortfall och desto längre håller de. Därför är det också mycket viktigt med värmeavgivning i armaturen. Man tar dock sällan hänsyn till armaturens utformning vid fastställandet av bibehållningsfaktorn. I praktiken har varje LED-armatur sin egen bibehållningsfaktor, vilket gör det möjligt att fastställa ett generiskt värde som gäller alla delar av armaturen.

*I anläggningar med lysrör måste lamporna bytas ut regelbundet (blå kurva). För lysdioder behövs inget lampbyte längre, men kvaliteten på lysdioderna spelar en större roll: Samtidigt som den allmänt använda LLMF är nära 70 % (gul kurva), är LLMF 97 % (grön kurva) för lysdioder i en U7-armatur.*

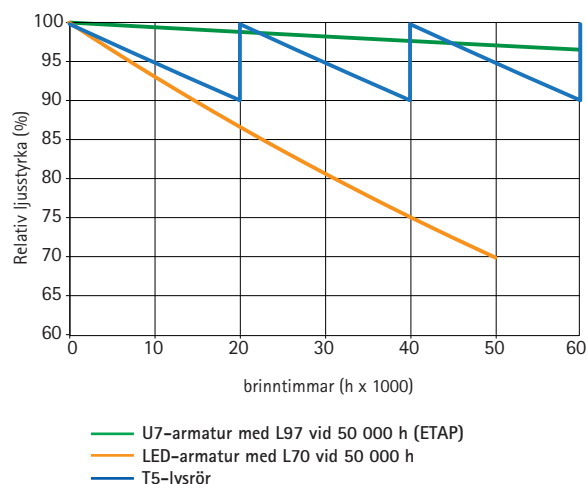
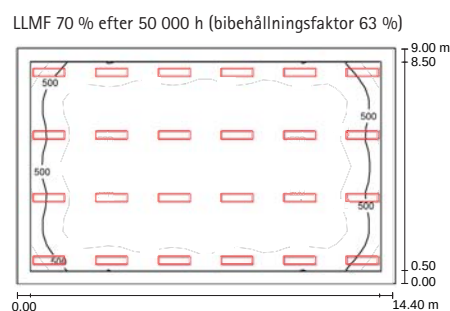
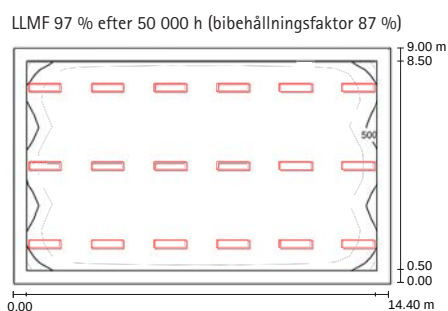


Illustration 43: LLMF för LED-armaturer jämfört med lysrör

### Stor inverkan på anläggningen

Felaktiga beräkningar kan i praktiken få större konsekvenser. När bibehållningsfaktorn bedöms alltför optimistiskt uppfyller anläggningen inte längre önskad belysningsnivå efter bara några år. Omvänt kommer en alltför pessimistisk bibehållningsfaktor att leda till en överdimensionerad belysningsanläggning, med för många armaturer och överdrivet hög effekt som driver upp inköpspriset och energiförbrukningen.

Exempel: bibehållningsfaktorns inverkan på en belysningsstudie med U7-armaturer i ett kontorsutrymme med måtten 9 x 14,4 m:



Enligt belysningsstudien med korrekt beräknad bibehållningsfaktor behöver vi 18 U7-armaturer och en installerad effekt på 0,86 W/m<sup>2</sup>/100 lx (kvar) för det här utrymmet. Användningen av den allmänna bibehållningsfaktor (höger) skulle leda till en överdimensionerad anläggning: 24 U7-armaturer och en installerad effekt på 1,25 W/m<sup>2</sup>/100 lx.

### Hög bibehållningsfaktor tack vare klok design

Bibehållningsfaktorerna som ETAP använder i sina belysningsstudier är noga fastställda enligt internationella standarder. I praktiken finner vi att de bibehållningsfaktorer som ETAP använder vanligtvis är mycket högre än det värde som tillämpas allmänt. Det är därför vi fokuserar på två specifika saker. För det första så använder vi alltid lysdioder av hög kvalitet (främst keramiska) från tillverkare som publicerar konkreta och kontrollerbara uppgifter om ljusstyrka och livslängd hos sina lysdioder. I praktiken sker detta på grundval av LM80- och TM21-normerna som validerats av IES (Illuminating Engineering Society), en internationell auktoritet på området, vilket ger oss en objektiv bedömningsgrund för lysdiodernas prestanda.

