



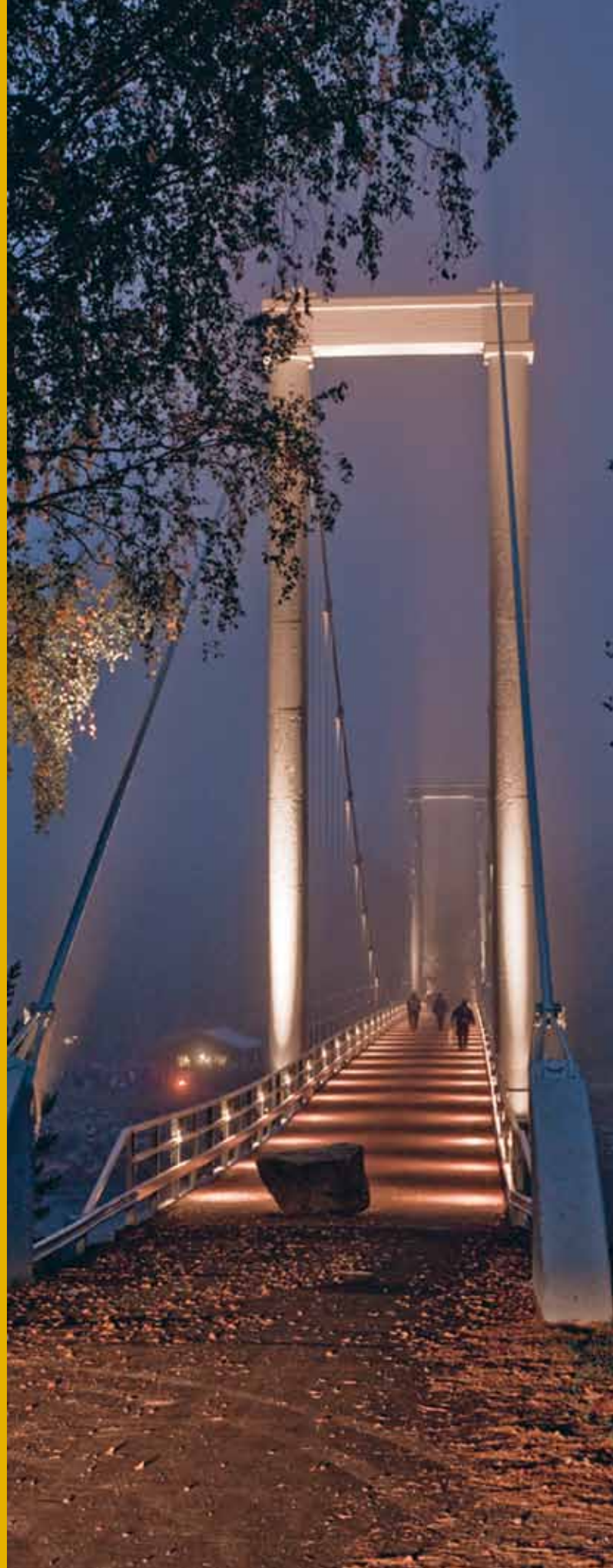
VÅRT ATT VETA OM
BELYSNING MED

LED



INNEHÅLL

- 3 — **INLEDNING**
- 4 — **GRUNDER OM LED**
 - Egenskaper
 - Hur uppstår LED-ljuset
 - Tekniska fördelar
 - Fördelar för miljön
 - Återvinning
- 5 — **LED-MODULER**
 - Integrerade moduler
 - Moduler för inbyggnad
- 6 — **FRÅN KOMPONENT TILL FÄRDIG ARMATUR**
 - Faktorer som påverkar prestandan
- 8 — **ARMATURDATA FÖR LED-ARMATURER**
 - Viktiga parametrar
- 9 — **LJUSFÄRG OCH FÄRGTOOLERANSER – SDCM**
- 10 — **DRIFT- OCH STYRDON**
 - Att tänka på vid val av driftdon
 - Att tänka på vid ljusreglering
 - Styrgränssnitt
- 12 — **CHECKLISTA FÖR VAL OCH JÄMFÖRELSE AV LED-ARMATURER**
- 13 — **ATT TÄNKA PÅ VID BELYSNINGSPLANERING**
 - Ljusfördelning och spilljus
 - Bländning
 - Bibehållningsfaktor
- 16 — **OLIKA APPLIKATIONER FÖR LED**
- 20 — **LAGSTADGADE KRAV OCH STANDARDER**
- 21 — **FRAMTIDSPERSPEKTIV**
- 22 — **FAQ OM LED**
- 23 — **ORDLISTA**



”Värt att veta om belysning med LED” är den tredje utgåvan av Ljuskulturs LED-kompendium. Att vi nu, redan två år efter förra utgåvan, väljer att uppdatera vår informationsskrift beror på den mycket snabba tekniska utvecklingen inom LED.

Vi upplever just nu ett unikt teknikskifte som innebär att vi måste tänka och planera i nya banor. LED-tekniken vinner allt mer terräng inom belysning och fler applikationer är nu tekniskt, ekonomiskt och energimässigt fördelaktiga.

I ”Värt att veta om belysning med LED” vill vi både peka på möjligheter och fördelar med LED men också på svårigheter och fallgropar med den nya tekniken. Kompendiet ger handfasta råd och fokuserar på LED-armaturer och belysning men tar inte upp LED-lampor eller LED-lysrör.

Innehållet i kompendiet är framtaget av en expertgrupp inom Belysningsbranschen. Kompendiets målgrupper är konsulter, arkitekter, installatörer och andra som påverkar valet av lösningar och produkter för belysningsinstallationer.

Stockholm, maj 2011

© Ljuskultur 2011

Att mångfaldiga innehållet i denna skrift, helt eller delvis, utan medgivande av Ljuskultur, är förbjudet enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. Förbudet gäller varje form av mångfaldigande, såsom tryckning, kopiering etc.

OMSLAG:

I DAG KAN LED ANVÄNDAS I
MÅNGA OLIKA APPLIKATONER.

Omslagsfoto: Ulf Celander och Thomas Wingstedt

GRUNDER OM LED (LIGHT EMITTING DIODE)

4

LED är det största teknikkiftet inom belysning sedan 1940-talet då lysrör gjorde sitt intåg inom framför allt offentlig belysning. Idag är det inte många som tvivlar på att LED har alla förutsättningar som krävs för att erövra belysningsmarknaden då de har potential att bli både energi-effektivare och mer långlivade än andra ljuskällor. Detta under förutsättning att de används på rätt sätt i olika typer av belysningslösningar.

EGENSKAPER

LED, lysdioden, är den första ljuskälla som lyckats förena de, av många belysningsplanerare och arkitekter önskade, fyra egenskaperna:

- att vara så liten som möjligt.
- att generera ljus på ett mycket effektivt sätt.
- att ha en lång livslängd.
- att kunna ljusregleras steglöst.

LED, som alltså är en unik ljuskälla, har utvecklats mycket snabbt under de senaste åren och har nu blivit alltmer intressant i olika belysningsapplikationer. Ljusutbytet från LED har ökat mycket snabbt, och idag kan man få vita LED-ljuskällor med ett ljusutbyte på över 100 lumen/watt (lm/W), kombinerat med en bra ljuskvalitet. Detta ljusutbyte är inte direkt jämförbart med det som anges för konventionella ljuskällor och i praktiken är LED med ett ljusutbyte på 100 lm/W minst lika effektiva som dagens lysrör. Dessutom har LED potential till en ytterligare ökning.

SÅ UPPSTÅR LED-LJUSET

I konventionella ljuskällor uppstår det synliga ljuset antingen genom uppvärmning av en glödtråd, eller genom urladdning i en metallånga, där man ibland omvandlar den alstrade UV-strålningen till synlig strålning med hjälp av ett lyspulver, så kallad fluorescens. LED-tekniken alstrar ljuset i en halvledare, som på elektrisk väg stimuleras till att lysa (elektroluminiscens). LED alstrar ett monokromatiskt ljus och färgtonen bestäms av den dominanta våglängden. Det finns

LED i färgerna rött, orange, grönt och blått.

Ett sätt att alstra vitt ljus är en blandning av de tre grundfärgerna, rött, grönt och blått, så kallad RGB-teknik. Ett annat sätt, och det kanske vanligaste idag, är att utgå från blå LED som förses med ett yttre lyspulver som omvandlar det blå ljuset till valfri ljusfärg och ljuskvalitet. Viktigt är, att lyspulvrets sammansättning är absolut exakt, för att få det vita ljus som önskas. Lyspulver utvecklas hela tiden, och idag finns det vita LED med en mycket bra färgåtergivning, $R_a > 90$ i kombination med ett bra ljusutbyte.

