

MAJ 2005

MILJØ DESIGN TEKNIK

NR 02

LYS

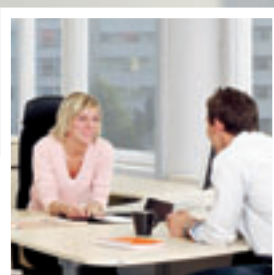
OPERAEN

H.C. ANDERSEN I PARKEN

TEMA - STYRING OG REGULERING

INDIGO

Design by Fagerhult



Armaturserien Indigo forener energieffektivitet med god lyskomfort, udviklet for rum hvor lysets indflydelse spiller en vigtig rolle. Indigoarmaturernes lysfordeling giver en stimulerende og ergonomisk rigtig lyssætning.

Indigo-serien omfatter fire forskellige armaturer – de indbyggede Indigo Ed2, Indigo Combo og Indigo Dual og den udvendigt monterede Indigo Clivus. Med sin kombination af direkte og indirekte lys skaber Indigo komfortable og blændfrie arbejdsmiljøer.

Forsidefoto:

Operaen.

Foto: Ulrich Spahn Klausen

**LYS er et dansk tids-
skrift, der behandler inden-
og udenlandske lystemaer.**

17. årgang nr. 2
Maj 2005

Udgiver

Lysteknisk Selskab

RedaktionKenneth Munck (ansvh. chef-
redaktør)

Dorte Gram (redaktør)

Maiken Lindberg (red. sekr.)

Poul Erik Pedersen

Vibeke Clausen

Gunver Hansen

Anette Velk

Ulrich Klausen

Layout

Lysteknisk Selskab

Teknisk Produktion

Glumsø Bogtrykkeri

AnnoncerMaiken Lindberg, Lysteknisk
Selskab.**Pris**

D. Kr. 75,00 pr. nr.

D. Kr. 219,00 p. a.

inkl. fors. + moms

leveret i Danmark

Lys udkommer 4 gange p.a.

Forfatterne alene er ansvar-
lige for artiklernes indhold,
der ikke nødvendigvis udtryk-
ker udgiverens anskuelse.

© Eftertryk af artikler og illu-
strationer må kun ske efter
aftale med redaktionen.

ISSN: 0904-7824

LYS

Lysteknisk Selskab

Engholmvej 19

Postboks 28

3660 Stenløse

Tlf.: +45 47 17 18 00

Fax.: +45 47 17 08 32

e-mail: information@lysteknisk.dk

Hjemmeside: www.lysteknisk.dk



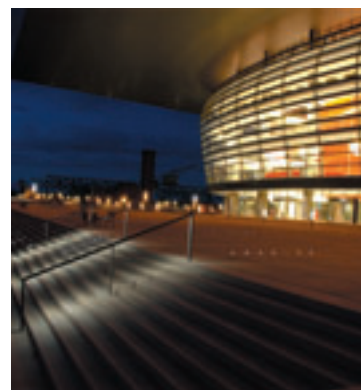
Medlem af Dansk Fagpresse.

5 Operaen i København

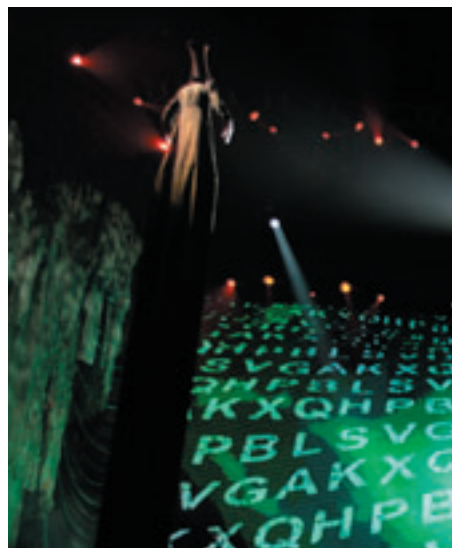
Operaen på Holmen er et orgie af detaljer og oplevelser bundet sammen af en omfattende designplan for lyset og belysningen.

De mange velgennemtænkte belysningsløsninger understreger og fremhæver arkitekturen og udsmykningen.

LYS har bl.a. talt med lysdesigner Keith Bradshaw og med Rambøll, der er rådgivende ingeniør på Operaen.

**12 Euroluce 05**

På belysningsmessen i Milano var der store, dekorative, skulpturelle armaturer og mange lamper med farvede skærme. Lys bringer en reportage fra messen.