För det andra lägger vi stor vikt vid värmehanteringen i våra LED-armaturer och tar hänsyn till detta. Vi har rätt infrastruktur i våra laboratorier för att kanalisera kopplingstemperaturen mellan kretskortet och lysdioden. På detta sätt vet vi lysdiodens arbetstemperatur och vi kan bedöma mer exakt de effektiva avskrivningarna och förväntad livslängd hos lysdioderna. Vi kan sedan ta med dem i beräkningen av bibehållningsfaktorn i våra belysningsstudier.

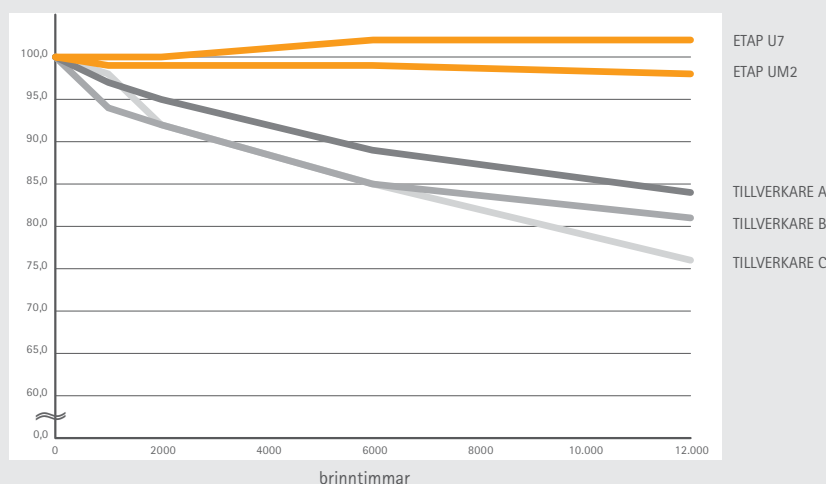


*I våra labb utför vi olika tester (t.ex. hållbarhetstest och ljusmätningar) för att exakt kunna fastställa ljus teknisk information och försämringsfaktorer för våra lysdiodarmaturer.*

### U7 och UM2 får höga betyg i oberoende studie

En ny studie av Laborelec, det fristående ENGIE-forskningscentret (tidigare GDF Suez), bekräftar att vår uppmärksamhet på kvalitet och intelligent ljusdesign bär frukt. I en jämförande studie av LED-belysning för kontor testade Laborelec sex armaturer från flera leverantörer på den belgiska marknaden, däribland ETAPs U7 och UM2.

Åldrandet fastställs med hjälp av två metoder: ett påskyndat åldrande i en miljökammar i 45 °C under 12 000 timmars brinntid (UM2 och U7) och ett reellt åldrande i rumstemperatur (UM2) under 2 000 timmars brinntid. Båda mätmetoderna bekräftade att värdena hos ETAP:s produkter höll sig helt stabila, till och med efter 2 000 respektive 12 000 timmars brinntid, medan det specifika ljusflödet sjönk betydligt hos de andra armaturerna i testet.



*Illustration 44: Påskyndat åldrande efter 12 000 timmars brinntid*

### Mot en korrekt beräkning

ETAP har en tabell i vilken du hittar rätt bibehållningsfaktor för ETAP:s alla LED-armaturer i enlighet med antagen miljö och användarperiod. På det här sättet kan vi ge våra kunder en pålitlig belysningsstudie och även vetskapen som att anläggningen kommer att fungera på önskat sätt.

#### Ett exempel:

Bibehållningsfaktorn beräknas enligt följande i en belysningsstudie med E7 i en kontorsmiljö: 99 % (LLMF eller lampans bibehållningsfaktor) x 1 (lampfel i LED-armaturer är nästan obefintliga och har därför ingen inverkan) x 0,94 (nedsmutsning av rummet) x 0,95 (bibehållningsfaktor för sluten armatur) = 88 %. Detta innebär att 88 % av ljusflödet återstår efter 25 000 timmar. Efter 50 000 timmar återstår 87 % av ljusflödet, vilket är markant högre än normala 70 % efter 50 000 timmar.