LED emitterar knappast någon ultraviolett (UV) eller infraröd (IR) strålning. Därför kan man använda LED-tekniken överallt där man önskar minimera denna typ av strålning. Till exempel inom livsmedelsindustrin och vid belysning av föremål som lätt bleks. Museibelysning är ett exempel på det senare där belysning av känsliga textilier och konstverk kan vara ett problem. Man måste dock komma ihåg att när det gäller blekning är det viktigaste att man begränsar både belysningsstyrka och exponeringstid för att minimera blekningseffekten.

TEKNISKA FÖRDELAR

- LED har en hög funktionssäkerhet med rätt handhavande.
- LED går att ljusreglera steglöst från 0 till 100 %.
- Färgstyrningen är tekniskt okomplicerad vid RGB-färgblandning.

- LED är stöt- och vibrationståliga.
- Livslängden påverkas inte av antalet tändningar och släckningar.

FÖRDELAR FÖR MILJÖN

Den största fördelen för miljön är om man kan effektivisera belysningens energianvändningen. Med LED kan man redan idag skapa de mest energieffektiva belysningslösningarna. En annan sak som förs fram som en miljöfördel är att LED, till skillnad mot våra urladdningslampor, inte innehåller något kvicksilver. Det är naturligtvis en miljöfördel att vi tillför mindre kvicksilver till marknaden men LED och LED-armaturer omfattas av producentansvaret för elskrot och ska återlämnas för en miljöriktig återvinning.

ÅTERVINNING AV LED-PRODUKTER

Från 2001 gäller en lag som kräver att alla uttjänta elprodukter, inklusive belysning, tas omhand av producenterna, sk producentansvar. Produkternas innehåll av metaller, andra värdefulla material och energi ska återvinnas. Lagen förbjuder uttryckligen att elprodukter deponeras eller förbränns utan föregående behandling.

Producentansvaret ställer stora krav på företag, som säljer elprodukter. Att på egen hand uppfylla dessa krav nästan omöjligt för enskilda företag. Därför har ett särskilt servicebolag bildats, El-Kretsen AB, och som ägs av 19 branschorganisationer, och som åtar sig mot betalning att utföra företagets alla skyldigheter som producent. El-Kretsen AB arbetar utan vinstintresse, och de anslutna producentföretagen betalar bara så mycket att El-Kretsen AB täcker sina kostnader. Avgifterna varierar för olika produkter.

El-Kretsen har en väl fungerande insamling och återvinning och Sverige är idag det land inom EU där den största mängden uttjänta elprodukter per invånare samlas in och återvinns.

De flesta armaturtillverkare använder idag färdiga LED-komponenter från specialistföretag när de utvecklar nya armaturer. Fördelen är att man får tillgång till specialistföretagens kompetens och det senaste på marknaden och själva kan koncentrera sig på att konstruera armaturer. Utbudet av komponenter på marknaden är redan idag stort och växer i takt med teknikutvecklingen.

De vanligaste komponenterna på kan delas in i två kategorier:

1. INTEGRERADE LED-MODULER

Med detta avses moduler som är inbyggda i en armatur och inte kan bytas ut. Detta är en försvarbar lösning om den förväntade användbara livslängden på dioderna är längre än armaturens förväntade tekniska livslängd.

2. LED-MODULER FÖR INBYGGNAD

Med detta avses moduler som byggs in i armaturer och kan bytas ut utan att armaturen skadas, d v s, en typ av ljuskälla som

kan bytas ut. Detta i sin tur är en lösning att rekommendera om armaturens förväntade tekniska livslängd är längre än diodernas förväntade användbara livslängd. Denna lösning ger också möjlighet till ett förtida utbyte av LED-modulen om det är motiverat av energibesparingsskäl.

LED-moduler för inbyggnad kan indelas i två huvudgrupper: LED-moduler med inbyggda driftdon och LED-moduler med separata driftdon.

- LED-moduler med inbyggda driftdon kan anslutas direkt till nätspänning och i vissa fall är de konstruerade så att LED-enheten är monterad i driftdonsenheten med en

lamp-sockel som möjliggör byte av LED-ljuskälla. En praktisk lösning som förenklar underhållet om LED-enheten har en kortare användbar livslängd än LED-armaturen.

- Vid val av driftdon till LED-moduler utan inbyggda driftdon krävs att man följer tillverkarens rekommendationer så att prestanda och kvalitet inte försämras. Beroende på hur dessa driftdon placeras följer också krav på till exempel IP-klass. Standarder finns idag när det gäller krav på säkerhet och CE-märkning. För övriga områden arbetas det för högre tryck med att ta fram standarder. Detta arbete tar dock tid och för att undvika kaos och säkra en viss standardisering redan idag har ZHAGA skapats. ZHAGA är ett industrikonstium, öppet för alla, som snabbt tagit fram industristandarder för bla elektriska och mekaniska gränssnitt. Detta betyder att utbytbart mellan olika fabrikat både vad gäller mått, elektrisk inkoppling och sockeltyper förenklas och framtidsäkrar dagens LED-lösningar.



FRÅN KOMPONENT TILL FÄRDIG ARMATUR – FAKTORER SOM PÅVERKAR PRESTANDAN

6

Det är fel att tro att prestandan av en LED-armatur är densamma som den laboriemässigt uppmätta prestandan för LED-chipet i armaturen. Det finns nämligen flera faktorer på vägen, från ett LED-chip till en färdig armatur, som påverkar bl a den slutliga produktens livslängd och ljusutbyte.

På grund av den snabba teknikutvecklingen på LED-området informerar olika tillverkare av LED-komponenter regelbundet om nya toppnoteringar när det, bl a gäller livslängder och ljusutbyte. Uppgifterna av dessa toppnoteringar baseras nästan alltid på laboriemätningar vid optimala förhållanden.

Naturligtvis finns det normalt ingen anledning att betvivla dessa uppgifter. Problemet uppstår dock om man sätter likhetstecken mellan komponentprestanda och armaturprestanda. Det är felaktigt men händer tyvärr fortfarande alltför ofta.

KYLNING VIKTIGT FÖR LIVSLÄNGDEN

Livslängden är kanske den mest missförstådda av alla uppgifter när det gäller LED. I praktiken mäts livslängden för ett LED-chip under 6 000 timmar, därefter beräknas den förväntade livslängden med statistiska metoder. Livslängder på upp över 100 000 timmar förekommer ibland. När ett LED-chip används i en armatur kan dessa 100 000 timmar dock förvandlas till allt från några hundra timmar till flera hundra tusen timmar. Allt beror på hur väl man lyckas med kylningen av LED-chipet i en färdig armatur.

LJUSUTBYTET KAN FÖRVIRRA

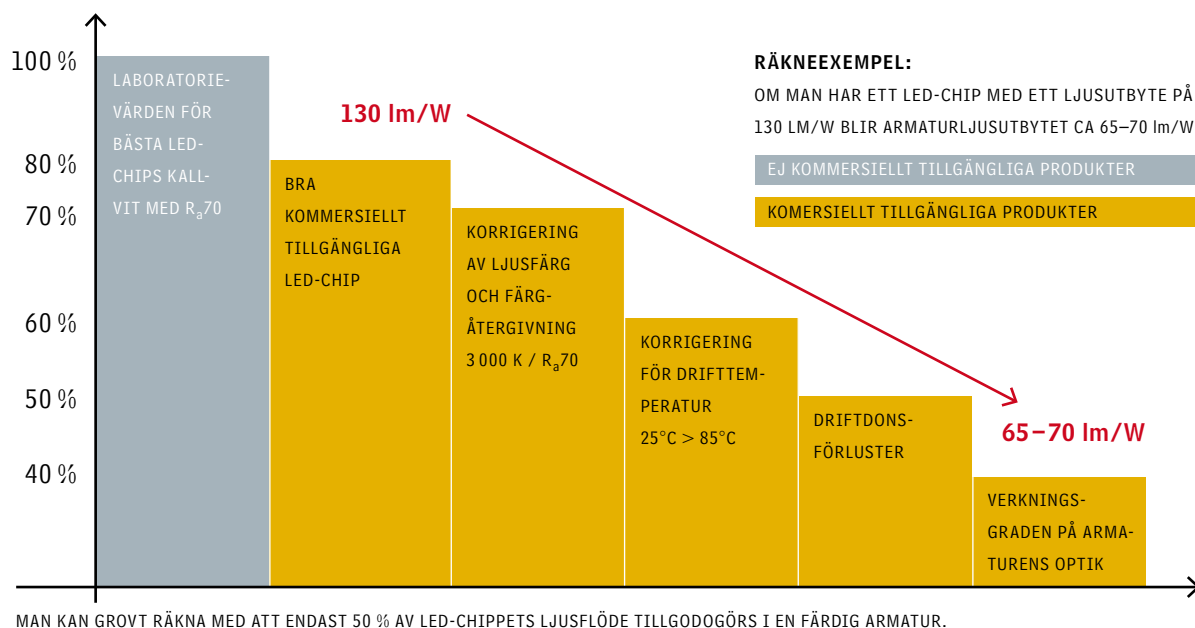
Ljusutbyte i lumen per watt (lm/W) för en LED kan också ge upphov till förvirring. De rekorduppgifter på mer än 200 lm/W, som då och då presenteras, bygger, även de, på mätningar av speciellt utvalda LED-chip vid optimala förhållanden i laboratorier. Dessa dioders ljus kvalitet är dock inte heller tillräckligt bra för belysning. Om man tar hänsyn till att en armatur kräver viss optik och att ljuset ska ha en ljusfärg som är 3 000–4 000 K och ett färgåtergivningsindex $R_a > 80$ är ett ljusutbyte på ca 80 lm/W ett mycket högt värde.

