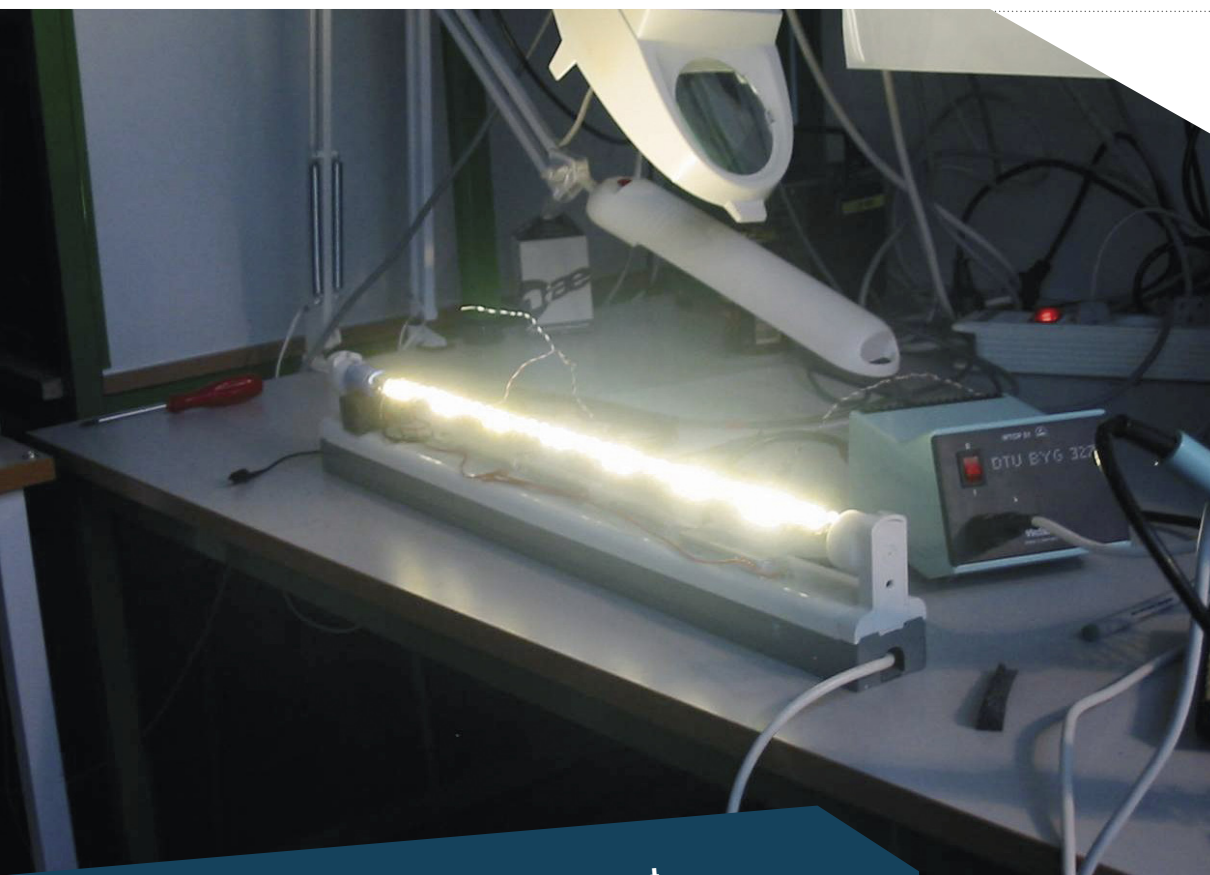


PSO 2004 - FORSKNING & UDVIKLING I EFFEKTIV ENERGIANVENDELSE

LED-baseret lyskilde til erstatning af lysstofrør



Test af den varm hvide prototype.

Udvikling og test af tre prototyper egnet til at erstatte traditionelle lysstofrør til forskellige formål



danskenergi | net

ELFORSK

RESUMÉ:

Under projektet er der udviklet og testet tre forskellige prototyper af LED-baserede lyskilder for hhv. hvidt lys, varmt hvidt lys og gult lys. Lyskilderne var designet, så de direkte kunne erstatte traditionelle lysstofrør. Pga. visse konstruktionsmæssige mangler lykkedes det ikke at opbygge prototyperne, så de i fuldt omfang kunne leve op til

de forventede egenskaber, hvad angår lysstyrke, farvetemperatur og Ra-indeks. Billigere og mere effektive lysdioder kan imidlertid gøre "LED-lysstofrør" mere attraktive, især til belysning i kolde rum. Der er derfor basis for et fortsat udviklingsarbejde.

