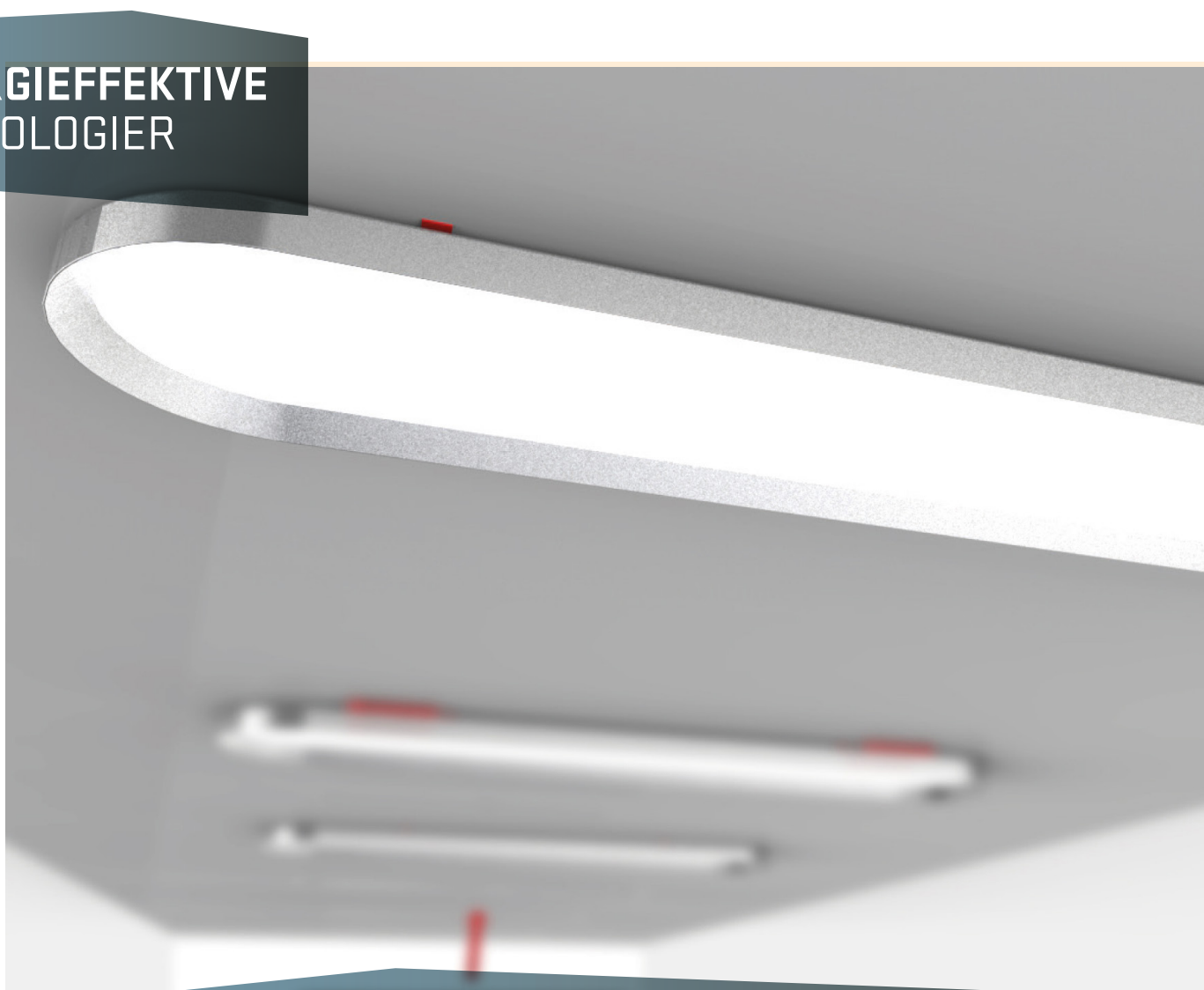


# BELYSNING/LED-BELYSNING

ENERGIEFFEKTIVE  
TEKNOLOGIER



EN BLÆNDFRI LOFTLAMPE MED LANG LEVETID OG ELBESPARELSER PÅ MINDST 45 % ER UDVIKLET TIL SYGEHUSE OG ANDRE OFFENTLIGE BYGGERIER. NAVNET PÅ DET NYE ARMATUR ER DUO OG BLEV SAT I PRODUKTION I FORÅRET 2016.