ARMATURKONSTRUKTIONEN OCH ARMATURENS OMGIVNING

Andra faktorer, som påverkar den slutliga armaturens prestanda är bl a armaturkonstruktionen och i vilken omgivning och hur armaturen används. Det är bara armatur-



KOMPONENTLUMEN VS ARMATURLUMEN



fabrikanten som kan ange den livslängd som är relevant för användaren.

Livslängden, som armaturtillverkaren normalt anger är bestämd genom tester vid en standardiserad omgivningstemperatur på 25°C. Avvikelse från denna temperatur ändrar armaturprestanda som armaturljusflöde och livslängd. Om armaturer till exem-

pel används vid en högre omgivningstemperatur än de 25°C de är godkända för blir egenskaperna försämrade. Detta kan man inte lasta armaturfabrikanterna för utan det är ytterst installatörens ansvar att se till att produkterna används på rätt sätt. Detta gäller även då man ska välja separata driftdon till armaturer.

Vi kommer även i fortsättningen att se dessa uppgifter relaterade till LED-chip, för det är sättet komponenttillverkarna kommunicerar med varandra och med armaturtillverkare. Det viktiga är att komma ihåg att det enda relevanta för belysningsresultatet och ekonomin är vad LED-armaturen presterar.



ETT MYCKET VANLIGT ANVÄNDNINGSMOMRÅDE FÖR LED ÄR BELYSNING AV LEDSTÄNGER.

ARMATURDATA FÖR LED-ARMATURER

8

I dagsläget (maj 2011) finns det ännu inte heltäckande standarder för LED-armaturer. I detta kapitel kan du läsa om vilka parametrar och mätmetoder, som den europeiska armaturorganisationen CELMA, föreslår att en armaturleverantör ska dokumentera för att en jämförelse av LED-armaturer från olika leverantörer blir riktig och rättvis.

CELMA, den europeiska organisationen för armaturtillverkare, ser det som angeläget att armaturleverantörer, trots frånvaron av heltäckande standarder, dokumenterar sina LED-armaturer på ett enhetligt sätt. Som en följd av detta deltar CELMA aktivt i standardiseringsarbetet, och har i avvaktan på färdiga standarder föreslagit ett antal parametrar och mätmetoder för dokumentation av LED-armaturer. Dessa parametrar kommer med all sannolikhet att finnas med i kommande standarder. Fördelarna med en enhetlig redovisning är att det blir möjligt att jämföra LED-armaturer från olika tillverkare på ett riktigt och rättvist sätt. Marknadens aktörer vet då också vad de ska be om för information från leverantörer utanför CELMA för att kunna göra riktiga jämförelser.

Armaturspecifikationen ska innehålla nedanstående fotometriska och elektriska parametrar. Mätningar görs med en komplett armatur med det driftdon som hör till armaturen vid en omgivningstemperatur, T_{amb} , på 25°C då värdena stabiliserats.

- *Armatureffekt* (Luminaire power) anges i watt (W) och avser den totala systemeffekten. För armaturer med separata driftdon anges värdena för det driftdon som används vid ljusmätningen.
- *Armaturljusflöde* (Luminaire Luminous Flux) är det totala ljusflöde i lumen (lm) som armaturen avger.
- *Armaturljusutbyte* (Luminaire Luminous Efficacy) definieras som kvoten mellan armaturljusflöde och armatureffekt och

anges i lumen per watt (lm/W). Denna parameter ersätter armaturverkningsgraden för LED-armaturer då den är en bättre indikator på armatureffektiviteten.

- *Korrelerad färgtemperatur* (Correlated Colour Temperature) anges som CCT i kelvin (K). I dagsläget anges nyvärdet men med största sannolikhet kommer krav på att det även ska redovisas efter ett visst antal brinntimmar, sannolikt 6 000 timmar.
- *Färgåtergivning* (Color Rendering Index) anges som CRI/ R_a på en skala 0–100. I dagsläget anges nyvärdet men med största sannolikhet kommer krav på att det även ska redovisas efter ett visst antal brinntimmar, sannolikt 6 000 timmar.
- *Ljutfärgstolerans* (Chromaticity tolerance) är ett mått på spridningen i ljusfärg och anges i antal MacAdam-ellipser som SDCM och uppmäts enligt en standardiserad CIE-metod.
- *Nominell livslängd* (Rated life – h) definieras som antalet brinntimmar efter vilka en given del av initialljusflödet återstår. Idag anges livslängden som antalet drifttimmar då 70 % av initialljusflödet återstår och betecknas då L_{70} . Fler livslängdsuppgifter förekommer och har beteckningen L_{xx} beroende på mängden ljus som återstår. L_{90} innebär till exempel att 90 % av initialljusflödet återstår och är en livslängdsuppgift som är relevant vid jämförelser med våra konventionella ljuskällor.
- *Driftdonsbortfall* (Failure fraction – F_y) av driftdon vid nominell livslängd anges

i %. Vid exempelvis 15 % bortfall anges en faktor F_{15} . För separata driftdon anges bortfallet som procent per 1 000 drifttimmar vid en given T_c -temperatur på donet. Ett riktvärde för nominell livslängd på don är idag 50 000 timmar med 10 % bortfall.

- *Ljufördelning* (Luminous Intensity Distribution) mäts enligt CIE-standard och anges i cd/1 000 lm. Redovisas i tabell eller med polärt diagram.



DET BÖRJAR KOMMA FLER OCH FLER LED-ARMATURER FÖR REN ALLMÄNBELYSNING SOM TILL EXEMPEL FÖR KONTOR.

LJUSFÄRG OCH FÄRGTOLERANSER – SDCM

De traditionella ljuskällor som lysrör och kompaktlysrör har standarder för toleranser för färgskillnader. För dessa räcker därför att ange en korrelerad färgtemperatur kelvin (K) med toleransen \pm kelvin (K) för att ge en tillräcklig uppfattning om den upplevda ljusfärgen. När det gäller LED är situationen annorlunda eftersom standarder ännu saknas.

Med de metoder som används i praktiken för att kvalitetssortera LED, så kallad binning, räcker det inte med att ange en korrelerad färgtemperatur kelvin (K) med toleransen \pm kelvin (K). Metoden fångar nämligen inte upp skillnader i y-led i färgtriangeln, och är därför otillräckligt som kvalitetsparameter. LED med samma korrelerade färgtemperatur kan därför uppfattas att ha olika ljusfärg.

Som komplement har man därför börjat ange färgtoleranser för LED med enheten SDCM (Standard Deviation of Color Matching) som karakteriserar ljusets kvalitet vad beträffar färgskillnader. SDCM representeras av ellipser i färgtriangeln, som har olika storlek beroende på var de befinner sig i färgtriangeln. Metoden är gammal och utvecklades redan 1943 av David MacAdam, vilket förklarar att man ibland talar om MacAdam-ellipser. Storleken av ellipserna är proportionella mot färgskillnaderna.

Vid sorteringen, "binningen", är ljusfärgen en parameter och produkterna kan delas in i olika SDCM-kategorier.