U7-armaturer i en kontorsmiljö har en bibehållningsfaktor på 87 % efter 50 000 brinntimmar (se tabellen).

| Lysdiodtyp | LED-armatur | 25kh | 50kh | LLMF (%) |      |
|------------|-------------|------|------|----------|------|
|            |             |      |      | 25kh     | 50kh |
| High Power | U7          | 88   | 87   | 99       | 97   |

Illustration 45: Utdrag ur tabell med bibehållningsfaktorer och LLMF för U7-armatur, efter 25 000 och 50 000 timmar (status mitt 2015)

Hela tabellen med bibehållningsfaktorer finns i bilaga 1 eller i produktdatabladen på vår webbplats.

## 2. LED-ARMATURERNAS LIVSLÄNGD

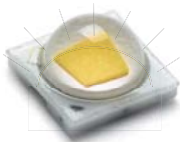
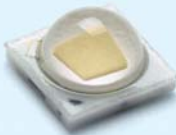
Den användbara livslängden för LED-armaturer är inte ett fristående datum, utan det är alltid kombinerat med ett konkret scenario eller installation och följaktligen också med bibehållningsfaktor. Om vi tittar på formeln för bibehållsfaktorn (bibehållsfaktor, MF, maintenance factor, se textrutan på sid. 35) finns livslängdsposten i den sista parametern, LLMF.

### LLMF som utgångspunkt

Figuren som speglar ljuskällans ljusflödesminskning (LLMF) beaktar trasiga lysdioder och försämrad ljuseffekt över tiden. Hur avgör vi LLMF? Vi skiljer mellan lysdiodens livslängd på komponentnivå och på armaturnivå.

På komponentnivån tar vi hänsyn till den gradvisa ljusflödesförsämringen hos lysdioderna (parametriskt fel eller B-livslängd) och den potentiella nedbrytningen av lysdioder (plötsligt fel eller C-livslängd).

På armaturnivå är en armaturs fullständiga bortfall inte relevant (se Armaturens överlevnadsfaktor). LLMF motsvarar B-livslängden på armaturnivå och omfattar därmed både parametriskt och plötsligt fel på den enskilda lysdioden i armaturerna.

|               | NYTT                                                                                | ANVÄNDS                                                                                                                                                                                         |                                                                                                |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                     | Parametriskt fel                                                                                                                                                                                | plötsligt fel                                                                                  |
| KOMPONENTNIVÅ |  |                                                                                                             |           |
| ARMATURNIVÅ   |  | <br>ELLER<br><br>= LLMF | <br>= LSF |

## Relevanta och pålitliga data

För att få rätt, tillförlitlig LLMF för våra armaturer gör vi så här:

- Vi fastställer det parametriska felet på komponentnivå i enlighet med målet i LM80/TM21.
- Vi kan inte beräkna ett plötsligt fel men vi föredrar att samarbeta med tillverkare som offentliggör exakta uppgifter. När det inte finns några mätuppgifter är vi beroende av elektroniska tillförlitlighetsmodeller (MIL-HBK-217F).

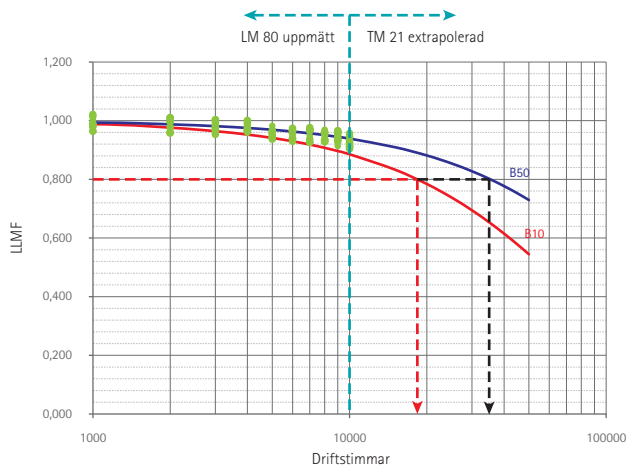


Fig. 46: LLMF fastställs enligt den LM80/TM21-metod som rekommenderas av IES.

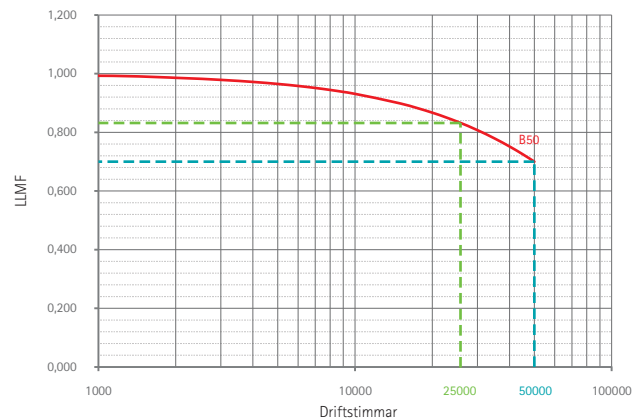


Fig. 47: ETAP ger LLMF efter 25 000 och 50 000 brinntimmar för alla sina LED-armaturer.