**16 H.C. Andersen i Parken**

H.C. Andersens 200 års fødselsdag blev fejret i Parken med showet "Once upon a time". Parkens indre var til lejligheden transformeret om til et eventyrunivers, hvor lyset spillede en afgørende rolle for oplevelsen af de velkendte eventyr.

- 4** Leder
- 5** Opera med lysdioder og fiberoptik
- 9** Lydløst design i Operaen
- 12** Euroluce 05
- 16** Lysende søjler skaber eventyrstemning
- 19** Københavns Energi
- 22** Styring, overvågning og regulering af vejbelysting
- 24** Projekt styring og regulering
- 26** Lysregulering - Teori og praksis
- 30** Lysuddannelse som fjernundervisning
- 32** Intet lysdesign uden lysstyring
- 33** Lysstrejf
- 34** Dynamisk tunnelbelysning i Nykøbing Falster
- 36** Hvilken by skal tildeles "Årets Ude-lyspris 2005"?
- 38** Flintholm: Lysdesign anno 2054
- 39** Lysets Dag 2005
- 39** Lysstrejf
- 40** UngtLys
- 42** Leverandøroversigt
- 44** NavneNyt
- 45** ProduktNyt
- 46** Kalender

Lysdesign og lysstyring er tæt forbundet



Kenneth Munck,
ansvarsh. redaktør.

Lysdesign er et voksende område i Danmark. I store komplekse bygninger som det nye Radiohus og Operaen, har belysningen og lysdesignet naturligt sit helt eget fokus og egne specialister til at udvikle ideer og koncepter, men i de mere almindelige byggerier halter det både med lysdesignet og med at få lysstyringssystemerne til at fungere.

I den nye opera, som vi har besøgt til dette nummer af Lys, hænger lysdesignet meget tæt sammen med styringsmulighederne. I Operaen er valgt en række dynamiske løsninger, hvor farvetemperaturen ændres i takt med sol- og himmellysets farve. Det er meget flot og virker særdeles raffineret. Men uden styringsmulighederne var det ikke muligt at få kunstlysets farvetemperatur til at matche dagslysets fra solopgang til solnedgang.

Det er også styringerne, der sikrer, at forholdet mellem dagslyset og kunstlyset afstemmes, så man udnytter dagslyset optimalt og lader den kunstige belysning træde til i takt med, at dagslysmængden falder.

At lysdesign og lysstyring indgår som en vigtig del i så store anlæg og byggerier som Operaen, medfører at man finder løsninger der fungerer. Både fordi belysningen er en del af den arkitektoniske helhed, og fordi der anvendes mange penge på de tekniske løsninger, der skal få arkitektur, æstetik og funktion til at hænge sammen.

I mange "hverdagsopgaver" i de mere almindelige kontorbyggerier er der også tænkt i dagslys og behovet for oplevelser og avancerede lysstyringsmuligheder. Problemet er bare her, at der er mange steder, hvor systemerne ikke fungerer efter hensigten. Enten fordi de tekniske styringsinstallationer ikke fungerer optimalt, eller fordi betjeningen af dem er så vanskelig eller besværlig, at de aldrig kommer til at fungere i praksis.

Derfor har Lysteknisk Selskab sammen med Statens Byggeforskningsinstitut og DELTA startet et nyt projekt, der skal sikre, at lysstyringssystemer i højere grad end i dag kommer til at virke efter hensigten.

Lysstyringssystemerne står i dag samme sted, hvor styringerne til varme- og ventilation var for ca. 10 år siden. Teknologien og komponentleverandørerne inden for varme og ventilation kunne levere det fornødne udstyr, brugerne ville gerne have det, for at spare på driftsomkostningerne og på energien, men det var uhyre vanskeligt at få de færdiginstallerede systemer til at virke i praksis. Årsagerne til problemerne var der mange af, og de ligner meget lysstyringens problemstillinger med uklare enterprisegrænser, manglende kravspecifikationer, upræcise indreguleringsrutiner og måske ingen afleveringsprocedurer. Det er projektets langsigtede mål at få fastlagt procedurer for disse områder samt at give brugbare redskaber til de mange parter, der er involveret når lysstyringssystemer skal implementeres.

Lysdesign og lysstyring er tæt forbundet og begge kræver ganske naturligt, at der ofres den nødvendige omhu og at der afsættes ressourcer, samt ikke mindst at begge dele helt fra begyndelsen tænkes med ind i bygningens arkitektur og anvendelse.