Exempel på tolkning av SDCM:

Ett lågt värde, t ex 3–5 SDCM, indikerar liten färgspridning och skillnader mellan enskilda dioder kan betraktas som försumbara i praktiken. LED med 3 SDCM är av mycket hög kvalitet i detta avseende och kan användas i anläggningar med mycket höga krav. Ett högt värde, t ex 7 SDCM, indikerar större färgspridning och små färgskillnader mellan enskilda dioder går sannolikt att upptäcka i praktiken. LED med 7 SDCM och bör endast användas i anläggningar där en något lägre ljuskvalitet kan accepteras, som

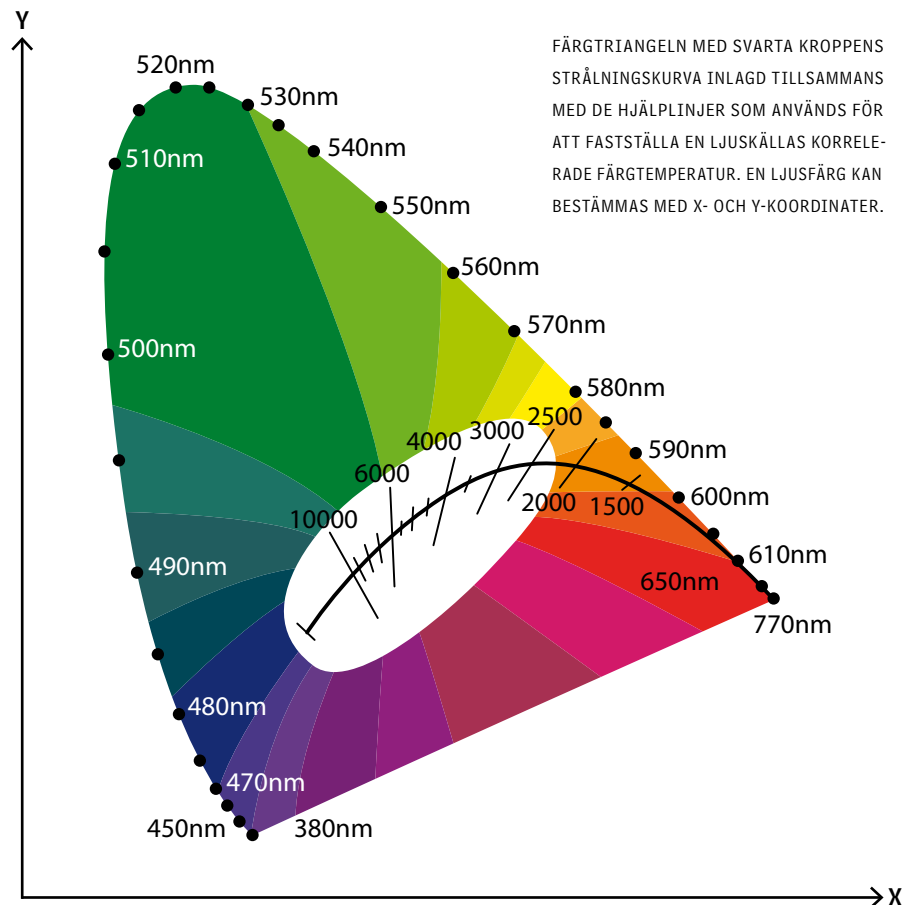
text utomhusbelysning och biytor inomhus.

För ett exakt SDCM-värde krävs en mätning i den aktuella armaturen. Tills mätmetoder definierats tar armaturtillverkarna detta värde med tillräcklig noggrannhet från LED-modulernas specifikationer.

Sammanfattningsvis kan sägas att det

inte går att redovisa exakt hur en ljuskällas ljusfärg kommer att upplevas, och säkraste sättet att få en egen uppfattning är att göra prov och jämförelser. En annan sak att påminna om är att färgtemperaturen inte har någon koppling till ljuskällans förmåga att återge färger.

I avvaktan på internationella standarder för hur LED-armaturer ska redovisas måste den som upphandlar samla in relevanta armaturfakta från leverantörerna. Detta för att på ett korrekt sätt kunna jämföra armaturer från olika tillverkare, se checklistan på sidan 12.



För att fungera kräver LED någon form av driftdon. Många LED-armaturer levereras idag med inbyggda driftdon men i vissa fall är armaturerna konstruerade för att använda separata driftdon. I ett sådant fall är det viktigt att följa tillverkarnas rekommendationer om val av driftdon.

De två vanligaste typerna av driftdon är:

- *Spänningskontrollerade driftdon*, som omvandlar nätspanningen från 230 V till en stabiliserad likspänning på 8, 10, 12 eller 24 V. Med denna variant parallellkopplas LED och dimensioneringen styrs av den totala effekten. Används vanligen för låg- och medeleffekt LED.
- *Strömkontrollerade driftdon* som, omvandlar nätspanningen från 230 V till en stabiliserad likspänning mindre än 48 V som ger en konstant ström. Vanliga värden på den konstanta strömmen är 350 mA, 700 mA eller 1050 mA). Med denna variant är det möjligt att koppla LED i serie upp till den maximala sekundärspänningen. Används vanligen för högeffekt LED.

Ett driftdon har också till uppgift att garantera en säker nätseparation och har därför en integrerad skyddstransformator. För varje driftdon ska en skyddsklass vara fastlagd och deklarerad. För en säker drift är det dessutom viktigt att den maximala temperaturen inte överskrids.

På de flesta driftdon finns en maximalt tillåten temperatur angiven, " t_c max", och mäts vid en punkt som finns markerad på höljet.

Många LED-armaturer levereras idag med inbyggda driftdon. Armaturfabrikanten har då gjort ett val och av armaturdokumentationen framgår de prestanda LED-driftdonet har i armaturen.

Det gäller till exempel livslängd och energieffektivitet. Valet här blir således inte mellan enskilda LED-driftdon utan mellan olika armaturer.

ATT TÄNKA PÅ VID VAL AV SEPARAT DRIFTDON

I vissa fall är armaturerna konstruerade för att användas tillsammans med separata driftdon. Vid valet rekommenderas att följa tillverkarnas rekommendationer om sådana finns. Vill man av någon anledning göra sitt eget val är det viktigt att man väljer med utgångspunkt från tekniska specifikationer. Att välja det billigaste LED-driftdonet blir nästan alltid en förlustaffär på sikt.

Att tänka på vid val av LED-driftdon:

- Livslängden bör vara minst 50 000 timmar med ett förväntat bortfall på 0,2 % per 1 000 timmars drift i den aktuella applikationen. Lägre nivåer än så bör inte accepteras i en professionell belysningsinstallation.
- Beräkna LED-lösningens totala systemeffekt (W), dvs hur mycket LED-driftdon och armatur förbrukar tillsammans. Är LED-driftdonets effektivitet lägre än 80 procent och den ska användas till allmänbelysning bör man överväga alternativa lösningar.
- Kontrollera LED-driftdonets effektfaktor. Denna betecknas ofta som PFC eller λ och är en faktor mellan 0–1. Ett driftdon med en låg PFC kräver ofta grövre kablar och centralutrustning i installationen. En låg PFC leder även till större energiförluster i elnätet och man bör välja LED-driftdon med $\lambda > 0,9$.
- LED-driftdonet ska vara anpassat till den omgivning den ska monteras i. Vet man till exempel att den verkliga omgivningstemperaturen är 45°C (exempelvis i ett oventilerat undertak) måste man välja

ett driftdon som är godkänt för detta.

Det kan också finnas krav på viss IP-klass i installationen.

- LED-driftdon kan ha en hög startström i förhållande till sin totala effekt. Det är därför viktigt att inhämta korrekt information om startströmmen för att på så sätt kunna dimensionera säkringarna. Detta är extra viktigt om man använder automatsäkringar som annars riskerar att lösa ut varje gång anläggningen tänds.

ATT TÄNKA PÅ VID LJUSREGLERING

LED lämpar sig för ljusreglering och kan regleras från 1–100 % med driftdon anpassade för detta, s.k. dimdon. Även andra reglerintervall förekommer. Ljusreglering med rätt teknik kan leda till energibesparingar, förlängd livslängd samt ökad belysningskomfort.

De dimbara LED-driftdonen som rekommenderas använder en teknik som kallas pulsviddsmodulation, som förkortas till PWM, och som är det enda professionella sättet att ljusreglera LED. Den innebär att LED-modulerna drivs med en fyrkantsvåg som varierar frekvensen beroende på önskad ljusintensitet. I ett driftdon av bra kvalitet sker detta så snabbt att ögonen inte uppfattar något flimmer. Ljusregleringen kan ske manuellt eller automatiskt via exempelvis närvarodetektering och/eller dagsljusstyrning. Frekvensen på dimdonets fyrkantsvåg kan styras med DALI, DMX, 1–10 V, eller med en vanlig bakkantdimmer.