Både LLMF och bibehållsfaktorn för våra LED-armaturer finns på vår webbplats. Vi publicerar båda värdena för två perioder: 25 000 eller 50 000 brinntimmar. På det här sättet vet du hur mycket ljus dina armaturer avger efter en tids användning som är relevant för dig.

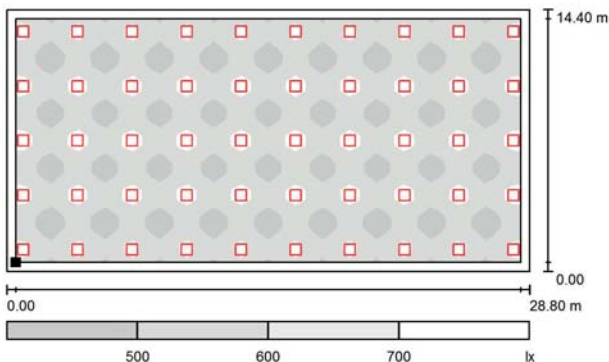


Fig. 48: Femtio armaturer (L98B50) är allt som behövs för att belysa ett kontorsutrymme på 29 x 14 meter med U25-diffusorer. Om du belyser rummet med armaturer med L80B50 behövs mer än 60 armaturer.

## HUR SKA LxBy-FORMELN TOLKAS?

Exempel: livslängden hos U25-armaturer tillhandahålls som L98B50 efter 50 000 brinntimmar:

- Där L är andelen ursprungligt ljusflöde som fortfarande uppnås efter en given period (= LLMF). U25-armaturerna i exemplet når fortfarande 98 % av sitt ursprungliga ljusflöde (L98) efter 50 000 brinntimmar (L98).
- Där B är B-livslängden vid armaturnivån. Den resulterande figuren återspeglar sannolikheten att det givna L-värdet inte uppnås. Värdet B50 används normalt: ett genomsnitt på 50 % av armaturerna når det givna L-värdet vid den förutsatta tiden.
- ETAP tillhandahåller som standard värdet efter 25 000 och 50 000 brinntimmar, två perioder som är representativa för installationens livslängd.



### 3. INTEGRATION AV ENERGIBESPARANDE SYSTEM

Lysdioder är inte bara en energieffektiv ljuskälla, utan fungerar även utmärkt i ljusregleringssystem. Denna kombination gör att besparingsmöjligheterna är stora, men det skapar också ytterligare fördelar: lysdioderna kan dimmas effektivare än lysrör, och livslängden förkortas inte av att man ofta slår på och av strömmen. Med dagsljusberoende styrsystem för belysning kan du avslutningsvis också kompensera försämringsfaktorerna hos lysdiodinstallationen.

De mest kända ljusregleringssystemen är rörelsedetektorer, som tänder eller släcker ljuset när någon kommer in eller går ut från en plats, samt dagsljusreglering, det vill säga när ljuset dimmas beroende på mängden dagsljus som kommer in i utrymmet. En kombination av båda systemen kan i vissa lägen spara 55 % energi eller mer. I dagsläget utrustas 1 av 6 armaturer som ETAP saluför med någon form av dagsljusreglering.



*U7 med dagsljusberoende styrsystem för belysning (ELS)*

#### **Lysdioder är mindre känsliga**

Lysdioder har ett antal specifika egenskaper som gör dem särskilt lämpade för att använda i ljusregleringssystem. Deras livslängd påverkas till exempel inte nämnvärt av att de tänds och släckas ofta\*. Det är en stor skillnad mot lysrör, som vid varje påslagning förlorar en liten del av sitt utsändningsämne. Det syns bland annat på de mörkare fläckarna i rörets utkant. I utrymmen där man uppehåller sig ganska kort tid – till exempel sanitetsutrymmen eller en hall – ser vi också att man ofta måste byta lysrör.

