

PSO 2007

Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

Kvalitetsvurdering af armaturer med LED-lyskilder



Foto: Steen Traberg-Borup

Med nye kriterier for kvalitetsvurdering af LED-lyskilder og -armaturer bliver det lettere for forbrugerne at vælge de mest hensigtsmæssige løsninger



Resumé:

Under projektet er der gennemført lystekniske målinger og subjektive vurderinger af ni armaturer med LED-lyskilder og 13 forskellige LED-lyskilder. De subjektive vurderinger er gennemført af faglige eksperter på grundlag af nyudviklede kriterier, der er egnet til at vurdere lyset fra lampen, lampens ind-

stilling og funktion, betjening af lampen samt æstetik og udseende.

Både de lystekniske målinger og eksperternes subjektive vurderinger viste, at der er meget stor visuel og lysteknisk forskel på de LED-produkter, der var tilgængelige på det danske

marked i 2008. Hovedparten havde en farvetemperatur på mere end 4000 K, dvs. koldt hvidt lys, og en Ra-værdi på under de 80, som er minimumskravet til arbejdsbelysning på indendørs arbejdspladser. Lysudbyttet fra varierer fra 5 lm/W (lavere end glødepærer) til 45 lm/W (lidt lavere end sparepærer).

Målsætning:

Projektet havde til formål at fremme en hurtig markedsindtrængen af de energieffektive LED-lyskilder ved at gøre det lettere for forbrugerne at finde frem til de mest hensigtsmæssige løsninger med energieffektive LED-lyskilder som alternativer til glødepærer, halogenpærer og sparepærer. Der skul-

le i projektet udvikles en række kriterier, der er egnet til at vurdere lyskilder og armaturers forskellige egenskaber, og resultatet af de subjektive bedømmelser skulle sammenholdes med lystekniske målinger af lysstrøm, farveegenskaber, farvetemperatur, Ra-indeks m.v.

Resultaterne skulle sammenfattes i en vejledning, som både kan anvendes af virksomheder, der udvikler nye LED-produkter, og af professionelle indkøbere i kommuner, boligselskaber og elselskaber.

Processen:

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem Dansk Center for Lys (projektleder), DTU Fotonik, der har stået for de lystekniske målinger, og SBI-AAU, hvor de subjektive vurderinger af LED-lyskilder og -armaturer fandt sted.

Desuden har Experimentarium, Kunstakademiets Arkitektsskole, DONG Energy samt leverandørerne Louis Poulsen Lighting, Osram, Philips Lys og Light Makers medvirket i projektgruppen.

Projektet har omfattet to hovedaktiviteter: Der blev udviklet en systematik for kvalitetsvurdering af LED-baseret belysning, og der blev indsamlet, testet og afprøvet LED-lyskilder og -armaturer, der var tilgængelige på det danske marked i 2008.

Et panel med eksperter fra de tre projektdeltagere har afgivet subjektive vurderinger af LED-belysningens såkaldt bløde værdier. Eksperterne har på en skala fra -3 til +3 bedømt lyskilder og armaturer i forhold til lyset fra

lampen, lampens indstilling og funktion, betjening samt æstetik og udseende. LED-lysets evne til at gengive farver er vurderet efter de 14 farver, der findes i de internationale retningslinier for bestemmelse af Ra-indeks, ligesom der er brugt farvekort (ColorChecker) med 24 veldefinerede farvefelter og en opstilling med kendte farver og overfladestrukturer.

Med de lystekniske målinger på LED LYS laboratoriet hos DTU Fotonik er der målt visuelle og lystekniske parametre som blænding, kontrastforhold, synskomfort, energiforbrug, spektralfordeling, farvegengivelse og lysudsendelse.

Der blev testet 9 stk. armaturer, hvoraf de 4 var arbejdslamper, 13 stk. lyskilder, hvoraf de 6 var med E27-sokkel, mens de 7 var med forskellige typer GU-sokkel, samt 5 udendørs belysningsanlæg.



De to fotos viser forskel i farvegengivelse af det samme tørklæde fra hhv. væg- og loftsbelysning i en Albertslund-tunnel. (Fotos: Steen Traberg-Borup)

LED-lyskilder er under stadig udvikling, men på det aktuelle marked er der stor forskel i lysstrøm, farveegenskaber og farvetemperatur

Resultater:

I projektets slutrapport, der kan downloades fra www.elforsk.dk, er resultaterne fra de undersøgte lyskilder og armaturer gengivet systematisk, så det er let at sammenligne deres egenskaber. Ved en bedømmelse af de generelle resultater skal det tages i betragtning, at der er tale om produkter på det danske marked i 2008, og at LED-lyskilder og -armaturer i de seneste år har gennemgået en kraftig teknologisk udvikling.

