Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer

Formålet med rapporten er at give den projekterende et indblik i og en forståelse for den lange række af problemer, der kan og vil opstå i forbindelse med projekteringen af et nyt belysningsanlæg eller renovering af et eksisterende. For at relaterer teori til praksis har to paneler af sagkyndige på belysningsområdet gennemgået ni forskellige bygninger og belysningsanlæg for at vurdere belysningskvalitet og energieffektivitet. Rapporten henvender sig til rådgivende ingeniører og arkitekter samt fabrikanter og leverandører af belysningskomponenter.

1. udgave, 2004
ISBN 87-563-1192-3
ISSN 1600-8049
Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer

Steen Traberg-Borup, Statens Byggeforskningsinstitut
Vibeke Clausen, Lyseknisk Selskab
<table>
<thead>
<tr>
<th>Titel</th>
<th>Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Serietitel</td>
<td>By og Byg Resultater 032</td>
</tr>
<tr>
<td>Udgave</td>
<td>1. udgave</td>
</tr>
<tr>
<td>Udgivelsesår</td>
<td>2004</td>
</tr>
<tr>
<td>Forfattere</td>
<td>Steen Traberg-Borup, By og Byg; Vibeke Clausen, Lysteknisk Selskab</td>
</tr>
<tr>
<td>Redaktion</td>
<td>Gusta Clasen</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprog</td>
<td>Dansk</td>
</tr>
<tr>
<td>Sidetal</td>
<td>48</td>
</tr>
<tr>
<td>Litteratur-</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>henvisninger</td>
<td>Side 48</td>
</tr>
<tr>
<td>Emneord</td>
<td>Dagslys, kunstlys, energieffektivitet, belysningskoncepter, belysningskvalitet</td>
</tr>
<tr>
<td>ISBN</td>
<td>87-563-1192-3</td>
</tr>
<tr>
<td>ISSN</td>
<td>1600-8049</td>
</tr>
<tr>
<td>Pris</td>
<td>Kr. 135,00 inkl. 25 pct. moms</td>
</tr>
<tr>
<td>Tekstbehandling</td>
<td>Winnie Larsen</td>
</tr>
<tr>
<td>Fotos</td>
<td>Steen Traberg-Borup, Jan Carl Westphall</td>
</tr>
<tr>
<td>Tryk</td>
<td>BookPartner, Nørhaven digital A/S</td>
</tr>
<tr>
<td>Udgiver</td>
<td>By og Byg</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Statens Byggeforskningsinstitut, P.O. Box 119, DK-2970 Hørsholm</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>E-post <a href="mailto:by-og-byg@by-og-byg.dk">by-og-byg@by-og-byg.dk</a></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td><a href="http://www.by-og-byg.dk">www.by-og-byg.dk</a></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *By og Byg Resultater 032: Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer. (2004)*
## Indhold

- **Forord** .............................................................................................................. 4
- **Indledning** ........................................................................................................ 5
  - Ni kontorbyggerier ....................................................................................... 5
  - To fagkyndige paneler .............................................................................. 5
- **Sammenfatning og konklusion** ..................................................................... 7
- **Myndighedskrav og vejledninger vedr. belysningsanlæg** ......................... 10
  - Bygningsreglementet BR95 ........................................................................ 10
  - Dansk Standard, DS 700 ........................................................................... 10
  - Vejledninger vedr. belysningsanlæg ......................................................... 11
- **Belysningskoncepter og lokaleindretning** .................................................. 13
  - Direkte belysning med nedadlysende armaturer .................................. 13
  - Direkte belysning med delvist indirekte lysende armaturer .................... 14
  - Opad/nedad rettet belysning .................................................................. 14
  - Indirekte belysning ................................................................................... 15
  - Koordinering af belysning og møblering ............................................... 15
  - Arbejdslamper ......................................................................................... 16
- **Vurdering af belysningsforhold** ................................................................... 18
  - Belysningskvaliteten i størrumskontorerne ............................................ 18
  - Belysningens differentiering ................................................................... 23
  - Heltidsindtryk .......................................................................................... 28
- **Bygningsgennemgang** .................................................................................. 30
  - Nestlé Danmark A/S .............................................................................. 30
  - Philips Danmark A/S .............................................................................. 32
  - Nykredit A/S ........................................................................................... 34
  - Ingeniørernes Hus, IDA ......................................................................... 36
  - Københavns Lufthavne A/S .................................................................... 38
  - COWI A/S ............................................................................................... 40
  - NEG-Micon ............................................................................................. 42
  - Bang og Olufsen A/S ............................................................................. 44
  - Nordea Bank Danmark A/S .................................................................... 46
- **Referencer** ....................................................................................................... 48