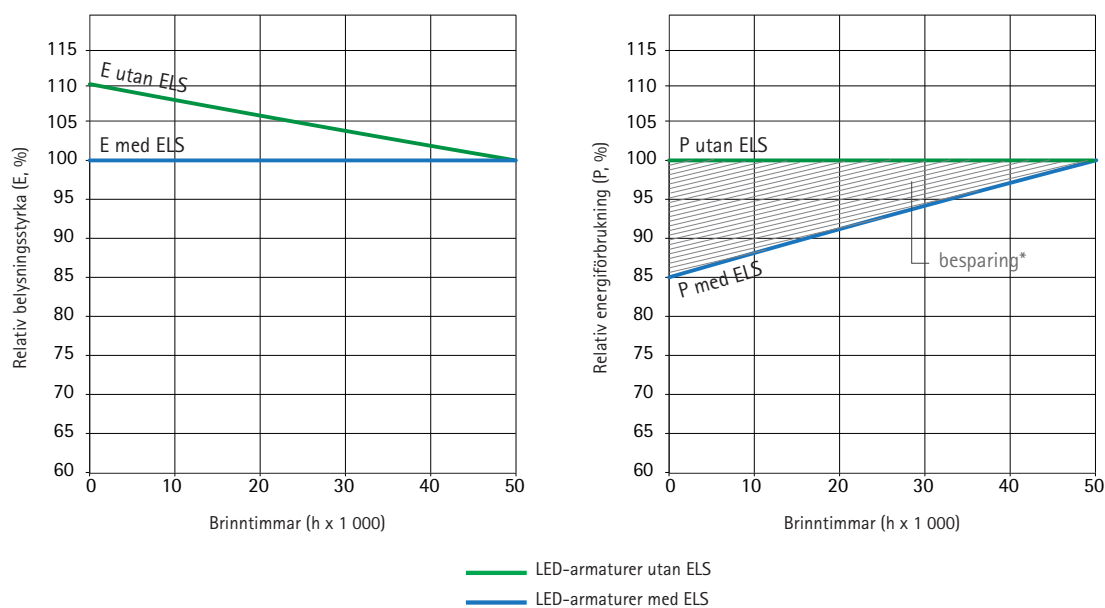
\* Utom för tillämpningar där lysdioder utsätts för extrema temperaturer.

Det problemet har inte lysdioder. En lysdiod är ju en elektronisk komponent som är okänslig för att tändas och släckas ofta. Dessutom avger lysdioder sitt fullständiga ljusflöde direkt när de tänds, vilket ökar bekvämligheten när användaren kommer in i rummet.

#### **Dagsljusberoende styrsystem som smart styrning**

Alla LED-installationer ger lite mindre mängd ljus med åren (se 4.1). Därför överdimensioneras i praktiken alltid belysningen för professionella miljöer lite, så att de i slutet av sin livstid fortfarande når en belysningsnivå som uppfyller normen. Genom att använda lysdioder av hög kvalitet med smart design och optimal värmehantering blir försämringen så liten som möjligt (10–15 procent).

Men det finns sätt att minska även dessa 10–15 procents överdimensionering utan att kompromissa med ljus kvaliteten. I dag finns förstklassiga drivenheter som möjliggör tidsprogrammering av ett variabelt flöde, en så kallad CLO-funktion (Constant Light Output). Men de måste programmeras utifrån hur mycket belysningsstyrkan förväntas minska. Det är i sig en teoretisk bedömning som inte är hundra procentigt säker. Man kan också använda en ljussensor som mäter den faktiska ljusnivån på arbetsytan och använder drivenheten mer allt efter som belysningsnivån sjunker. Det är ungefär så som ett dagsljusberoende styrsystem för belysning också fungerar. Ett dagsljusberoende styrsystem för belysning ger – oavsett om du använder det på armatur- eller systemnivå – alltså dubbla fördelar: Du sparar inte bara energi, utan du kan också slippa en överdimensionerad installation och på så sätt få ner den inledande investeringskostnaden.



Figur 49: Med en dagsljusregulator (ELS) behöver man inte överdimensionera LED-installationen, och den gör belysningsnivån konstant, vilket är energibesparande.

\*Extra besparing utöver den energibesparing som dagsljusinfallet medför.

Förutsättningen är tillräcklig marginal för att öka flödet. Effektljysdioder går vanligtvis bara på en tredjedel av sin maximala effekt, tack vare effektiviteten och luminanskontrollen. Det finns alltså utrymme för en styrökning på 10–15 procent i slutet av deras livstid. Samma sak gäller för de drivenheter som används i dag.

