

Dette faktaarket er ment å gi aktørene i det profesjonelle belysningsmarkedet noen retningslinjer for hvilken type dokumentasjon man trenger for å sammenlikne leverandører av produkter med LED. Faktaarket omhandler levetid, lyskvalitet og effektivitet og gir en kort gjennomgang av parametere som påvirker disse, og hvilke parametere som blir påvirket over tid. Faktaarket gir også en grunnleggende definisjon på ulike betegnelser som omhandler levetid og effektivitet.

Levetid

Levetid er en av de unike fordelene med LED. Siden LED er en halvleder og ikke inneholder noen bevegelige deler, er den teoretiske levetiden meget lang. I praksis er det lystilbakegangen og lyskvaliteten som fastsetter levetiden.

Lystilbakegang og utfall

- **Lystilbakegang:**
Angir lysdiodens reduksjon i lysytelse over tid. Dette betegnes med en prosentsats for gjenværende lysytelse. Parameteren som påvirker lystilbakegangen mest er temperatur.
- **Utfall:**
Betegner andelen lysdioder som har slukket. Her er prosentsatsen i praksis så liten at man sannsynligvis kan se bort fra den.

Eksempel:

Levetid 50.000h ved L_{70} betyr altså at produktet forventes å ha 30% lystilbakegang i løpet av 50.000 timer dersom produktet anvendes innenfor de temperaturforhold som produsenten angir. En lystilbakegang på 30% får imidlertid konsekvenser ved prosjektering, da man må ta hensyn til dette ved fastsettelse av vedlikeholdsfaktor (Se NLK Faktaark F01).

Anbefaling:

Be om å få dokumentert ved hvilken omgivelsestemperatur til armaturen lystilbakegangen gjelder.

- **Toleranse for lystilbakegang:**
Betegner hvor stor andel av diodene som ligger innenfor angitt lystilbakegang. Dette betegnes med en prosentsats av det totale antall LED i produktet som ligger under angitt toleranse.

Eksempel:

50.000h, $L_{70}B_{50}$, $T_a=30^\circ\text{C}$ betyr at ved 50.000 timer levetid i driftstemperatur $<30^\circ\text{C}$ vil 70% av produktets lysfluks være gjenværende. 50% av de enkelte LED vil kunne ha mer enn 30% lystilbakegang. B_{NN} sier således noe om hva man kan forvente av variasjon mellom de enkelte LED i et produkt/installasjon.

Se mer informasjon fra IEC/PAS 62717 nederst på side 2.

Lyskvalitet (relatert til levetid)

- **Fargegjengivelse:**
Produktets evne til å gjengi farger over tid er avhengig av kvaliteten på fosforbelegget eller om det benyttes RGB-teknologi. Dårlig fosfor kan forringes over tid på grunn av temperatur og stråling.

Anbefaling:

Dokumentasjon på endring av fargegjengivelse relatert til samme tidspunkt som den på forhånd aksepterte lystilbakegangen bør innhentes.

Fargetemperatur: Produktets evne til å opprettholde lysets fargetemperatur er avhengig av samme faktor som fargegjengivelsen.

Anbefaling:

Dokumentasjon på endring i fargetemperatur relatert til samme tidspunkt som den på forhånd aksepterte lystilbakegangen bør innhentes.

Man kan deretter gå motsatt vei:

1. Fastsette en akseptabel levetid.
2. Fastsette en akseptabel omgivelsestemperatur.
3. Be om å få dokumentert hvilken lystilbakegang man vil få ved angitt levetid og omgivelsestemperatur.

Lyskvalitet

Dette avsnittet omhandler kun hvitt lys.

Det er i dag hovedsakelig to teknologier som anvendes for å lage hvitt lys. Dette er fosforteknologi (konvertering) og RGB-teknologi (fargeblanding). Fosforteknologien ser ut til å bli den dominerende, da denne er mer energieffektiv.

Fosforteknologien tar vanligvis utgangspunkt i en blå diode og så legger man til et fosforbelegg, typisk gult, som konverterer det monokromatisk blå lyset til et bredere spektrum med lengre bølgelengder. Resultatet oppleves som hvitt lys. RGB-teknologien mikser røde, blå og grønne dioder for å skape hvitt lys.

Betegnelsen lyskvalitet begrenser seg her til følgende områder:

Fargegjengivelse

R_a -indeks: En skala fra 0 til 100 hvor 100 er best, som antyder produktets evne til å gjengi farger korrekt.

Anbefaling:

For interiørbelysning skal R_a -indeksen alltid være ≥ 80 . For eksteriørbelysning bør R_a -indeksen ved bruk av LED alltid være > 70 .

Fargetemperatur

Lysets "hvitthet" angis ved temperaturer i K.