Formålet med projektet har været at pege på muligheder for at reducere el-forbruget til belysning ved at fremme anvendelsen af effektive belysnings- og reguleringssystemer i nyt og eksisterende byggeri.

For at relaterer teori til praksis har projektet taget afsæt i en kortlægning af projekteringspraksis samt analyser og vurderinger af ni markante bygninger, der er projekteret af nogle af Danmarks førende arkitekt- og ingeniørfirmaer. Bygningerne er blevet gennemgået af to forskellige paneler af sagkyndige på belysningsområdet, et ekspertpanel på seks personer, som har givet udførlige kommentarer vedrørende kunstlys, dagslys og lyskvalitet i udvalgte rum, samt et panel bestående af medlemmer af Lysteknisk Selskab, der har vurderet kvaliteten af de enkelte belysningsanlæg.


By og Byg ønsker at rette en varm tak til personalet i de medvirkende virksomheder og til de projekterende belysningsingeniører, som har stillet sig til rådighed for interview om projekteringsforløbet og beslutningsprocessen for hver enkelt bygning. Desuden rettes en tak til Lysteknisk Selskab og de af selskabets medlemmer, som har medvirket i vurderingspanelerne.

By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut,
Afdelingen for Energi og Indeklima
December 2003

Søren Aggerholm
Konstitueret forskningschef
Indledning

Projektets hovedformål har været at pege på muligheder for at reducere elforbruget til belysning ved at fremme anvendelsen af effektive belysnings- og reguleringssystemer i nyt og eksisterende byggeri.

Derudover havde projektet tre delmål:

- At kortlægge dagens projekteringspraksis samt at afdække barriererne for, at den nye teknologi i praksis har svært ved at vinde indpas i byggeriet.
- Gennem feltstudier og analyser at demonstrere lovende belysningsløsninger med høj grad af dagslysudnyttelse.
- At udarbejde dokumentations- og vejledningsmateriale rettet mod projekterende, beslutningstagere og myndigheder, som giver konkrete eksempler på, hvordan man kan projektere en energirigtig belysning, som tilfredsstiller brugernes krav til belysningskvalitet, og ved anvendelse af ny teknologi, fleksibel belysning og regulering efter dagslysforholdene.

Ni kontorbyggerier

For at relatere teori til praksis har By og Byg i samarbejde med Lysteknisk Selskab gennemført en undersøgelse af belysningsforholdene i ni nyere markante kontorbyggerier, der alle er projekteret af nogle af Danmarks førrende arkitekt- og ingeniørfirmaer.

Det drejer sig om følgende ni byggerier:

- Nestlé Danmark A/S
- Philips Danmark A/S
- Nykredit A/S
- Ingeniørernes Hus, IDA
- Københavns Lufthavne A/S
- COWI A/S
- NEG-Micon
- Bang og Olufsen A/S
- Nordea Bank Danmark A/S

To fagkyndige paneler

Belysningskvaliteten i udvalgte storrumskontor i de ni kontorbyggerier er blevet gennemgået og bedømt af to paneler af fagfolk, et 'ekspertpanel' på seks personer og et panel bestående af medlemmer af Lysteknisk Selskab (LTS-panelet).

Ekspertpanelet (dagslys og kunstlys):
Ekspertpanelet har givet udførlige kommentarer vedrørende kunstlys, dagslys og lyskvalitet under panelets besøg i de enkelte bygninger.