Opera med lysdioder og fiberoptik

Operaen på Holmen er et orgie af detaljer og oplevelser bundet sammen af en omfattende designplan for lyset og belysningen

AF KENNETH MUNCK

Oplevelsen og sanserne får et gevaldigt spark, når man træder ind i det nye operahus. Olafur Eliassons nye og allerede berømte prismelyskugler vælter en i møde med en fest af farver, spejlinger og lysbrydninger. Ahornskallen eller konkyliden, som den kaldes, der svøber sig om hjertet - operasalen, er det næste man oplever. Den lyser med sin flotte ahornpatinerede krumme overflade. Om aftenen belyses træoverfladen nænsomt med køligt blåfarvede spots, mens den om dagen bades i dagslys. Operaen er virkelig noget, der fylder alle sanserne i det øjeblik, man træder ind i under operahusets enorme udhæng, og man mærker med det samme, at der ikke er gået på kompromis nogen steder – alle detaljer er gennemtænkt og meget smukt udført.

Belysningen er en perlerække af gennemtænkte belysningsløsninger, der understreger og fremhæver detaljerne, arkitekturen, udsmykningen og giver en fantastisk helhed.

Det er Jonathan Speirs og Keith Bradshaw fra engelske Speirs and Major Associates i Glasgow, som har været husets lysdesignere og som har haft ansvaret for publikumsområderne i foyeren, udenørs og på det vigtige auditorium.

Foyeren, som rummer både cafe og garderobe, er ikke bare en ventesal, men et sted man gerne vil ses i og betragte de

øvrige gæster. Det er således i foyeren og på de overliggende etager, man opholder sig, både når man bare er på besøg, og når man skal til de mange opera- eller balletforestillinger, som huset er skabt til.

Jonathan Speirs har på spændende vis valgt at bruge dynamisk lys, der i farvetemperatur følger dagslysets variation fra det kolde om morgenen til det varme om aftenen. En række spots er monteret helt oppe under taget hvor også dagslyset lukkes ind. Her blandes halogenlys af en varm og en kølig blå farve.

”Den grundlæggende ide i foyeren var egentlig meget simpel. Hjertet i bygningen - den store skal træder frem når man står på den anden side af havnen. Al anden belysning er supplement til den ide,” fortæller Keith Bradshaw, der virkelig har fået sat sit præg på, hvordan bygningen opleves.

Overflødhedshorn med tre kugler

Olafur Eliassons tre prismekugler er magneten i den store foyer. De består hver af 2000 stykker specialcoatet glas, der bryder lyset i flotte regnbuefarver. Kuglerne er desuden monteret med 330 små glødepærer, der spiller med, når solstrejf og dagslys ikke er til stede.

Belysningen på pladsen foran Operaen er dynamisk. Nedgravede lysdiodearmaturer skifter fra blåt til hvidt



Kuglerne og belysningen er med til at gøre et operabesøg til en stor oplevelse.

”Vi har været overvældet af den store interesse for at besøge huset, og har omkring 400 gæster i cafeen dagligt, som alene kommer for at se den nye bygning,” fortæller Det Kongelige Teaters tekniske direktør Nikolaj Jensen, der har ansvaret for driften af alle bygningens installationer.

Skalaer af hvidt lys

”Vi ønskede variationer i belysningen og valgte at arbejde med variationer af det hvide lys fra varmt til koldt, der varierer over dagen ligesom dagslyset,” siger Keith Bradshaw. Derfor arbejdes med skalaer af farvetemperaturer fra 2700 til 4000 K, som opnås ved at anvende to-rørsarmaturer, der blander lyset fra to lysstofrør med hver sin farvetemperatur. Herved kan opnås, at belysningen både kan dæmpes og at farvetemperaturen kan varieres i takt med, at der justeres

I foyeren er der arbejdet med variationer af hvidt lys fra varmt til koldt



på intensiteten af de to rør. En avanceret løsning med en stor effekt, der udnyttes til at få netop den farvetemperatur, der ønskes på forskellige tidspunkter af døgnet.

Princippet med at blande lys af forskellige farvetemperaturer er gennemgående og fungerer på tilsvarende måde i den store orkesterprøvesal 5 etager under jorden.

På selve konkyliden er den samme effekt opnået ved at blande varmt 2700 K halogenlys monteret under ovenlysvinduerne med halogenlys, der har passeret blåtonede filtre.