---

PROJEKT 343-064 DEL B  
Energieffektiv belysning i det offentlige rum – sygehuse

## MÅLSÆTNING:

Slagelse Sygehus stod over for en stor opgave, da de i 2012 startede på processen omkring udskiftningen af hele grundbelysningen i lofterne. Ikke mindst fordi løsningen skulle opfylde mange krav til funktionalitet, energiforbrug og trivsel for patienter, besøgende og medarbejdere.

## MÅLGRUPPE:

Projektet udnytter til fulde LED-teknologien, der med sin fleksibilitet og intelligente styring skaber nye muligheder for at forbedre indeklima og funktionalitet for patienter, besøgende og personale – en blandet gruppe med yderst forskellige behov og ønsker til belysningen, f.eks. i personalerum, stuer, opholdsrum, gange og behandlingsrum.

Som en særlig feature kan den nye belysning, ligesom dagslyset, skifte lysintensitet og farvetemperatur i løbet af døgnet og dermed hjælpe medarbejdere og patienter med at opretholde en naturlig døgnrytme. Dette ligger i forlængelse af et andet ELFORSK projekt 344-047, der har vist, at vi med intelligent styring af LED-belysning kan efterligne døgnrytmen i det naturlige lys og opnå bedre trivsel.

## PROCESSEN:

Projektgruppen bestod af Morten Lyhne og Christian Flindt Design, der stod for design og projektledelse, DTU Fotonik og Statens Byggeforskningsinstitut (SBI-AAU), der begge bidrog i projektet med specialviden om sygehusbelysning, lystekniske tests, brugerundersøgelser og dokumentation. Projektets sidste del foregik i et samarbejde mellem designere, elektronikvirksomheden LEDlight Components og sygehusets energikoordinator, som repræsenterer slutbrugerne.

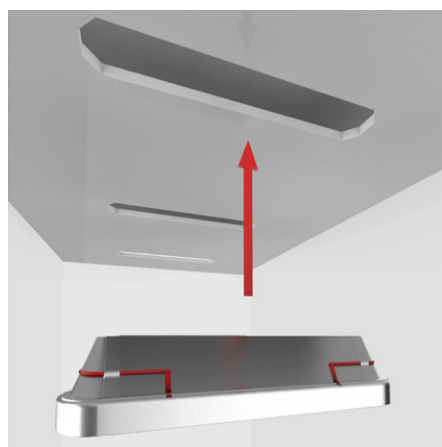
Armaturløsning og styring er undervejs testet, målt og verificeret på DTU Fotoniks avancerede Quality Lab, så Slagelse Sygehus kunne være sikre på at få en optimeret belysningsløsning. SBI har gennemført i alt tre spørgeskemaundersøgelser blandt brugerne. Resultaterne viser, at en større andel oplevede belysningsniveauet som tilpas og tilfredsstillende efter ændringen af lysarmaturerne. Dog var der en tendens til, at hudfarver oplevedes mindre naturlige med den nye belysning. Dette er en kendt utilsigtet egenskab ved LED lys, der ofte har en lav R9-værdi (gengivelse af røde pigmenter i huden). Omvendt var der færre lyd- og blændingsgener, og færre respondenter oplevede, at lyset blinkede eller flimrede.

Vurderingen fra sygehusledelsen var, at en LED-baseret løsning var mest fremtids sikker og bedst kunne honorere de mange ønsker til den gode belysning. Da de samtidig ønskede at beholde de eksisterende akustik-lofter uden at ændre loftshullerne til lamperne besluttede sygehusledelsen at starte projektet. Målet var at udvikle et nyt og energieffektivt LED-loftarmatur, der kan indpasses i lofter for erstatning af lysstofrør samt højne kvaliteten i forhold til elforbrug, blænding og rengøring.