En praktisk tilnærming er å betrakte lyset fra jern oppvarmet til de angitte temperaturer. "Varmt" rødlig lys tilsvarende rødgldende jern har lav fargetemperatur, mens "kaldt" hvitt lys har høy fargetemperatur tilsvarende hvitgldende jern. Vanlige fargetemperaturer for belysning ligger i området 2500 - 6500K. 2500K er varmt rødtonet lys tilsvarende dempet glødelampelys, mens 6500K tilsvarende dagslys midt på dagen.

Fargetemperaturskalaen gjelder kun for temperaturstrålere (eks. glødelamper) med kontinuerlig spektrum. For andre lyskilder med ikke kontinuerlig spektrum (eks. lysrør og LED) anvendes begrepet "korrelert fargetemperatur". Denne angir at lysfargen er tilsvarende en temperaturstråler med angitt fargetemperatur.

LED kan i dag leveres i mange forskjellige fargetemperaturer, men valg av fargetemperatur har som regel en konsekvens. Siden LED-produkter basert på fosforteknologi tar utgangspunkt i en blå diode er det mer energieffektivt å lage et produkt med høy fargetemperatur. Dette fordi prosessen konverterer kortbølget energirik stråling (blått lys) til mindre energirik stråling med lengre bølgelengder (eks. rødt lys). Desto mer langbølgete komponenter i lyset, jo mindre energi. Energitalpet på veien fra kortbølget til langbølget lys avgis som varme, noe som ytterligere reduserer effektiviteten. LED med høye fargetemperaturer er derfor mer effektive mht lysutbytte (synlig stråling). Det totale energiregnskapet forblir uendret.

Anbefaling:

Kontroller at oppgitt lysfluks (lumenverdi) er relatert til ønsket fargetemperatur. Her kan det være store forskjeller!

Binning

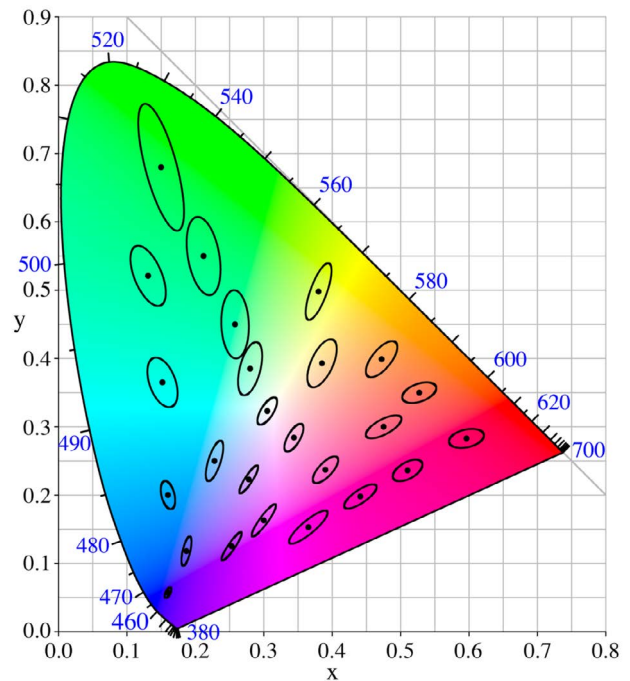
En av de store utfordringene i produksjonen av LED er å sortere dem slik at dioder med samme fargetemperatur blir sortert sammen. Dette kalles på fagspråket "binning". Binningen relateres igjen til et system for fargematching som kalles MacAdam ellipser. Dette er elliptiske områder laget rundt fargekoordinater i CIE fargerommet. Disse områdene angir det maksimale fargeavviket fra referansefargen, hvor testfargen fremdeles bedømmes som tilsvarende referansen.

MacAdam ellipsene beskriver således toleransegrenser mht fargetemperatur.

Anbefaling:

De fleste LED-produsentene opererer med MacAdam-ellipser med standardavvik 4. I områder hvor det er viktig at man ikke ser forskjeller i fargetemperatur bør man spesifisere en toleranse på MacAdams 3 eller lavere.

MacAdams 3 er betegnet som et så vidt merkbart fargeavvik (just noticeable).



Figur 1 - MacAdam ellipser tegnet i et 1931 CIE kromatisitetsdiagram (Ellipsene er tegnet med en 10x forstørrelse). Wikipedia Creative Commons.

Blending

Innen belysningsstandarder og retningslinjer for god belysning benyttes vanligvis grenseverdier for blending som betegnes med UGR (Unified Glare Rating) eller GR (Glare Rating). Dette er formelverk som baserer seg på belysningsstyrkene på øyet, intensiteten (gjennomsnittlig luminans) fra armaturens lysende areal, det lysende arealets størrelse og bakgrunnens gjennomsnittlige lyshet (luminans).