”Det svære i foyeren var de mange gangbroer. Om dagen dannede de mange flotte og bevægelige skygger, men om aftenen gav det mange kedelige statiske skygger, som vi var nødt til at opbløde. Det gjorde vi ved at belyse etagedækkenes forkanter og anvende dem til indirekte belysning”, fortæller Keith Bradshaw.

Spejlinger en udfordring

”Noget, der bekymrede os, var mængden af polerede overflader i foyeren. Lysdesignere kan pr. definition ikke lide spejlinger for så fanges øjet og armaturerne bliver synlige, og de skal ikke tage opmærksomheden. Derfor blev overfladerne diskuteret en hel del under møderne med arkitekten og bygherren. Det blev til en række kompromisser. De store ahornoverflader skulle være polerede for at virke som et strengeinstrument og vi valgte derfor at spille på refleksionerne, ligesom vi ser refleksioner i tagudhænget og i vandet udefra, men det har krævet meget energi at få det til at fungere”, fortæller Keith Bradshaw.

Den store sal

Det første man oplever, når man træder ind i den store sal, er en storslåethed og det enorme rum med op til 1700 pladser, hvor der er blevet plads til et utal af detaljer. På vejen igennem korridorerne er lyset justeret, så øjnene kan nå at tilpasse sig fra den meget lyse foyer til den mørke opera. På vejen ned til sin plads ledes man af flot indbygget lys i trapperne og af en stjernehimmel af lys, der funkler i det mørke rum.

Balkonkanterne er udsmykket med flere hundrede LED-paneler, der kan dæmpes og varieres i alle tænkelige mønstre. Hvert lysdiodepanel er nemlig DMX-styret og det betyder, at hvert panel kan dæmpes og programmeres individuelt. Den kreative anvendelse af lysdioder og fiberlys er med til at markere rum-



met og skaber en helt speciel magisk stemning, samtidig er loftet over salens gulv udsmykket med 24 karats bladguld, der giver rummet en varm og eksklusiv stemning af forventning.

”De to vigtigste ting vi gjorde i auditoriet var at anvende lysdioder og fiberoptik. Begge er tekniske komplekse, men begge løsninger fungerer rigtigt godt og er med til at give Københavns opera sin unikke stemning”, siger Keith Bradshaw.

Fiberoptik i salen

Til belysning på balkonerne er der konsekvent anvendt fiberlys samt spots på væggen. I loftet over de mange stolerækker er anvendt fiberlys, så tilskuerne kan orientere sig og læse programmer. Armaturerne er placeret i grupper á syv, der giver tilstrækkeligt lys og som samtidig giver en flot effekt af lysmarkeringer i loftet.

”Der er trukket 25 kilometer fiberlys og næsten alle lyskilderne er placeret uden for auditoriet af støjhensyn,” fortæller projektansvarlig Søren Nylin fra Det Kongelige Teater, der har været med under projekteringen af lyset. Det har dog ikke været teknisk muligt at placere lyskilden til fiberlyset uden for salen i alle tilfælde og her er anvendt fiberlyskilder uden ventilator monteret inde i auditoriet.

”Til disse løsninger er anvendt glasfibre, der tåler højere temperaturer end de øvrige, der benytter plastfibre”, siger Søren Nylin.

Fiberlysenhederne drives af en 150W halogenlyskilde, som hver forsyner 28 armaturer og der er arbejdet med filtre for at afstemme lysets farvetemperatur og for at reducere forskellen mellem glas og plastfibre.

Programmering af lyset

Kort inden forestillingen begynder, bliver lysdioderne spændte og ændrer intensiteten op og ned ligesom gnister der tændes af forventning. Samtidig dæmpes lyset i en bølge hen over salen fra bagerste række og frem til scenekanten og tilsvarende den anden vej, når forestillingen slutter. Det er med til at understrege den dramatiske og forventningsfulde stemning, lige før det hele begynder. DMX styringen af lyset gør samtidig, at der kan arbejdes med helt nye lyssætninger, og at det er enkelt at tilpasse de eksisterende lysscener til forskellige typer af arrangementer, hvis det skulle være nødvendigt

Arbejdslys

Salen og hele scenerummet er naturligvis også udstyret med rengørings- og arbejdslys, som kan dræbe enhver magiske stemning, men som til gengæld er effektivt, når der skal støvsuges, ryddes op eller arbejdes med nye opsætninger på scenen.