Udviklingen af armaturerne til Slagelse Sygehus er anden del af ELFORSK projektet 343-064 om udvikling af bedre LED-belysning til det offentlige rum. Den første del omhandler design af et energieffektivt og blændfrit LED-armatur til et stiforløb i Viborg Kommune, og principperne for det blændfri lys er videreført i dette projekt.

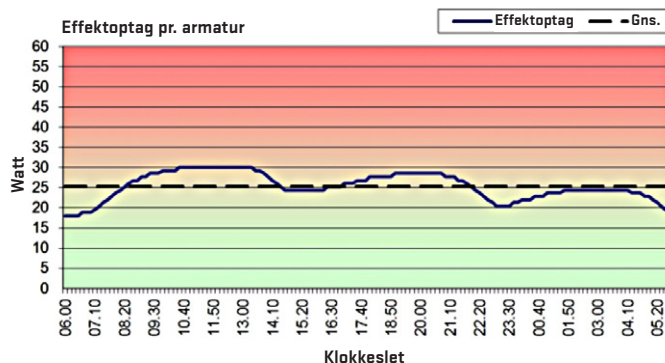


Armaturrenes lysintensitet og farvetemperatur styres intelligent, så lyset følger dagslyset og understøtter medarbejdere og patienters naturlige døgnrytme. Til venstre en koldere farvetemperatur med høj Kelvin-værdi til højre en mere varm farvetemperatur med lav Kelvin-værdi.



Opsætning af de nye LED-armaturer på gange og patientstuer, hvor armaturet passer præcist i hullerne fra de tidligere loftsarmaturer.

Grafen viser, at de nye LED-armaturer har et gennemsnitligt effektoptag på 25 W. Det er væsentligt lavere end de tidligere lysstofrørsarmaturer, hvor effektoptaget var 36 W.

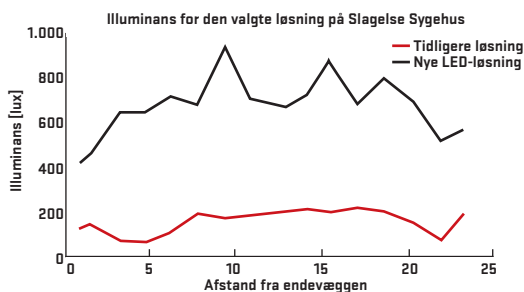


## RESULTATER:

Efter projektets afslutning står projektgruppen med et blændfrit, ellipseformet armatur med lang levetid og en elbesparelse på omkring 45 %. Som et supplement til standardarmaturet har de udviklet en lysstyring, der gør det muligt at afprøve LED-teknologiens potentiale for ikke-energimæssige fordele, som f.eks. bedre trivsel.

Armaturet lanceres i tre størrelser og tilbyder en række designmæssige, funktionelle og energimæssige fordele:

- Væsentlig højere energieffektivitet og lysintensitet end en gennemsnitlig arbejdsbelysning.
- Afskærmning af lyskilden og blændfrihed under optimal udnyttelse af lyset.
- Intelligent styring af lysintensitet og farvetemperatur understøtter en naturlig døgnrytme.



Figuren viser luminansen som funktion af afstanden til endevæggen i sygehusgangen. Som det ses, er luminansen væsentlig højere med den nye belysning end med den tidligere – faktisk mere end 4 gange højere.

**DE NYE ARMATURER ER ENERGIEFFEKTIVE OG LETTE AT VEDLIGEHOLDE OG GIVER PATIENTER OG MEDARBEJDERE ET FUNKTIONELT OG BEHAGELIGT LYS.**