Hur ligger det då till med dagsljusregulatorernas stabilitet och tillförlitlighet? Denna faktor blir viktigare om det dagsljusberoende styrsystemet också måste ansvara för installationens prestanda. Inte heller där stöter man på några större problem. Dagsljusregulatorerna innehåller inga komponenter som är känsliga för åldrande. Det är fråga om halvledarkomponenter som drivs på lågspänning. De har i princip en MTBF (medeltid mellan fel) på flera hundra tusen timmar. Detta gör dem till en väldigt stabil och pålitlig driftkomponent för en belysningsinstallation.

## Avsnitt 5: Frågor och svar

### F: Var hittar jag internationella standarder för lysdioder?

S: På [www.lightingeurope.org](http://www.lightingeurope.org) kan du hitta de senaste dokumenten om lysdiodstandarder: "LightingEurope Guide for the application of the Commission Regulation (EU) No. 1194/2012 setting ecodesign requirements for directional lamps, light emitting diode lamps and related equipment". Enligt Lighting Industry Liaison Groups riktlinjer är detta de internationella standarder som gäller för lysdiodbelysning:

| Produkttyp                                                                               | Säkerhetskrav                                                                          | Prestandakrav |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Elektroniskt styrsystem för lysdiodmoduler                                               | IEC 61347-2-13<br>IEC 61347-1                                                          | IEC 62717     |
| Lysdiodlampor med inbyggt förkopplingsdon för allmän belysning med en spänning på > 50 V | IEC 62560                                                                              | IEC 62612     |
| LED-rör (med dubbel lampgavel)                                                           | IEC 62776-1                                                                            | IEC 62612     |
| Lysdiodmoduler för allmän belysning                                                      | IEC 62031                                                                              | IEC/PAS 62717 |
| Lysdiodarmaturer                                                                         | IEC 60598                                                                              | IEC 62722-2-1 |
| Den fotobiologiska säkerheten hos lampor och ljuskällor                                  | IEC 62471                                                                              |               |
| Lysdioder och lysdiodmoduler                                                             | IEC 62504 Villkor och bestämmningar för lysdioder och lysdiodmoduler i allmänbelysning |               |
| CIE Tekniska kommittéer                                                                  | TC2-46 CIE/ISO standarder för intensitetsmätning av lysdioder                          |               |
|                                                                                          | TC2-50 Mätning av optiska egenskaper hos olika lysdiodgrupper                          |               |
|                                                                                          | TC2-58 Mätning av radians och luminans hos lysdioder                                   |               |
|                                                                                          | TC2-63 Optisk mätning av högeffektiva lysdioder                                        |               |
|                                                                                          | TC2-64 Metoder för höghastighetsprover på lysdioder                                    |               |

### F: Vad har ETAP för garantier för sina lysdiodarmaturer?

Vi har en garantiperiod på 5 år för varje armatur. Eftersom lysdioder har så lång livstid, behöver de sällan bytas tidigare, men det garanteras ändå. ETAP använder universaldioder (i fråga om utformning och "fotavtryck"). Endast effekt och lumenut effekt ändras. När en lysdiod går sönder, kan ETAP utan problem byta dess kretskort. Lumenut effekten kan justeras till sin ursprungsnivå om så önskas. (För mer information, vänligen läs våra garantivillkor på [www.etaplighting.com](http://www.etaplighting.com))

# Terminologi

## Bibehållningsfaktor

En faktor som används i ljusberäkningar där hänsyn tas till ljuskällors förorening, åldrande och ljusminskning.

## Binning (Sortering)

Sortering/klassificering av (i det här fallet) lysdioder i grupper med liknande egenskaper, t.ex. avseende färgtemperatur.

## CDM

Metallhalogenlampa med keramisk brännare (Ceramic Discharge Metal-halide lamp)

## CIE

Commission Internationale de l'éclairage, den internationella organisationen för teknik, vetenskap och kultur inom belysning

## Diod

Halvledare eller som leder elektrisk ström mycket bra i ena riktningen, men inte i andra riktningen.

## Heta lumen

Ljusflöde mätt i fast material i vilket ljuset genereras.

## IEC

International Electrotechnical Commission

## IES

Illuminating Engineering Society: en internationellt erkänd auktoritet på området belysning.

## Junction temperature (halvledartemperatur)

Temperatur i halvledarmaterialet (vid PN-övergången – se nedan).

## Kalla lumen

Ljusflöde mätt vid 25 °C halvledartemperatur

## Koppling

Active area in the solid state material in which the light is generated.  
= Aktivt område i fast material i vilket ljuset genereras.

## Kromaticitet

färgkoordinater

## LED

Förkortning för Light Emitting Diode.