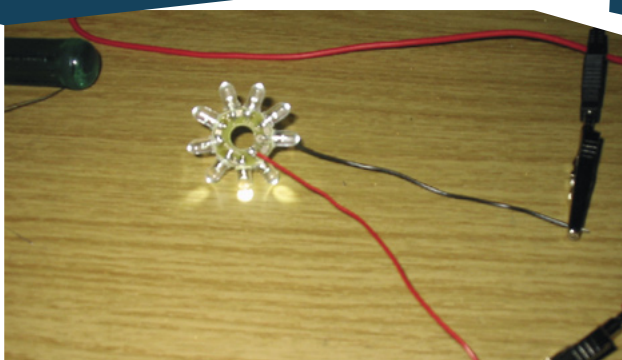
MÅLSÆTNING:

Det har været projektets målsætning at udvikle en opfindelse af en LED-baseret lyskilde (lysdioder) fra idéstadiet til en gennemtestet prototype med tilknyttet international patentering af opfindelsen, så der tilvejebringes et juridisk grundlag for en senere produktmodning og kommercialisering af opfindelsen.

Opfindelsen består i en ny type lysstofrør, hvor de traditionelle komponenter er erstattet af lysdioder. Inden for projektets rammer skulle der udformes tre forskellige prototyper for hhv. hvidt lys og gult lys til erstatning af lysstofrør samt UV-lysdioder til erstatning for solarierør. Alle prototyper skulle testes af en uvildig instans.

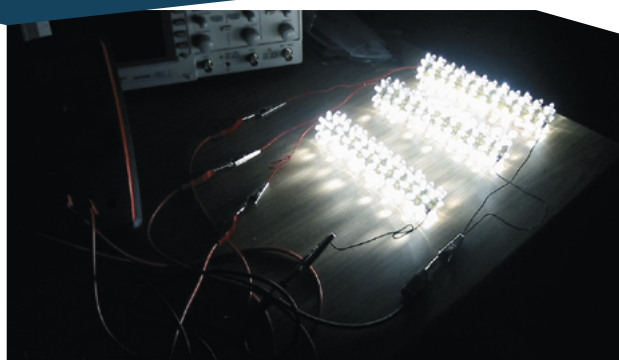
DET FØRSTE NICHEMARKED FOR LED-BASEREDE LYSKILDER SOM ALTERNATIV TIL LYSSTOFRØR VIL FORMENTLIG VÆRE BELYSNING I KØLE- OG FROSTRUM

FIGUR NR. 1



Radialplan til den hvide prototype i dagslys.

FIGUR NR. 2



Alle tre radialplangrupper til den hvide prototype liggende side ved side.

PROCESSEN:

Projektet er blevet gennemført af AKJ Inventions med økonomisk støtte til de materialer og tests, der var nødvendige for at opbygge og afprøve de tre prototyper. Selve udviklingsarbejdet er udført som et eksamensprojekt i løbet af godt et års tid. Ud fra den grundlæggende idé om at designe en LED-baseret lyskilde med dimensioner, der svarer

til et traditionelt 18 W lysstofrør, er der udviklet tre forskellige prototyper: En varm hvid lyskilde, der blev udviklet i både 1. og 2. generations prototype, samt en hvid og en gul lyskilde. Den oprindelige idé om en prototype med UV-lysdioder blev tidligt i projektet ændret til en prototype for varm hvid lyskilde.

FIGUR NR. 3



Den færdige hvide prototype inde i plexiglasrøret, monteret i et armatur, klar til tests.

Den varme hvide lyskilde havde farvegengivelse som optimerings-sigtepunkt og sigtede derfor efter et Ra-indeks for naturtro farvegengivelse på mindst 90. Den hvide lyskilde, hvis optimerings-sigtepunkt var det størst mulige lysudbytte, skulle have et lysudbytte på mindst 65 lumen/W. En lyskilde baseret på gule lysdioder til gade- og vejbelysning skulle opnå et lysudbytte på mindst 111 lumen/W.

AKJ Inventions testede fire forskellige lysdioder til hver af de tre prototyper – 12 i alt, hvorefter de bedst egnede blev testet for den optimale strømforsyning, og på det grundlag blev det endelige design af prototyperne lagt fast.

RESULTATER:

Prototyperne blev testet hos DELTA Lys & Optik for lysstrøm, farvetemperatur, Ra-indeks samt lysudbytte i form af lumen/W. Det foregik dels i instituttets fotometerkugle, dels i et fotospektrometer.

Den varm hvide prototype kunne ikke gennemføre den forventede test i fuldt omfang, da overophedning under testen medførte, at både effektmodstande og nogle af lysdioderne gik løs. Prototypen nåede at få målt en lysstrøm på ca. 700 lumen ved start og 466 lumen efter 10 minutters drift – væsentligt under de knap 900 lumen, der var beregnet. Overophedning var også årsag til, at testen i fotospektrometeret blev afbrudt efter ca. 10 minutter.