I tillegg kommer armaturens plassering i forhold til synsaksen. Som regel ser man på hele armaturens lysåpning som et homogent lysende areal, og dette har vært relativt uproblematisk med konvensjonelle lyskilder. Problemstillingen med LED er imidlertid at hver enkelt LED har en ekstremt høy lysintensitet, og man vil ved direkte innsyn skape store blendingproblemer.

Anbefaling:

Kontroller om man i vanlig synsretning kan få direkte innsyn til de enkelte LED. Selv om en leverandør kan vise til lave blendingstall i produktdokumentasjon eller i lysberegninger, så kan innsyn til enkeltioder skape store blendingproblemer.

Fra IEC har vi følgende eksempel:

$L_{70} B_{50}$ is understood as the life time where light output is $\geq 70\%$ for 50% of the population.

The failure fraction for B_y expresses only the gradual light output degradation as a percentage y of a number of LED modules of the same type that at their rated life designates the percentage (fraction) of failures. Abrupt light output degradation is exempted. The light output threshold level for L and failure fraction for B_y is free to be chosen by the manufacturer.

Referanse: IEC/PAS 62717

Viktige punkter å være oppmerksom på:

1. Det er viktig at kjølingen til selve LED-chipen er designet korrekt. Ved for dårlig temperaturavledning vil levetiden bli vesentlig redusert! Små armaturer med høyt lumenutbytte og lite kjøling bør skape skepsis!
2. Lysdioder er avhengig av en driver eller trafo. Det er viktig at kvaliteten på denne står i overensstemmelse med levetiden på LED-chip eller modul.
3. De fleste LED benytter i dag en "konstantstrømteknologi". Strømstyrken har også innflytelse på levetiden. Jo mer strøm man sender gjennom dioden, jo høyere blir temperaturen inne i dioden og større blir behovet for kjøling og varmeavledning. Be derfor om dokumentasjon mht. hvilken strømstyrke dioden er drevet med ved angitte data.
4. "Armaturlumen," eller tilgjengelig lumen, sammenstillt med armaturens totale effektforbruk er den mest relevante måten å uttrykke en LED-armaturs effektivitet på. Lysytelsen til selve LED-modulene er for så vidt uinteressant. Hvor effektiv en armatur med LED er, i det enkelte anlegg, avhenger av hvor mye lys som kommer ut av armaturen og hva slags lysfordeling den har. Lysmålingsdata skal være i henhold til prEN 13032-4.
Lyskilder og armaturer med LED har ofte rettet lys. Lysfluks og virkningsgrad er ikke alltid like relevant for opplevd lysnivå.
5. Sørg for å få lysanlegget dokumentert ved lysberegninger. Det kan være hensiktsmessig å be om å få overlevert selve lysberegningensfilene (Relux/Dialux) slik at man har kontroll på at korrekte parametre er blitt brukt.
6. I størst mulig grad bør temperaturen inne i dioden, t_j , (junctiontemperatur) ikke brukes som referanseverdi for levetid. Denne verdien er det kun LED-produsentene som har mulighet for å måle.
For ferdig armatur bør levetiden knyttes til armaturens omgivelsestemperatur, t_a (ambient).
7. Armaturenes eller LED-modulenes opplevde omgivelsestemperatur er avhengig av hvor armaturene er plassert og montert. Forhold som ytterligere kan påvirke omgivelsestemperaturen er andre varmekilder, sollys, isolasjon, himling, varmeavledende materialer etc. Når en beregner forventet levetid og systemeffekt bør den høyeste målte temperaturen benyttes.
8. LED-armaturer testes og godkjennes etter de samme produktstandarder som øvrige belysningsarmaturer, både når det gjelder sikkerhet (EN 60598) og EMC (EN 61000-3-2, EN 61547 og EN 55015). I tillegg skal selve LED-modulen være testet og godkjent i henhold til EN 62031 og eventuell ferdig LED-lampe være testet og godkjent i henhold til EN 62560. LED-armaturene må også testes og klassifiseres i henhold til EN 62471 som setter risikoklasser i forhold til mengder av skadelig stråling.

Lysutbytte

Lysfluksen fra en lyskilde oppgis i lumen (lm) og lysutbyttet i lumen per watt (lm/W). Lysutbyttet uttrykker direkte hvor effektivt lyskilden omformer energien til synlig lys. Lyskildens lysutbytte tar ikke hensyn til effekttap i forkoblingsutstyr (driver) og lystapet i optikken til selve armaturen.