Af de 22 erstatningslyskilder og armaturer kunne alene et fåtal leve op til de krav til farveegenskaber, der stilles til belysning på kontorarbejdspladser efter DS700. Der var store forskelle i evnen til at gengive farver, der måles efter Ra-indeks. Den laveste værdi var 24, mens den højeste var 92. Kun 5 af de 22 havde et Ra-indeks på mindst 80, som er minimumskravet i DS700. Godt halvdelen af de målte lyskilder og armaturer havde med en farvetemperatur på over 4000 K et koldt, hvidt lys. Der var en klar tendens til, at de lyskilder og armaturer, der havde den bedste farvegengivelse, også havde den laveste farvetemperatur.

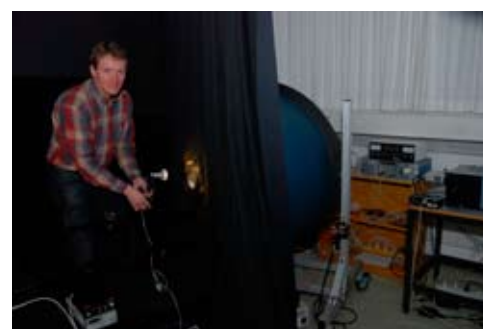
Der blev også målt store forskelle i lysudbyttet. Den dårligste var med 5 lumen/W faktisk ringere end glødepærer, mens den bedste med 45 lumen/W nåede tæt på sparepærens lysudbytte. Hovedparten af lyskilderne havde et lysudbytte på niveau med halogenlyskilder. Erstatningslyskilderne afgav generelt en relativ lav lysstrøm, svarende til mellem en tredjedel og halvdelen af en 60 W glødepære.

De fem undersøgte udendørs belysningsanlæg blev af eksperterne vurderet til en middelkarakter eller lidt over middel på en 1-10 skala.

Der blev konstateret store visuelle overraskelser. De undersøgte LED-lyskilder havde meget store visuelle forskelle med hensyn til lysfordeling, farvevariation i lysplet, flimrer, multiskyggedannelse, lysfordeling og lystekniske egenskaber som farvetemperatur og farvegengivelsesindeks (Ra-værdi). Hertil kom, at flere af lyskilderne afgav tydelige hørbare lyde fra elektronik eller indbygget blæser.



Under eksperternes subjektive vurdering blev LED-lyskilderne testet på et gangareal på SBI-AAU. (Foto: Steen Traberg-Borup)



DTU Fotonik stod for projektets lystekniske målinger. (Foto: DTU Fotonik)



Behov for at udvikle bedre metoder til at bestemme LED-lyskilders evne til at gengive farver troværdigt

Absalon-staturen på Højbro Plads og gadelamper på pladsen med LED-lyskilder var blandt de vurderede udebelysningsløsninger. (Foto: Steen Traberg-Borup)

Konklusion:

De vurderingskriterier, der er udviklet i projektet til visuelt at bedømme LED-belysningen, har vist sig velegnede – også til at vurdere belysning med andre typer lyskilder. Det har under projektet vist sig, at den visuelle vurdering er vigtig for en samlet bedømmelse af lyskilder, armaturer og anlæg med LED.

Der var – ikke overraskende – en betydelig spredning i eksperternes subjektive vurdering af de enkelte lyskilder og armaturer, og der har ikke i alle tilfælde været sammenfald mellem resultaterne fra de lystekniske målinger og de subjektive vurderinger. Det var især et problem for lyskildernes farveegenskaber. Der er derfor brug for at få

udviklet en bedre metode til at bestemme lyskilders evne til at gengive farver. Trods den meget varierende kvalitet i de vurderede lyskilder og armaturer finder projektgruppen LED-teknologien velegnet til mange belysningsformål, men det er foreløbig svært for forbrugerne at finde frem til de bedst egnede LED-erstatningslyskilder.

Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

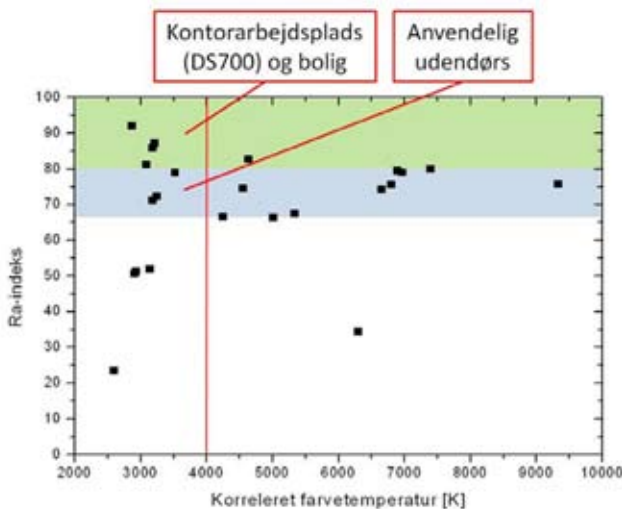
Hvad kan projektet bruges til?

De undersøgte lyskilder og armaturer hører overvejende til markedets 1. generationsprodukter, og der er allerede kommet mere effektive 2. generationsprodukter på det danske marked. Men da kvaliteten af de produkter, der udbydes på markedet, fortsat er meget svingende, er der generelt brug for en kritisk vurdering.

Produkterne på det kraftigt voksende LED-marked markedsføres med meget forskellige og ofte upålidelige data for levetid, farvegengivelse m.v. De mange nye leverandører gør det vanskeligt for almindelige forbrugere at tage stilling til det brogede udbud.

For at kunne vælge den mest hensigtsmæssige LED-løsning til et bestemt belysningsbehov er det vigtigt at kunne specificere krav til lysets egenskaber og kvalitet, herunder til farvetemperatur, farvegengivelse, levetid, lysmængde og energiforbrug. Resultaterne fra dette projekt understreger behovet for, at der udvikles internationale standarder for, hvordan disse parametre skal opgives og dokumenteres. Men indtil da kan projektets vurderingskriterier anvendes som en slags rettesnor for, hvad der bør efterspørges.

Projektet har desuden vist, at producenter af lyskilder og armaturer bør arbejde videre med de problemer med små lysmængder, multiple skygger og støj, som blev afdækket under de lys-tekniske målinger.



Kun et mindre antal lyskilder og armaturer kunne leve op til de faglige krav til indendørs arbejdsbelysning.

Effekt:

Som fremtidens lyskilde rummer LED-teknologien et stort potentiale for energieffektivisering. En fortsat teknologisk udvikling med bedre lysudbytte og bedre farveegenskaber kan gøre LED til et reelt alternativ til de fleste af de eksisterende lyskilder. Det er endnu ikke muligt på en troværdig måde at kvantificere potentialet for elbesparelser i det danske samfund, men amerikanske analyser vidner om, at LED på 20 års sigt kan erobre omkring halvdelen af belysningsmarkedet. Det danske energiforbrug til belysning udgør omkring 5.500 GWh om året.

Lysdioderne vil inden for de næste 5-10 år kunne konkurrere med

en stor del af de mere traditionelle belysningsløsninger, når det gælder energieffektivitet og lystekniske egenskaber. Men det vil formentlig tage mange år, før lysdioder bliver et simpelt og billigt standardprodukt, der også økonomisk kan konkurrere med

lystofrør, sparepærer og halogenlys-kilder.

Selv om markedet for simple erstatningslys-kilder med E27 og

E14 gevind formentlig vil udvikle sig kraftigt, findes det største potentiale for god og energieffektiv belysning i dedikerede løsninger, som udvikles fra grunden med henblik på den optimale udnyttelse af LED-teknologiens særlige egenskaber.

“LED-produktdata er i mange tilfælde så forskelligartede og upålidelige, at der bør udvikles en standard for, hvordan de opgives og dokumenteres”

“
www.elforsk.dk
”

Kontaktperson:

Kenneth Munck
Dansk Center for Lys
Engholmvej 19
3660 Stenløse
E-mail: km@centerforlys.dk
Telefon: 47 17 18 00
Web: www.centerforlys.dk

Projekt:

Titel: Kvalitetsvurdering af armaturer med LED-lys-kilder
Nr.: 339-040
PSO Program 2007
Budget: 1.847.555 kr., hvoraf 957.360 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2007 – 31.08.2009

Programkoordinator:

Forskningskoordinator
Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frederiksberg C.
E-mail: jbj@danskenergi.dk
Telefon: 35 300 934
Web: www.elforsk.dk