## Ledande ram ("leadframe")

Lågeffektsdiodens grundelement, en metallram som ger extern elektrisk anslutning, värmespridning och ljusreflektion.

## LED-chip

Ljuslstrande halvledarkomponent

## LED-komponent

Kombination av lysdiod, hölje och primär optik.

## LED-modul

LED-motsvarigheten till en vanlig lampa men i LED-modell.

## Livslängd

Ekonomisk livslängd gäller för den specifika tillämpningen, som är lägre än den genomsnittliga livslängden.

## LM-80

En amerikansk metod som godkänts av IES för att mäta lysdiod-komponenternas ljusflödesbibehållning ("Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources").

## LM-84

Den amerikanska metoden, godkänd av IES för att mäta bibehållet ljusflöde hos LED-armaturer (mätningensljusflöde och färgunderhåll av LED-lampor, ljusmotorer och armaturer).

## Luminescens

Process där en ljuspartikel (foton) genereras när en atom faller från en högre till en lägre energistatus.

## Nedåtgående verkningsgrad

Andelen av det sammanlagda ljusflöde som riktas nedåt (från en horisontellt uppsatt ljuskälla).

## PCB

Printed circuit board, kretskort.

## SDCM (Standard Deviation Colour Matching, standardavvikelse färgmatchning)

Måttet för observerbara avvikelser i ljusfärg.

## Separat fosforteknik ("Remote fosfor")

Teknik där fosfor behövs för att generera vitt ljus sätts inte direkt i den blå LED-ljuskällan, utan i eller på (glas eller plast) stöd på något avstånd från LED-ljuskällan. Som en följd av att fosfor arbetar vid en lägre temperatur kan livslängden förbättras och i vissa fall bli effektivare.

## Spridningsvinkel

Vinkel i förhållande till lodrätt läge, som i ett polärdiagram.

## Strömdensitet

Förhållandet mellan ljusflödet som strömmar genom en komponent och dess tvärsnitt.

## Substrat

Bärarmaterial som lysdioden fästs på, ihop med dess interna reflektor.

## UGR

Unified Glare Rating – enhet för bländtal inom en beräkningsmetod för kontroll av bländningsrisker. Rekommendationerna går från UGR 16 (mycket liten risk för bländning) till UGR 28.

**TM-21**

En metod som rekommenderas av IES för att beräkna lysdiodkomponenternas ekonomiska livslängd ("Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources") utifrån mätuppgifter från LM80-metoden.

**TM-28**

Metoden som rekommenderas av IES för att beräkna LED-armaturrens användbara livslängd (bibehållet projicerande långtidsljusflöde för LED-lampor och armaturer) baserat på LM-84-mätdata.

**Trådbondning ("wire bonding")**

Montering med bondtråd – vanligen av guld – mellan halvledare eller mellan halvledare och ledande ram eller externa elkontakter.

## Bilaga 1: Bibehållningsfaktor för LED-produkter

### Bibehållningsfaktor % (Maintenance Factor, MF)

| TYP AV ARMATUR | ANVÄNDNING | VERSION               | 25.000 h | 50.000 h |
|----------------|------------|-----------------------|----------|----------|
| D1 / D2 / D3   | KONTOR     | -                     |          | 63%      |
| D42            | KONTOR     | -                     | 88%      | 88%      |
| E1             | INDUSTRI   | -                     | 83%      | 81%      |
| E2             | INDUSTRI   | -                     | 83%      | 81%      |
| E4             | INDUSTRI   | E4.0./                | 84%      | 83%      |
|                |            | E4.1./                | 83%      | 80%      |
| E5M - E3M      | INDUSTRI   | E5M.0./               | 84%      | 83%      |
|                |            | E5M.1./               | 81%      | 78%      |
| E7             | INDUSTRI   | E7.1./ (1 RAD LED)    | 83%      | 81%      |
|                |            | E7.2./ (2 RAD LED)    | 82%      | 79%      |
| FLARE          | KONTOR     | -                     | 87%      | 85%      |
| RD16           | KONTOR     | -                     |          | 63%      |
| R7             | KONTOR     | Utan uppljus          | 88%      | 88%      |
|                |            | Med uppljus           | 88%      | 86%      |
|                |            | mini                  | 87%      | 84%      |
| R8             | KONTOR     | -                     | 84%      | 78%      |
| U2             | KONTOR     | U25                   | 88%      | 88%      |
|                |            | U21                   | 80%      | 80%      |
| U7             | KONTOR     | Standard moduleringar | 88%      | 87%      |
|                |            | mini                  | 87%      | 84%      |
| UM2            | KONTOR     | -                     | 83%      | 77%      |
| US             | KONTOR     | US./LED.25 - /LED.30  | 88%      | 87%      |
|                |            | US./LED.35 - /LED.40  | 87%      | 83%      |
| UW             | KONTOR     | -                     | 86%      | 84%      |
| V2M11          | KONTOR     | -                     | 88%      | 88%      |
| V2M17          | KONTOR     | -                     | 86%      | 84%      |
| V2M1F / J      | KONTOR     | -                     | 88%      | 85%      |
| W1             | KONTOR     | -                     |          | 71%      |