Fördelarna är bl.a:

- LED-modulen drivs alltid enligt sin specifikation.
- LED-ljuskällans färgtemperatur påverkas inte av ljusregleringen.
- Ljusnivåerna kan anpassas till ögats känslighet s.k. logaritmisk ljusregleringskurva.

Om denna teknik används för att ljusreglera

olikfärgade LED separat efter färg (tex röda, gröna och blå LED), kan man på enkelt sätt skapa färgspel och blanda färger.

Ljusreglering med strömreducering avråds ifrån. Denna teknik innebär att LED-driftdonet reducerar strömmen till LED-modulen för att minska ljusflödet. Detta kan få allvarliga konsekvenser i professionella belysningsanläggningar. Anledningen är att samtliga blå LED-chip, och därmed de flesta vita LED på marknaden, skiftar i våglängd

(nm) och framspänning (V_f) vid olika strömmar (mA). Konsekvensen blir att den vita LED-ljuskällans färegenskaper förändras vid ljusregleringen.

STYRGRÄNSSNITT

Ett dimbart LED-driftdon bör ha ett digitalt styrgränssnitt (exempel på digitala styrgränssnitt är fasimpuls, DSI, DALI och DMX). Ibland används även analoga gränssnitt som t ex 1–10 V. Nackdelen med ett

analogt styrsystem är att ett eventuellt spänningsfall på styrledaren riskerar resultera i olika ljusnivåer på de LED som ska ljusregleras. Till de mera tillförlitliga systemen, som även kan användas vid stora installationer, hör tex den digitala metoden DMX och det standardiserade digitala gränssnittet DALI (Digital Addressable Lighting Interface). Dessa är adresserbara och kan via en bussledning kontrollera ett stort antal styrkretsar (kanaler) – separat och oberoende samt även över längre avstånd.

Som regel kan nämnas att DMX är lämpligt att använda för snabba färgväxlingar (RGB) för till exempel effekt- och scenbelysning medan DSI och DALI är mer lämpligt som styrsignal för allmänbelysning (vitt ljus).

OBS! Viktigt att komma ihåg i sammanhanget är att det inte är full kompatibilitet mellan olika fabrikat när det gäller val av komponenter för styrning – trots att gränssnittens protokoll är standardiserade. När man planerar styrning av en belysningsanläggning är det därför viktigt att konsultera leverantörerna för att förvissa sig om att anläggningen kommer att fungera i praktiken.



LED-TEKNIKEN MÖJLIGGÖR HELT NYA BELYSNINGSAPPLIKATIONER, SOM HÄR TILL EXEMPEL BELYSNING AV INSLAG I UTMHUSMILJÖ.

BELYSNINGSBRANSCHEN

CHECKLISTA FÖR VAL OCH JÄMFÖRELSE AV LED-ARMATURER

I avvaktan på internationella standarder för hur LED-armaturer ska redovisas bör den som upphandlar själv samla in relevant armaturfakta från leverantörerna. Detta för att på ett korrekt sätt kunna jämföra armaturer från olika tillverkare. Nedanstående lista beskriver de mest relevanta frågeställningarna.

12

ÄMNE	KOMMENTAR	FABRIKAT 1	FABRIKAT 2
LIVSLÄNGD			
Tas hänsyn till ljusflödesnedgången? Hur redovisas livslängd?	Livslängden för LED bör anges i timmar då 70% av det nominella ljusflödet återstår. Redovisas som $L_{70} \times$ timmar.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Anges även driftdonets förväntade livslängd samt bortfall?	Driftdonets förväntade livslängd bör harmoniera med livslängden för LEDmodulen. Bortfallet skall anges i procent per 1000 timmars brinntid.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Om en LED eller LED-modul slutar att fungera kan den då bytas ut och i så fall av vem?	Frågan är huvudsakligen relevant för utomhusarmaturer där tiden mellan utbyte kan vara väldigt lång (20–30 år).	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Armaturer som innehåller ett flertal LED, vad händer om en eller fler av dessa enskilda LED slutar att fungera?	Beroende på konstruktion kan en defekt LED innebära att hela armaturen slocknar.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
LJUSKVALITET			
Vad är färgtemperaturen, CCT (K)? Anges toleranser som SDCM? Hur stabil är den under armaturens livslängd?	Exempelvis kan varmvitt innebära olika Kelvintal hos leverantörerna. Sämre konstruktioner eller val av LED kan innebära att färgtemperaturen skiftar kraftigt under armaturens livslängd. Färgkvalitet och stabilitet ska redovisas som SDCM enligt en CIE-standard på en skala från 1–10. Ju lägre tal desto högre kvalitet. Inomhus bör värde vara ≤ 5 . Utomhus räcker oftast ≤ 7 .	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hur bra är färgåtergivning förmågan (R_a)? Hur står den sig under armaturens livslängd?	Generellt gäller: inomhus minst 80, utomhus minst 70. Sämre konstruktioner eller val av LED kan medföra att R_a försämras under tiden.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EFFEKTIVITET			
Hur hög är den totala effektiviteten, d v s inkl driftdon (lm/W)? Är hänsyn tagen till normala driftförhållanden för armaturen?	Systemeffekt skall om möjligt vara angiven, inte bara effekten för LED. Data skall vara angivna för driftvarm armatur.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Anges effektfaktorn (λ eller PFC)?	PFC/ λ bör vara $\geq 0,85$. Driftdon med en lägre effektfaktor påverkar ledningsarea och ger större förluster i elnätet.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
LJUSREGLERING			
Kan armaturen ljusregleras? Hur?	Oftast krävs att speciellt driftdon, eller en extra dimmerenhet mellan driftdonet och LED. Tekniken bör bygga på PWM-teknik (pulsviddsmodulation).	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ÖVRIGT			
Omgivningstemperaturen, t_a , runt armaturen är avgörande för samtliga presenterade data. Anges den?	De flesta armaturer är avsedda för omgivningstemperatur t_a 25°C, d v s normal rumstemperatur, men avvikelser förekommer såväl uppåt som nedåt.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Erbjuds ljusdata för beräkningar? Vilken bibehållningsfaktor har använts i ev utförda beräkningar?	Exempelvis ldt-filer för ljusberäkningsprogrammet Dialux.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Vad ingår i garantin/ansvarstiden?	Erbjuder leverantören någon form av utökad ansvar?	<input type="text"/>	<input type="text"/>

ATT TÄNKA PÅ VID BELYSNINGSPLANERING

Belysningsplanering med LED-armaturer skiljer sig en hel del från belysningsplanering med konventionella armaturer. I detta avsnitt kan du läsa om några viktiga skillnader.

Man kan idag, med hjälp av fotometriska data, enkelt göra samma typer av beräkning för både LED- och konventionella armaturer. Men även om beräkningen av belysningsstyrka (lux) och bländtal (UGR) resulterar i identiska värden kan rumsupplevelsen och komforten ändå skilja sig markant i ett rum, belyst med konventionell belysning jämfört med ett, belyst med LED. Att belysningsplanera och beräkna ljus med LED-armaturer kräver ofta en speciell omtanke kring andra aspekter än det vanligast förekommande begreppen som belysningsstyrka och bländtal.

LJUSFÖRDELNING OCH SPILLJUS

Konventionella armaturer har en ljusfördelning som ger en hel del spilljus medan LED-armaturers ljusfördelning ofta är mycket precis. Vertikalbelysningen blir ofta lidande

med dagens vanligt förekommande LED-armaturer, som i många fall utnyttjar direktljus till det yttersta för att ge så hög effektivitet som möjligt. Eftersom spilljus och vertikalbelysning är viktiga bidrag till en positiv rumsupplevelse är det viktigt att man vid ljusplanering med LED-armaturer kompenserar avsaknaden av dessa.

Det finns flera lösningar. Spilljuset och vertikalbelysningen från LED-armaturer kan ökas genom att utnyttja någon typ av lins- eller primateknik samt använda reflektorer som ger en högre vertikalbelysning. Detta är viktigt att tänka på när du väljer en LED-armatur.

Armaturlaceringen spelar också en viktig roll. Problemet med för ”fläckvis” belysning där mörka ytor uppträder kan minskas genom att placera LED-armaturerna närmare

varandra. För en behaglig ljusmiljö kan det alltså krävas en viss ökad energimängd för att skapa spilljus, som LED-armaturer inte naturligt bidrar med.