Den hvide prototype opnåede en lysstrøm efter en halv times tænding på 464 lumen, knap halvdelen af den forventede lysstrøm på 1150 lumen. Årsagen til det beskedne udbytte er formentlig en kombination af, at hoved-

parten af dioderne ikke fik tilstrækkelig spænding over sig til at trække den strøm, der var angivet i databladet, en for kraftig varmeafgivelse, og at en del af lysstrømmen blev absorberet i plexiglasrøret. Testen i fotospektrometeret viste, at prototypen med et Ra-indeks på 81,9 fint levede op til kravspecifikationen, mens farvetemperaturen på 8805 Kelvin var højere end målsætningen.

Den gule prototype viste en lysstrøm på 96 lumen – markant under de forventede 907 lumen. En væsentlig årsag til, at den gule lys blev absorberet i plexiglasrøret. Testen i fotospektrometeret viste et så gult lys, at det ikke var muligt at angive et Ra-indeks og en farvetemperatur. Med de testede farveegenskaber kan prototypen alene regne med at blive et alternativ til lavtryk natrium lamper, der i forvejen har en meget høj energieffektivitet.

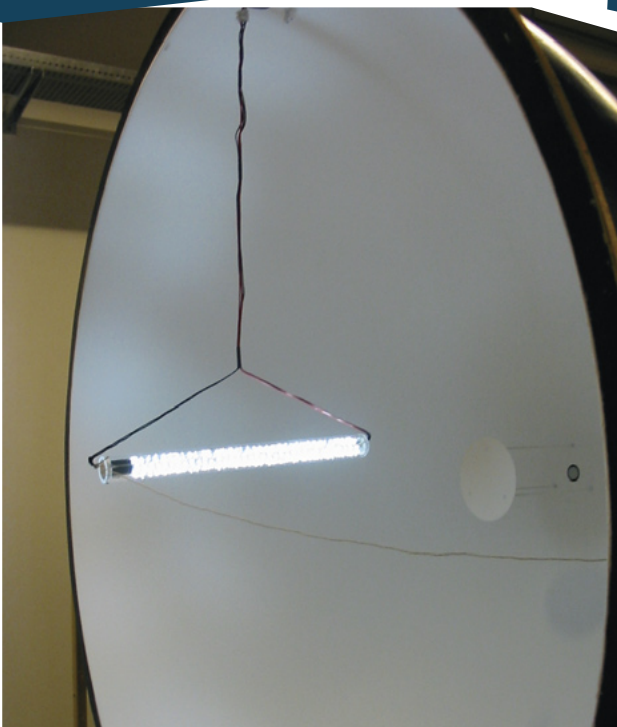
KONKLUSION:

De noget skuffende testresultater understreger, at der endnu forestår et omfattende udviklingsarbejde, før diodelyskilder direkte kan erstatte traditionelle lysstofrør. Den grundlæggende teknologiudvikling hos de internationale diodeproducenter tegner fortsat meget lovende – med en langt hurtigere vækst i effektivitet og fald i produktionspris end forventet for blot nogle få år siden.

Denne udvikling vidner om, at hvis det lykkes at løse nogle af de design- og konstruktionsmæssige mangler, som blev afsløret under de gennemførte tests hos DELTA Lys & Optik, kan der relativt hurtigt skabes et nichemarked for diode-lysstofrør inden for belysning i køle- og frostrum, hvor dioderne har særlige fordele i sammenligning med traditionelle lysstofrør.

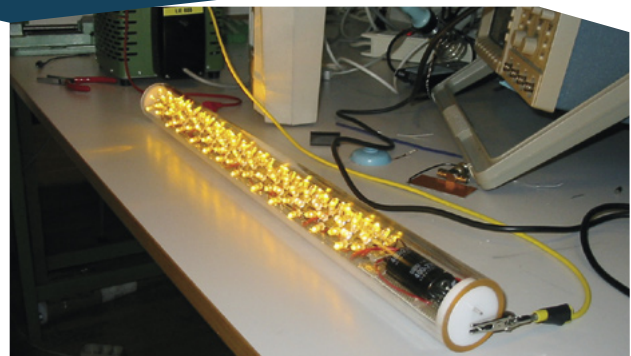
BILLIGERE OG MERE EFFEKTIVE LYSDIODER I ET TERMODYNAMISK VELFUNDERENDE DESIGN KAN PÅ SIGT BLIVE ET ATTRAKTIVT ALTERNATIV TIL LYSSTOFRØR

FIGUR NR. 4



Den hvide prototype monteret til test i fotometerkuglen.