Orkestrets underjordiske prøvesal

Nederst i den store bygning ligger den store orkesterprøvesal, som har givet mange hovedbrud. ”Musikerne havde tidligere arbejdet i lysrørsbelysning med 850 lux. De var derfor meget bevidste om at de ville have 850 lux igen, men med halogenglødepærer i stedet for lysstofrør”, siger Keith Bradshaw.

Da man samtidig er fem etager under havoverfladen, var opgaven at etablere en belysning, så stemningen blev lys og luftig, så man ikke blev i dårligt humør af

Fiberlyset i loftet bidrager til den magiske stemning, når man kommer ind i salen



På trods af at orkestrets øvesal ligger 13 meter under havoverfladen virker rummet lyst og åbent

Foto: Ulrich Spahn Klausen

at arbejde i øvesalen, hvor orkestrene ofte sidder 8-10 timer i træk.

Da rummet har 10 meter til træloftet, som er udformet i bølger af hensyn til akustikken, var det en stor udfordring, der krævede en række prøvebelysninger med opbygning af flere mock-ups.

Løsningen blev at etablere en lysrørsbelysning skjult i kanten af loftet, så det virker som en slags ovenlys, der siver ned fra loftet.

For at opnå de 850 lux blev der monteret i alt 150 150 W halogen-downlights i loftet. Det store effektforbrug medførte, at ventilationssystemet måtte ændres for at bortlede de store varmemængder.

Ovenlyset er konstrueret ligesom i foyeren med en lysrørsløsning af to-farvetypen, der kan reguleres manuelt.

”Det var vigtigt at skabe både en fysisk og en psykologisk kobling til dagslyset, og derfor kan lysfarven og intensiteten reguleres,” fortæller Keith Bradshaw.

Det giver en perfekt illusion af, der faktisk kommer dagslys ned i rummet 13 meter under havoverfladen. Rummet føles dejligt lyst og er meget behageligt at opholde sig i.

”Vi var naturligvis spændte på, hvordan medarbejderne ville reagere på at skulle arbejde så langt under vandoverfladen, men ved hjælp af belysningen og de åbne, store rum, bliver man overrasket over hvor godt det virker”, fortæller Nikolaj Jensen.

Der er faktisk ikke den mindste fornemmelse af kælder eller underjordisk stemning i de nederste etager.

Usynligt lys på forplads

Forpladsen omkring operaen, der skal byde de festklædte gæster velkommen, er også belyst og udsmykket med lys.

”Ideen var her at belysningen og armaturerne skulle være usynlige om dagen, og når der ikke var nogen forestilling, men det kunne ikke lade sig gøre at gennemføre. I stedet valgte vi at oplyse pladsen forsigtigt, men således, at vi kunne udnytte de dynamiske effekter af lys og lysstyring. Eksempelvis skifter de nedgravede lysdiode-armaturer fra hvidt til blå, når limousiner, taxaer og biler kører op foran indgangen. Samtidig er der valgt flotte og enkle lysøjler der understreger at man er på vej ind i magiens verden,” fortæller Keith Bradshaw.

”Et af kravene fra bygherren til pladsbelysningen var, at man skulle kunne se ansigterne på de ankomende personer. Det stillede krav om lodret belysningsstyrke og der blev foretaget en række beregninger på dette område”, fortæller Bo Asplund og Henrik Balslev fra Rambøll, som har været Rambølls projektlederteam på belysningsområdet. ■

Fakta

Belysningsleverandører:

Louis Poulsen: LED, Riegens: lysrørsarmaturer, Møller & Rothe: halogenspot, Solar/Roblon: fiberlys, Fagerhult: lysrørsarmaturer, Intralux: torørsarmaturer, Lightmakers/Erco: downlights, Lampas: uden-dørslygter

Bygningen:

Antal rum: ca. 1200

Tagdimensioner (lxb): 158 x 90 meter

Bygningshøjde: 41 meter over havoverfladen og 12 meter under.

Størrelse: 41.000 kvadratmeter

Bygherre: A.P. Møller og hustru Chastine MC-Kinney Møllers Fond

Arkitekt: Henning Larsens Tegnesteue

Rådgivende ingeniør: Rambøll Danmark

El-entreprise: Kemp & Lauritzen

Lysdesigner: Speirs and Major Associates, Glasgow

Akustik: Arup Acoustics, Winchester

Teaterteknik: Theatre Planning, London