Ett provmontage av en belysningslösning, oavsett om det gäller en korridor, en parkväg eller en butik, är också att rekommendera för att försäkra sig om ett bra resultat.

BLÄNDNING

Bländning är den kanske viktigaste aspekten att ta extra hänsyn till. Att titta i en UGR-tabell för att ta reda på om en LED-armatur är bländande fungerar tyvärr inte. Anledningen är att UGR är ett beräknat medeltal på bländning, medan en LED-armatur kan avge en väldigt hög luminans i en enstaka, specifik vinkel, utan att ens synas i det angivna UGR-värdet. För att kontrollera ljusstyrkan i din armatur se luminanstabellen i armaturens ljusdatafil.

Den mycket höga luminansen från LED-armaturer kan uppgå till flera hundra tusen candela/m². Bländningsproblematiken kan →

13

TYPISK LJUSFÖRDELNING FÖR KOMPAKTLYSRÖR OCH LED MED MATT RESPEKTIVE BLANK REFLEKTOR.



Kompaktlysrör

LED
med matt
reflektor

LED
med blank
reflektor



Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	5285	5285	5285	5285	5285	5285	5285
5.0°	5293	5291	5292	5290	5289	5287	5289
10.0°	5267	5255	5252	5241	5248	5249	5247
15.0°	5192	5186	5183	5171	5171	5164	5163
20.0°	5129	5117	5089	5069	5073	5090	5095
25.0°	5110	5055	4991	4939	4981	5031	5072
30.0°	4966	4888	4864	4871	4853	4854	4917
35.0°	4743	4708	4689	4719	4667	4656	4671
40.0°	4515	4476	4432	4433	4392	4406	4430
45.0°	3872	3911	4030	3940	3962	3785	3701
50.0°	2790	3000	2572	2566	2435	2860	2627
55.0°	2533	2493	1586	1804	1580	2394	2320
60.0°	2169	1699	1281	1285	1206	1562	1937
65.0°	1231	1398	1058	1359	987	1324	1217
70.0°	1307	1195	856	611	850	1116	1274
75.0°	1091	983	1063	768	1039	983	1043
80.0°	1073	965	691	572	697	959	1043
85.0°	700	510	558	380	522	499	629

LUMINANSTABELLEN I ARMATURENS LJUSDATAFIL ÄR TILL HJÄLP NÄR MAN SKA KONTROLLERA LJUSSTYRKAN I ARMATUREN.

→ uppstå i nästan alla LED-lösningar, både inom- och utomhus. Det är därför viktigt att lägga extra omsorg på armaturplaceringar samt använda armaturer med god optik och moderna bländskydd.

BIBEHÅLLNINGSAKTOR

Bibehållningsfaktorer, eller underhållsfaktorer, som det också ibland kallas, är ett omdebatterat område och påstås ofta vara ett problem, eftersom det ännu inte finns standarder för LED-armaturer. Det är dock inte så komplicerat att bestämma en relevant och korrekt bibehållningsfaktor, eftersom det handlar om principer som vi redan använder med andra produkter.

Följande faktorer bestämmer en LED-armaturs bibehållningsfaktor (MF):

- *Ljuskällans bibehållna ljusflöde mellan ljuskällebytena (LLMF)*

Man gör normalt inga byten av ljuskällan i en LED armatur. Faktorn anpassas till LED-armaturens förväntade livslängd. Armaturfabrikanten anger antalet drift-

timmar då ett viss del av initialljusflödet återstår. Ljusflödesnedgången anges av armaturfabrikanten. Vanligast är L_{70} som anger antalet brinntimmar då 70 % av initialljusflödet återstår. Ibland anges även L_{80} för 80 % och L_{90} för 90 % ljus kvar efter angiven livslängd.

- *Ljuskällans bortfall under dess livslängd (LSF)*

Det förväntade bortfallet av högkvalitativa LED är försumbart varför man normalt inte räknar med något bortfall. Denna faktor blir då 1,0. Ett visst antal driftton kan förväntas gå sönder men det antas att dessa byts.

- *Nedsmutsning av armatur mellan rengöringsintervallen. (LMF)*

LED armaturer är inte underhållsfria utan viss rengöring krävs normalt under dess långa livslängd. En infälld armatur i rent rum kräver så klart mindre underhåll än en armatur sittande i tung industri.

- *Nedsmutsning av rummet mellan rengöringsintervallen (RSMF)*

Nedsmutsning av rummet är kraftigt relaterad till vilken verksamhet man har och hur ofta rengöring av rummet sker. Bibehållningsfaktorn är produkten av dessa faktorer och skrivs ofta: $MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF$. I Dialux och andra beräkningsprogram finner man guider för denna beräkningsprocess baserade på relevant CIE-standard samt SS-EN 12464.

I Sverige vill vi ofta undvika överdimensionering av belysningsanläggningar och förenklar genom att använda relativt höga generella bibehållningsfaktorer för olika typer av konventionella ljuskällor. För LED-armaturer avråds från att använda generella bibehållningsfaktorer och istället räkna fram den korrekta faktorn för aktuell applikation. Detta är viktigt eftersom det är stora kvalitetskillnader mellan olika LED-armaturer på marknaden.

OLIKA APPLIKATIONSOMRÅDEN FÖR LED

16

LED är med stormsteg på väg att bli ett alternativ till konventionella ljuskällor för allmän- och accentbelysning och även för gatu- och vägbelysning. Några andra områden kräver ytterligare teknikutveckling innan LED blir det självklara alternativet.

För vissa applikationer passar den nya ljuskällan LED extra bra redan idag. På sikt kommer den tekniska utvecklingen göra LED idealiska för nästan alla belysningsapplikationer.

LÄTT ATT RIKTA OCH STYRA LJUSET

Ett exempel på en bra applikation för LED idag är då man utnyttjar ljuskällans fördömliga förmåga att rikta och styra ljuset som vid accentbelysning eller när man vill skapa ljus på en begränsad yta som arbetsplatsbelysning, trappstegsbelysning eller motsvarande.

SVÅRÅTKOMLIGA PLATSER

En annan egenskap som lysdioden har, rätt använd, är den långa livslängden som gör det möjligt att placera armaturer på platser man tidigare pga underhåll inte har haft möjlighet att placera armaturerna. Broar, tunnlar, rum med hög takhöjd kan vara några exempel på sådana platser där man kan minska drift- och underhållskostnader med LED-armaturer.

TÅL KYLA BÄTTRE ÄN VANLIGA LJUSKÄLLOR

Utomhusapplikationer som skyltar och viss gatu- och vägbelysning, och platser där armaturer och ljuskällor utsätts för kyla som i kylskåp, frysrum m m har också blivit en växande marknad eftersom lysdioden fungerar mycket bättre i kyla än vanliga ljuskällor.

SÅ GOTT SOM UV- OCH IR-FRITT LJUS

Ett relativt nytt användningsområde är museer och utställningar. Eftersom LED ger ett så gott som UV- och IR-fritt ljus, är det normalt mycket skonsamt mot konst och andra känsliga föremål. Genom att här välja LED kan man undvika att använda både UV- och IR-filter, som kan vara nödvändiga när man arbetar med traditionella ljuskällor, t ex lågvoltshalogenlampor. UV- och IR-filter har också flera nackdelar, dels är de relativt dyra eftersom de måste ha en hög kvalitet, dels absorberar de ganska mycket ljus. Man måste dock komma ihåg att när det gäller blekning är det viktigaste att man begränsar både belysningsstyrka och exponeringstid för att minimera blekningseffekten.



LÄTT ATT STYRA OCH RIKTA LJUSET



LED TÅL VIBRATIONER



ARBETSPLATSBELYSNING



Foto: Souvenir film AB

SVÅRÅTKOMLIGA PLATSER



TÅL KYLA BÄTTRE ÄN VANLIGA LJUSKÅLLOR



UR- OCH IR-FRITT LJUS

Foto: Jolien Elm

LÄTT ATT DIMENSIONERA ANLÄGGNING

En annan stor fördel med lysdioder är att de finns i många effekter och utföranden så man kan dimensionera sin anläggning exakt efter sitt behov. Behöver man en liten väggarmatur på 0,1 W för att belysa ett trappsteg, eller som små orienterande ljuspunkter eller en 100 W strålkastare för att belysa en vägbro med en exakt ljusbild för minimalt med spilljus kan man relativt enkelt skapa detta med dagens LED-armaturer.