Lysfluks fra LED er sterkt temperaturavhengig. Armaturenes kjøleegenskaper i forhold til LED-modulen vil dermed få stor betydning for hvor mange lumen man vil ha tilgjengelig. Armaturenes faktiske lysutbytte må derfor oppgis inklusive effekttap i forkobling, lystap i optikk og diodenes driftstemperatur. Det man da sitter igjen med er tilgjengelig lumenverdi også populært kalt "armaturlumen".

Denne netto lumenverdien dividert med armaturens samlede effektforbruk gir den resulterende virkningsgraden for det komplette produktet.

Anbefaling:

Be alltid om dokumentasjon av armaturlumen og produktets samlede effektforbruk.

LED-chip:



LED-modul:



LED-lampe:



For mer informasjon, ta kontakt med Lyskultur eller Norsk Lysteknisk Komité.

Ansvarlige for dette faktaark (NLK):

Knut Marius Fosse / Tore Krok Nielsen

NLK: nlk@lyskultur.no,

Lyskultur: info@lyskultur.no, www.lyskultur.no,

Strandveien 55, NO-1366 Lysaker, +47 67 10 28 40

Norsk Lysteknisk Komité

Sjekkliste ved innkjøp av LED-lysarmaturer

Armatur nr:.....

I mangel på internasjonale standarder for LED må kjøperen selv innhente armaturfakta fra leverandørene. Dette for lettere kunne sammenligne armaturer og lyskilder fra ulike aktører. Denne sjekklisten beskriver de mest relevante problemstillingene.

TEMA	KOMMENTAR	LEVERANDØR 1	LEVERANDØR 2	LEVERANDØR 3
LEVETID	TYPE:			
Oppgitt levetid	For eksempel: 50.000h, $L_{70}B_{50}$			
Hvilke forutsetninger ligger til grunn for oppgitt levetid?	Levetiden for LED bør oppgis i timer i forhold til de forutsetninger som ligger til grunn for prosjekteringen.			
Har leverandøren relevant dokumentasjon vedr. produktets levetid?	Levetiden på forkoblingsutstyret må være i samsvar med levetiden for LED-modulen. Utfallet skal oppgis i prosent per 1000 timer driftstid.			
Hva skjer når en eller flere LED i en armatur slutter å fungere?	Avhengig av konstruksjon kan én defekt LED være årsaken til at hele armaturen slukker.			
LYSKVALITET				
Hva er fargetemperaturen (K)?	Eksempelvis kan ulike leverandører oppgi ulik fargetemperatur for varmhvit.			
Hvor nøyaktig er denne oppgitt? Hvor stabil er den gjennom armaturens levetid?	Dårlige konstruksjoner eller dioder av dårlig kvalitet kan gi store endringer i fargetemperaturen i løpet av levetiden			
Hvor gode er diodenes fargegjengivelsesegenskaper (R_a)?	Generelt: Innendørs $R_a \geq 80$, utendørs $R_a \geq 70$.			
Endres fargegjengivelsen i løpet av armaturens levetid?	Dårlige armaturkonstruksjoner eller dioder av dårlig kvalitet kan medføre endringer i både fargetemperatur og fargegjengivelsesegenskaper over tid.			
EFFEKTIVITET				
Hvor høy er den totale effekten, dvs. inkludert forkoblingsutstyr (lm/W)? Er det tatt hensyn til normale driftsforhold for armaturen?	Systemeffekt skal være oppgitt ikke bare effekten for LED-modulen. Oppgitte data skal være for driftsvarm armatur.			
LYSREGULERING				
Kan armaturen lysreguleres?	Ofte kreves det spesielt forkoblingsutstyr, og/eller en dimmer koblet foran armaturen.			
Hvilken teknikk kan benyttes?	Reguleringen bør som oftest bygge på PBM - teknikk (Puls-bredde modulasjon (eng. PWM)). Frekvens ved dimming bør være > 150Hz			
ANNET				
Omgivelsestemperaturen, t_a, rundt armaturen er avgjørende for all data. Hva er den oppgitt til?	De fleste armaturer er konstruert for omgivelsestemperatur t_a 25°C, dvs. en normal romtemperatur, men avvik forekommer både oppover og nedover.			
Blir det tilbudt lystekniske data for lysberegninger?	Eksempelvis fotometriske filer til lysberegningsprogrammene Dialux eller Relux.			
Foreligger det dokumentasjon av produktets potensielle skadevirkninger mht. øyeskader?	Produktets klassifisering i henhold til NEK EN 62471:2008 Photobiological safety of lamps and lamp systems - pkt 6, bør kunne fremskaffes på forespørsel.			
Kan LED-modulen skiftes?	Er den enkel å skifte, av hvem, med eller uten verktøy/demontering?			
Hvis modulen kan skiftes, gis det garanti for fremtidig kompatibilitet?	Hvilken garanti har man for at LED-modulen finnes f.eks. om 7 år hvis den må byttes?			