## EFFEKT:

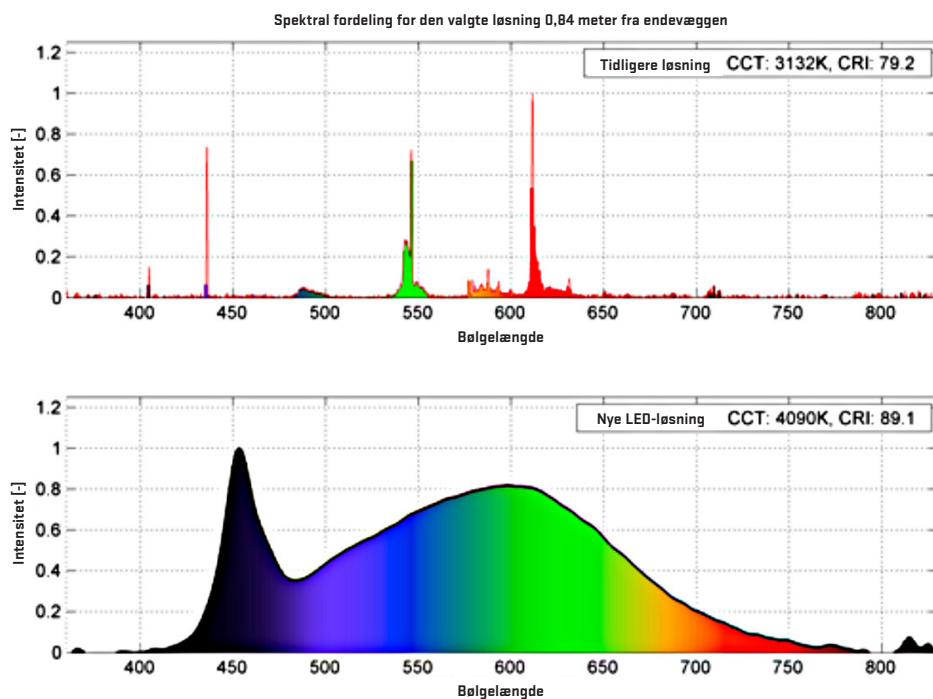
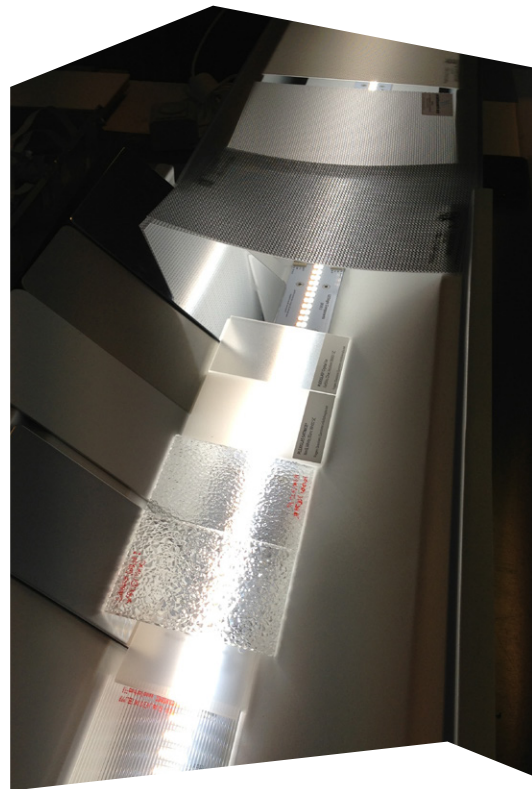
Den nye belysningsløsning kan ved et samlet effektoptag på blot 22W inkl. forkobling give den samme mængde lys som det eksisterende lysstofrørsarmatur med et samlet effektoptag på 40 W inkl. forkobling. Ved udskiftning af 1.640 armaturer fordelt på 3 forskellige effektstørrelser – med et samlet forbrug på ca. 710.000 kWh/år – med tilsvarende antal LED armaturer, vil sygehuset minimum kunne spare 234.000 kWh/år (33%) samtidig

temperatur understøtter en naturlig døgnrytme.

- Nem montering i de eksisterende lofter og tilslutning med et enkelt stik.
- Lukket og støvtæt enhed, der er let at rengøre.
- Dæmpbart ved DALI styring (Digital Addressable Lighting Interface, en protokol for lysstyring) og valgfri farvetemperatur op til 6.500 K.
- Design, der følger den gennemgående linje for Slagelse Sygehus.