FÄRGAT OCH DYNAMISKT LJUS

Lysdioden lämpar sig väldigt bra när man vill skapa färgat ljus. Lysdioder passar särskilt bra för att skapa denna additiva färgmix då de är helt överlägsna på att skapa mättade färger (utan ljusstjälände färgfilter) och att de är mycket enkla att ljusreglera.

Det är också relativt enkelt att ljusreglera färgtemperatur på vita LED och skapa ett dynamiskt ljus, som till exempel följer dagljusets rytm. Detta kan ske genom att man mixar röda, gröna och blå dioder (RGB). Vill man ha en mycket bra färgåtergivning är det bra att komplettera med vita dioder i denna mix men även andra speciella lösningar finns på marknaden.

MÅNGA DRIFTTIMMAR MED LÅGA LJUSNIVÅER

I rum där belysningen har många drifttimmar per år och där man inte har stora krav på höga belysningsnivåer, som till exempel

i korridorer, passar LED särskilt bra med sin långa livslängd, energieffektivitet och att den är mycket enkel att ljusreglera och styra med dimmers, närvarosensorer, dagsljussensorer m m.

ALLMÄNBELYSNING INOMHUS

När det gäller allmänbelysning inomhus har LED-armaturer idag fått en ökad användning. I belysningslösningar där tex kompaktlysrör hittills dominerat, som i sk downlights, är LED idag ett alternativ för bästa totalekonomi. Korridorer och liknande är typiska exempel.

HÄR PASSAR LED INTE LIKA BRA

Det finns dock områden där man ännu ska tänka sig för lite extra innan man väljer en LED-belysningslösning. Ett exempel är om man behöver mycket och jämt ljus på mycket stora ytor, som till exempel på stormarknader och i kontor. Här är lysrör fortfarande det bästa alternativet i de flesta fallen. En LCC-kalkyl kan vara ett bra för att få underlag för en ekonomisk jämförelse mellan en traditionell lösning och en LED-lösning.

Ett område där LED inte alls lämpar sig är ett utrymme där armaturer och ljuskällor utsätts eller kan utsättas för värme. Exempel på detta är torkrum och bastu. Ett annat exempel är utomhus där solljuset direkt kan träffa lysdioderna och värma upp dessa. Om dioderna utsätts för värme kan livslängden avsevärt försämrats och/eller göra dem ineffektiva.



FÄRGAT LJUS





LÄTT ATT DIMENSIONERA ANLÄGGNING



DYNAMISKT LJUS



MÅNGA DRIFTTIMMAR MED LÅGA LJUSNIVÅER



ALLMÄNBELYSNING INOMHUS

LAGSTADGADE KRAV OCH STANDARDER

20

Eftersom utvecklingen på vita LED har gått så enormt fort har standardiseringsarbetet inte hunnit med. Det saknas ännu många standarder specifikt för LED. Några säkerhetsstandarder gäller dock redan idag.

U-DIREKTIV OCH NATIONELL LAGSTIFTNING

Tillverkare och importörer får inom den Europeiska Unionen (EU) enbart marknadsföra produkter som motsvarar de grundläggande kraven i de europeiska direktiven. För elektriska produkter gäller framför allt det så kallade lågspänningsdirektivet, de allmänna produktsäkerhetsdirektiven samt direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet (EMC).

Gällande EU-direktiv har införts som nationell lagstiftning i Sverige och övriga medlemsstater.

CE-MÄRKNING

CE-märkningen är tillverkarens eller importörens sätt att visa att en produkt motsvarar de EU-direktivens krav. Dokumentation som kan styrka detta skall finnas tillgänglig och skall vid förfrågan kunna visas upp för berörda myndigheter. "CE" är däremot inget certifieringsmärke. Lågspännings- och EMC-direktivet föreskriver CE-märkning, som också kräver också att eventuella krav i Ekodesignförordningen är uppfyllda. Liksom övriga elektriska ljusarmaturer för anslutning till nätspänning så måste även LED-produkter CE-märkas innan de saluförs. LED-produkter avsedda för speciella använd-

ningsområden kan dessutom beröras av kraven i andra direktiv, exempelvis direktiven för leksaker eller medicinska produkter.

PRODUKTSÄKERHET

En tillverkare får endast saluföra produkter som är av sådan art att de inte kan tänkas äventyra användarens eller andra personers hälsa eller säkerhet. Detta gäller för ändamålsenlig användning med också för förutsägbar felanvändning.

Det är tillverkaren själv som via en så kallad Tillverkardeklaration intygar överensstämmelsen med EU-direktiven. Tillverkaren kan även låta tredjepartcertifiera produkten via ett oberoende provningsorgan såsom exempelvis Intertek-Semko, VDE eller KEMA.

STRÅLNINGSSÄKERHET

LED-produkter måste, med avseende på laserstrålningen, motsvara kraven enligt EN 62471.

EMC (Elektromagnetisk kompatibilitet) Tillverkare får endast saluföra produkter som uppfyller EMC-direktivets krav. Enligt detta får apparaten inte utsätta sådana elektromagnetiska störningar så att andra produkter i omgivningen påverkas. Produkten måste dessutom tåla viss påverkan utifrån utan att dess funktion äventyras.

Om kraven i harmoniserade standarder är uppfyllda så antas att de så kallade skyddskraven är uppfyllda i enlighet med direktiven och lagstiftningen (den så kallade presumptionsprincipen).

STANDARDER SÄKERHET

För färdiga LED-produkter (armaturer) gäller: EN 60598-1 samt EN 62471.



MED CE-MÄRKNINGEN INTYGAR TILLVERKARNA ATT DERAS PRODUKTER UPPFYLLER KRAVEN I TILLÄMPBARA EU-DIREKTIV. "CE" ÄR DÄREMOT INGET CERTIFIERINGSMÄRKE.

Som vi beskrivit i denna broschyr är LED-tekniken idag väletablerad inom belysningsområdet. Teknikutvecklingen går fort och inom några år tror branschen att det kommer att finnas LED-lösningar för alla användningsområden och att halva armaturmarknaden kommer att bestå av LED-armaturer. En annan framtida ljuskälla är OLED (Organic Lighting Emitting Diodes). OLED kommer med all sannorlikhet att få sin användning inom belysningsområdet, men än i lite speciella applikationer.

OLED-tekniken, som i princip är densamma som för LED, kan skapa plana ytor som avger ett diffust ljus genom att en ström skickas genom ett eller flera lager av extremt tunna halvledarmaterial. Idag finns inget annat lämpligt material som bärare än glas för uppbyggnaden av OLED och det ger begränsningar av både tjockleken – ca 2 mm – och formbarheten.

Forskare har dock funnit material som både är tunnare, idag 0,7 mm och även flexibla. Det krävs dock några år av forskning och utveckling för att även kunna till-

verka dessa OLED-paneler industriellt. 2010 års Nobelpris i både fysik och i kemi var områden som kommer att gynna framtagandet av bättre OLED.

Tekniken ger möjligheter att skapa både vita och färgade OLED. Idag används de som belysning i displayer på elektriska hushållsapparater och mobiltelefoner. Fortsatt utveckling kommer att ge högeffektiva OLED. För vita serietillverkade OLED är effektiviteten idag ca 25 lm/W och ytluminansen ca 1 000 cd/m². Ljusutbytet antas fördubblas vart 2–3 år, och den praktiska

gränsen för OLED bedöms ligga på 140 lm/W. Livslängder kring 15 000 timmar – 70 % ljusutbyte – kan förväntas. OLED har låg värmeavgivning, bra ljuskvalitet och är tunna. Idag är storleken för storskalig industriell produktion begränsad till en yta av mindre än 50 cm². Även här räknar man dock att inom kort kunna framställa paneler stora som normala fönster.

Panelerna kan under dagen vara genomskinliga såsom normala fönster för att på kvällen bli lysande ytor. OLED panelerna finns även som speglar när de är släckta, och när spänning läggs på kommer de att lysa.

Möjligheterna att då använda OLED inom viss allmänbelysning är stora, speciellt där en jämn och hanterbar luminans är önskvärd. När de polymera bärarna kommer, ger detta möjligheter att skapa andra former än plana ytor.

Andra mer avlägsna framtida möjligheter kan vara att såsom lack spraya på OLED på ytor och beroende på humör och stämning välja styrka eller färg.



DEKORATIV ARMATUR MED OLED.

EXTERIÖRBELYSNING MED LED.

FAQ OM LED

22

Tack vare det enorma intresset kring LED finns det idag också ett antal påstående och frågor om denna intressanta teknik. Vi har samlat några av de vanligaste här för att reda ut begreppen.