FIGUR NR. 5



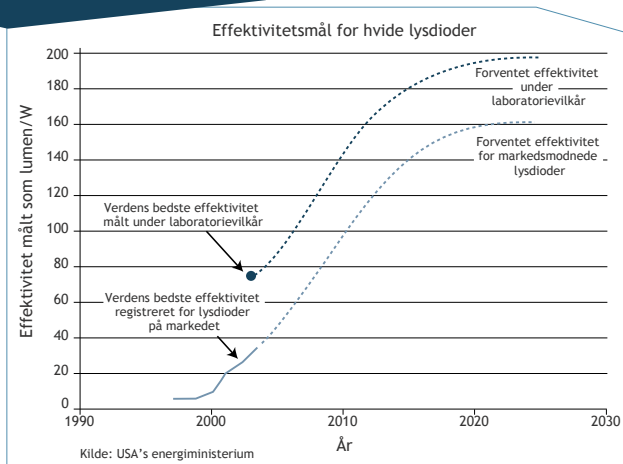
Test af den gule prototype, monteret i plexiglasrøret.

HVAD KAN PROJEKTET BRUGES TIL?

Resultaterne hos DELTA Lys & Optik viser, at fremtidige prototyper skal dimensioneres langt mere præcist i den termodynamiske konstruktion, baseret på egentlige beregninger. Desuden skal lysdioderne forsynes med den typiske spænding ifølge leverandørens datablad, og der skal arbejdes

for at finde et rør-materiale til lyskilden, der absorberer mindre af lysstrømmen end det plexiglasrør, der blev brugt til projektets prototyper. Det potentielle marked for diode-lystofrør er så stort, at der er basis for et betydeligt udviklingsarbejde inden for en række applikationer, der på sigt kan udmøntes i kommercielt konkurrencedygtige produkter, når lysdioderne fra de internationale producenter inden for få år har nået et forhold mellem effektivitet og pris, der er konkurrencedygtigt med traditionelle lyskilder. De seneste uvildige tests af nyudviklede hvide lysdioder fra CREE har påvist en effektivitet på mere end 130 lumen/W.

FIGUR NR. 6



For et par år siden forventede det amerikanske energiministerium (DOE), at hvide lysdioder ville nå en effektivitet under laboratorievilkår målt som lumen/W på ca. 100 i 2006, men producenten CREE har i september 2006 fået målt ca. 130 lumen/W.

Projektet vidner om, at dette marked for LED-lystofrør i første omgang kan udvikles inden for køle/fryse-applikationer, fordi lysdioderne yder en større lysstrøm i kolde omgivelser og ikke afgiver så megen varme til omgivelserne som andre lyskilder.

EFFEKT:

I takt med den fortsatte teknologiske udvikling af LED vil lyskilder baseret på dioder i stigende omfang kunne konkurrere økonomisk med traditionelle lysstofrør. Med op til fem gange længere levetid har diodelyskilder store fordele i sammenligning med lysstofrør i form af færre udskiftninger, lavere elforbrug og mindre mængder affald af mindre problematisk karakter. Hertil kommer, at diodelyskilder – herunder også de direkte alternativer til lysstofrør – kan konstrueres med forskellige farver dioder, så der opnås netop den farvetemperatur, som slutbrugerne efterspørger.

Under projektet viste en producent af køle/frost-møbler interesse for AKJ Inventions' grundlæggende ide – ikke mindst over for den varm hvide prototype. Det er derfor AKJ Inventions forhåbning, at der inden for den danske kølebranche og belysningsbranche vil være interesse i at deltage aktivt i en videreudvikling af de første prototyper, således at der kan være udviklet brugbare lyskilder, når lysdioderne er blevet så effektive og billige, at de driftsøkonomisk er blevet et attraktivt alternativ til lysstofrør.

Der sælges årligt 6,15 mio. lysstofrør i Danmark og mere end 550 mio. i EU, så der burde være et stort potentielt marked for mere energieffektive LED-lystofrør med ekstra lang levetid.

WWW.ELFORSK.DK

PROJEKTLEDER:

Allan Krogh Jensen
AKJ Inventions
Langdraget 15, 1. th.
2700 Vanløse

E-mail: allan@akji.dk
Telefon: 20 82 43 83
Web: www.akji.dk

PROJEKT:

Titel: LED baseret lyskilde til erstatning af lysstofrør
Nr.: 336-021
PSO Program 2004
Budget: 160.000 kr., heraf 160.000 kr. i tilskud fra ELFORSK
Tidsplan: 01.03.2004 – 30.03.2005

PROGRAMKOORDINATOR:

Forskningskoordinator Jørn Borup Jensen
Dansk Energi Net
Rosenørns Allé 9
1970 Frederiksberg C

E-mail: jbj@danskenergi.dk
Telefon: 35 300 934
www.elforsk.dk