Produktionen af det nye LED-armatur DUO startede i foråret 2016. En stor del af de første 200 lamper er allerede sat op og implementeret på Slagelse Sygehus i løbet af sommeren 2016 og resten opsættes i efteråret.

*Det nye blændfri LED-armatur er formet som en ellipse og designet, så det både er nemt at montere og rengøre.*



Når man analyserer spektralfordelingen og sammenholder de to belysningers farvegengivelse, ses det, at lyskvaliteten er noget højere for den nye LED-løsningen end den tidligere lysstofrørløsning.

med, at krav om lux over 200 overholdes. Ved yderligere at benytte dagslystyring kan der opnås op til 60 % energibesparelse og op til 75 % energibesparelse ved tilføjelse af bevægelses sensorer.

På Slagelse Sygehus er beregnet en direkte energibesparelse på 45 %. Det betyder, at de nye lysarmaturer er så energieffektive, at den beregnede tilbagebetalingstid ligger

helt nede omkring 5 år. Bliver belysningen desuden dæmpbar, som det er foreslået i projektet, kan energibesparelsen blive meget højere – og tilbagebetalingstiden dermed endnu kortere. Med projektet er det lykkedes at skabe en energibesparende belysning, der både overholder Byggeloven - BR15 DS/EN 12464-1 og belysningskravene i DS700, uden at det er gået ud over lysets kvalitet og æstetiske værdier.





**ARMATURET HAR EN VARIABEL, RETNINGSORIENTERENDE LYSSPREDNING, DER FOREBYGGER BLÆNDING OG SPARER MELLE 30 OG 50 % AF ENERGIFORBRUGET.**

### Projektledelse

Christian Flindt  
Christian Flindt Design  
Gammel Kongevej 167C, 1. tv.  
1850 Frederiksberg C

Telefon: 26 709 918  
E-mail: [info@christianflindt.dk](mailto:info@christianflindt.dk)  
Web: [christianflindt.dk](http://christianflindt.dk)

### Projekt

Titel: Energieeffektiv belysning i det offentlige rum – Del B  
Nr. 343-064  
PSO Program 2011  
Budget i alt Del A og B: 1.711.000 kr. hvoraf 1.049.000 kr. i tilskud fra Dansk Energi  
Tidsplan: 01.03.2011 – 31.03.2016

### Programkoordinator

Jørn Borup Jensen  
Dansk Energi  
Vodroffsvej 59  
1900 Frederiksberg C

Telefon: 35 300 934  
E-mail: [jbj@danskenergi.dk](mailto:jbj@danskenergi.dk)  
Web: [www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)

## HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

Den nye, blændfri LED-belysning, som er blevet testet på Slagelse Sygehus, er en innovativ løsning, der kan inspirere hele sygehussektoren. På sygehuset er de så tilfredse med løsningen, at de har bestilt hele 1.750 armaturer, hvoraf de første blev leveret i sommeren 2016. Slagelse Sygehus har valgt at installere den mest avancerede version med dynamisk dagslysstyring, der døgnet rundt varierer i intensitet og farve og støtter patienter og medarbejderes naturlige døgnrytme og trivsel.

Interessen for armaturet har været stor, og producenten LEDlight Components er i dialog med en række andre sygehuse, som står over

for de samme udfordringer med lysstofrørarmaturer, der skal udskiftes. Projektteamet arbejder samtidig på at udvikle flere varianter, så armaturet vil kunne fås i et bredt udvalg af generiske former, men også vil kunne skræddersys til specifikke byggeprojekter.

Projektet er et godt eksempel på, at kommuner og regioner med fordel kan vælge et bredere fokus end indkøbsprisen og værdien af energibesparelsen alene, når belysningen skal fornyes. Der kan være store gevinster at hente ved også at inddrage kvalitet, levetid og de store afledte fordele, som intelligente LED-løsninger tilbyder.



Opsætning af de nye LED-armaturer på gangarealer og patientstuer.