1. LYSDIODER AVGER INGEN VÄRME

En av de vanligaste föreställningarna är att lysdioder inte avger någon värme. I själva verket är värmen en av de viktigaste parametrarna att ta hänsyn till när man designar lysdiodarmaturer. Lysdiodernas livslängd förkortas väsentligt om man inte lyckas hantera värmen genom avkylning av armaturen. Diodernas ljus innehåller däremot ingen värme i ljusriktningen såsom glödlampors och halogenlampors.

2. LYSDIODERS LIVSLÄNGD ÄR NÄSTINTILL HUR LÅNG SOM HELST

Den långa livslängden är en av lysdioderna stora fördelar. Lysdioden har ett avtagande ljusflöde under sin drifttid, varför drifttiden bör uttryckas i antal timmar då en procentuell nivå av det ursprungliga ljusflödet kvarstår. Det finns idag metoder (L_{50} och L_{70} , se sidan 8, under Nominell livslängd) för att specificera livslängden för lysdioder.

3. LYSDIODER HAR INTE TILLRÄCKLIGT BRA FÄRGÅTERGIVNING FÖR BELYSNINGSÄNDAMÅL

Färgåtergivningen (Ra-index) för dioder varierar väldigt mycket och ligger lika lysrören, >90. Detta innebär att kvalitetsdioder har en bra färgåtergivning.

4. HÖGPRESTERANDE LYSDIODER ÄR DYRA

Den långa livslängden som bidrar till minskade underhållskostnader för lysdioder ger bättre ekonomi för den här typen av ljuskällor än vad traditionella ljuskällor har. Tittar man bara på styckpriset eller på kronor/lumen, är lysdioder dock idag väsentligt mycket dyrare än traditionella ljuskällor. Prisutvecklingen på dioder är dock nedåtgående.

5. LYSDIODER ÄR MERA EFFEKTIVA ÄN NÅGON ANNAN LJUSKÄLLA

Den enskilda ljusdiodens effektivitet är inte så intressant. Det viktiga är hur effektiv en LED-armatur är i en belysningslösning.

6. LYSDIODER FÖRBRUKAR NÄSTAN INGEN ENERGI

Lysdioder använder naturligtvis energi, men redan idag kan man hitta exempel där lysdioder kan ge en energibesparing jämfört med traditionella ljuskällor. Dioder använder vanligtvis från 0,1–7 watt per diod, men man ska komma ihåg att det behövs flera dioder för att uppnå samma ljusmängd än med lysrör, metallhalogen och andra ljuskällor.

7. LYSDIODER KAN ANVÄNDAS TILL ALLA BELYSNINGSÄNDAMÅL

Lysdioder kan inte användas till alla belysningsändamål. Deras fysiska storlek, den relativt låga ljusmängden per diod och priset gör att lysdioder inte är lämpliga för alla belysningsändamål. Ingen annan ljuskälla är heller lämplig för precis alla belysningsändamål!

8. DET ÄR KOMPLICERAT ATT ANVÄNDA LYSDIODER

En rad armaturtillverkare har utvecklat armaturer som gör det enkelt att använda lysdioder på samma sätt som traditionella ljuskällor. Om man själv ska utveckla armaturer, finns det en rad faktorer som man måste ta hänsyn till, bland annat värme, styrning, montering och inkapsling.

9. KAN LYSDIODER VARA SKADLIGA FÖR ÖGAT?

De lysdioder som används för belysning omfattas av sådana säkerhetskrav att de vid normal användning inte utgör någon risk.

- Armaturreffekt** = (Luminaire power) Anges i watt (W) och är den totala systemeffekten för en LED-armatur.
- Armaturljusflöde** = (Luminaire Luminous Flux) Det totala ljusflöde i lumen (lm) som en LED-armatur avger.
- Armaturljusutbyte** = (Luminaire Luminous Efficacy) Definieras som kvoten mellan armaturljusflöde och armaturreffekt för en LED-armatur och anges i lumen per watt (lm/W).
- CELMA** = Den europeiska branschorganisationen för armaturtillverkare.
- DALI** = (Digital Addressable Lighting Interface) Ett standardiserat protokoll för digital styrning.
- DMX** = Ett styrsystem som är lämpligt att använda för snabba färgväxlingar (RGB) för till exempel effekt- och scenbelysning.
- DSI** = Ett system för digital ljusstyrning.
- Driftdonsbortfall** = (Failure fraction – F_y) Bortfallet av driftdon vid nominell livslängd och anges i %. Vid exempelvis 15 % bortfall anges en faktor F_{15} .
- Effektfaktor** = Betecknas ofta som PFC eller λ och är en faktor mellan 0–1. En låg PFC leder bla till större energiförluster i elnätet och man bör välja LED-driftdon med $\lambda > 0,85$.
- Färgåtergivningsex** = (Color Rendering Index) anges som CRI/ R_a på en skala 0–100 och är ett mått på en ljuskällas förmåga att återge färger.
- IP-klass** = Anger graden av skydd mot åtkomst av strömförande delar och hur vatten- och dammtät armatur är. Anges som IP följt av två siffror, t ex IP23.
- Korrelerad färgtemperatur** = (Correlated Colour Temperature) anges som CCT i kelvin (K) och är en relativ enhet för färgtemperatur.
- LED** = Förkortning för Light Emitting Diode.
- Ljutfärgstolerans** = (Chromaticity tolerance) är ett mått på spridningen i ljusfärg och anges i antal MacAdam-ellipser som SDCM och uppmäts enligt en standardiserad CIE-metod.
- Ljusfördelning** = (Luminous Intensity Distribution) En armaturs ljusfördelning och mäts enligt en CIE-standard och anges i cd/1 000 lm. Redovisas i tabell eller med polärt diagram.
- Ljusutbyte** = Ett mått på en ljuskällas effektivitet som anges i lumen per watt (lm/W).
- LLMF** = (Lamp Lumen Maintenance Factor). Ljuskällans bibehållna ljusflöde vid en given tidpunkt.
- LMF** = (Luminaire Maintenance Factor) Anger armaturens nedsmutningsgrad efter ett antal brinntimmar. (LED-armaturer är inte underhållsfria utan viss rengöring krävs normalt under dess långa livslängd.)
- LSF** = (Lamp Survival Factor) Anger antalet ljuskällor som fortfarande lyser i en anläggning vid en given tidpunkt. (Förväntade bortfallet av högkvalitativa LED kan antas försumbart och denna faktor blir då 1,0.)
- MF** = (Maintenance factor) Förkortning för bibehållningsfaktor.
- Nominell livslängd** = (Rated life) Definieras som antalet brinntimmar efter vilka en given del av initialljusflödet återstår. Idag anges livslängden som antalet drifftimmar då 70 % av initialljusflödet återstår och betecknas då L_{70} .
- OLED** = Förkortning för Organic Light Emitting Diode
- PFC** = Se effektfaktor
- PWM** = (Pulse Width Modulation) En rekommenderad teknik för ljusreglering med pulsviddsmodulation som rekommenderas för LED.
- R_a** = Ett index som anger ljuskällors förmåga att återge färger. Anges på en skala 0–100 där 100 indikerar perfekt färgåtergivning.
- RGB-teknik** = En teknik där man genom att blanda rött, grönt och blått ljus kan skapa vitt ljus eller färgat ljus med valfri färg.
- RSMF** = (Room Surface Maintenance Factor) En faktor som anger nedsmutningsgraden av rumsytor mellan mellan valda serviceintervall
- Spänningskontrollerade driftdon** = Omvandlar nätspänningen från 230 V till en stabiliserad likspänning på 8, 10, 12 eller 24 V.
- Strömkontrollerade driftdon** = Omvandlar nätspänningen från 230 V till en stabiliserad likspänning på mindre än 48 V som ger en konstant ström. Vanliga värden på den konstanta strömmen är 350 mA, 700 mA eller 1 050 mA).
- SDCM** = (Standard Deviation of Color Matching) Storhet som karakteriserar ljusets kvalitet vad beträffar färgskillnader.
- UGR** = (Unified Glare Rating) En internationell metod framtagen av CIE för att beräkna ett index för obehagsblandning.
- ZHAGA** = Ett öppet konsortium med syfte att ta fram industristandarder för LED-komponenter.



Skriften ges ut av Ljuskultur i samarbete med Belysningsbranschens LED-grupp, maj 2011.

08-566 36 700 info@ljuskultur.se www.ljuskultur.se