- Alla prestandasiffror för omgivningstemperatur  $T_a = 25\text{ °C}$
- Ovanstående bibehållningsfaktor (MF) är ett indikativt värde: ändras med olika dammföroreningsnivå eller rengöringsintervall.
- $MF = LLMF * LSF * LMF * RMF$   
(CIE97: Publikation för inomhusbelysning)  
LLMF: Ljusflödesbibehållningsfaktor (Lamp Lumen Maintenance Factor)  
LSF: Lamplivslängdsfaktor (Lamp Survival Factor)  
LMF: Armaturbibehållningsfaktor (Luminaire Maintenance Factor)  
RMF: Rumsytebibehållningsfaktor (Room Maintenance Factor)
- Beräkningen ovan av bibehållningsfaktorn baseras på följande uppgifter:  
LSF = 1 ("styck-byte": vid defekt LED, driver eller armatur så byts armaturen ut omedelbart)  
LMF = 0,95 för en ren kontorsmiljö; 0,89 för en normal industrimiljö.  
RMF = 0,94 för en ren kontorsmiljö (reflektionsfaktor 70/50/20) eller 0,95 för en normal industrimiljö (reflektionsfaktor 50/30/20), enligt en treårs rengöringsintervall. Enligt CIE 97 2005.
- LLMF baserat på LM80<sup>(1)</sup>/TM21<sup>(2)</sup>

| LLMF (%)       |                       |          |                    |
|----------------|-----------------------|----------|--------------------|
| TYP AV ARMATUR | VERSION               | 25.000 h | 50.000 h           |
| D1 / D2 / D3   | -                     |          | 70% <sup>(3)</sup> |
| D42            | -                     | 99%      | 98%                |
| E1             | -                     | 98%      | 96%                |
| E2             | -                     | 98%      | 96%                |
| E4             | E4.0./                | 99%      | 98%                |
|                | E4.1./                | 98%      | 95%                |
| E5M – E3M      | E5M.0./               | 99%      | 98%                |
|                | E5M.1./               | 96%      | 92%                |
| E7             | E7.1./ (1 rad LED)    | 98%      | 96%                |
|                | E7.2./ (2 rad LED)    | 97%      | 94%                |
| FLARE          | -                     | 97%      | 95%                |
| RD16           | -                     |          | 70% <sup>(4)</sup> |
| R7             | Utan uppljus          | 99%      | 98%                |
|                | Med uppljus           | 98%      | 96%                |
|                | mini                  | 97%      | 94%                |
| R8             | -                     | 94%      | 87%                |
| U2             | U25                   | 99%      | 98%                |
|                | U21                   | 90%      | 90%                |
| U7             | Standard moduleringar | 99%      | 97%                |
|                | mini                  | 97%      | 94%                |
| UM2            | -                     | 93%      | 86%                |
| US             | US./LED.25 - /LED.30  | 99%      | 97%                |
|                | US./LED.35 - /LED.40  | 97%      | 93%                |
| UW             | -                     | 96%      | 94%                |
| V2M11          | -                     | 99%      | 99%                |
| V2M17          | -                     | 96%      | 94%                |
| V2M1F / J      | -                     | 98%      | 95%                |
| W1             | -                     |          | 80%                |

- (1) IES LM-80-08: Godkänd metod för ljusflödestest av LED-ljuskällor  
(2) IES TM-21-11: Projicering av långsiktig ljusbibehållning av LED-ljuskällor  
(3) Källa: Osram  
(4) Källa: Philips

ETAP Belysning AB ■ Rullagergatan 9 ■ 415 26 Göteborg  
Tel. +46 (0)303 91155 ■ Fax: +46 (0)31 7275155 ■ e-mail: [info.se@etaplighting.com](mailto:info.se@etaplighting.com)

[www.etaplighting.com](http://www.etaplighting.com)