Ekspertpanelet bestod af:

- Katja Bülow, Kunstakademiets Belysningslaboratorium
- Ebbe Christensen, Kunstakademiets Belysningslaboratorium
– Vibeke Clausen, Lysteknisk Selskab
– Poul Erik Pedersen, DELTA Lys og Optik
– Erwin Petersen, By og Byg.

**LTS-panelet (kunstlys)**

LTS-panelet bestod af to geografisk bestemte delpaneler bestående dels af medlemmer fra Østkredsen og dels fra Midtjysk og Nordjysk kreds.


LTS-panelet fik udleveret et spørgeskema angående belysnings- og energiforholdene i de udvalgte bygningers storrumskontorer til brug ved vurderingerne. Spørgsmålene koncentrerede sig om vurdering af belysningskvaliteten i kontorlokalerne, vurdering af almenbelysningen i gang og opholdsarealer, helhedsindtrykket af belysningskvaliteten og helhedsindtrykket af belysningsanlæggets energieffektivitet.

By og Byg har desuden gennemført interviews med de projekterende teknikere med henblik på at kortlægge belysnings- og energimæssige forhold i udvalgte storrumskontorer i bygningerne, samt foretage en tilbundsgående registrering og bygningsbeskrivelse.
Sammenfatning og konklusion

På baggrund af to fagkyndige panelers bedømmelse af belysningskvaliteten i ni kontorbyggerier, kan der drages følgende konklusioner:

**Ingen sammenhæng mellem belysningskvalitet og belysningsform**
Der kan ikke påvises nogen direkte sammenhæng mellem belysningsform, dvs. hvilken type armaturer der er valgt, og belysningskvalitet. Det er øjen-synlig mere afgørende, hvordan armaturernes aktuelle udformning og placering er i forhold til arbejdspladserne.

Af bedømmelserne fra et panel bestående af medlemmer af Lysteknisk Selskab fremgår det, at belysningen giver blænding og generende spejlinger og refleksorer i skærme eller papirer på omkring halvdelen af de undersøgte arbejdspladser i fire af byggerierne.

**Monoton og kedelig belysning**
Den kunstige belysning i arbejdsmråderne bedømmes generelt til at være bedre i de ni undersøgte byggerier, end det normalt ses, selvom der for alle belysningsanlæggene påvises en række forhold, som kan forbedres. Som eksempler kan nævnes:

- I fire bygninger vurderes belysningen at give generende blænding på ca. halvdelen eller flere af arbejdspladserne
- I fem bygninger bedømmes belysningen til at være for kedelig
- Belysningen er i alle bygninger vurderet til at være for jævn
- Belysningsniveauet i lokalet bedømmes til at være for højt i syv ud af de otte bygninger.

**For højt belysningsniveau**
Belysningsniveaet er i næsten alle bygningerne bedømt til at være for højt. Det virker umiddelbart overraskende, da belysningen ikke er specielt kraftig som rumbelysning eller tilstrækkelig som arbejdsbelysning.

Normalt vil man foretrække et lidt højere, generelt belysningsniveau, når belysningen er meget jævn og diffus for på denne måde at skabe liv og oplevelse i rummet. Grunden til at vurderingspanelerne kunne ønske sig et lidt lavere belysningsniveau i de undersøgte storrum, er formodentlig, at de oplever blændingsgener. Den fornemmelse af ubehag man føler ved specielt svage grader af ubehagsblænding, udtrykkes oftest som "at der er for meget lys i lokalet", i stedet for, som det rettelig burde være, at "armaturerne har for høj luminans eller lyser for kraftigt i min retning".

**Rigeligt med dagslys giver problemer med blænding fra vinduerne**
De fleste synes, det er positivt med et godt dagslysindfald i arbejdslokalerne. Men med meget store vinduer og dybe lokaler giver dagslyset også en række problemer, som fx:

- Skæv lysfordeling i rummet
- Blænding fra en lys himmel
- For kraftigt solindfald i lokalerne
- At vinduesafskærmninger må bruges en stor del af arbejdstiden.

Om aftenen giver de mørke uafskærmede vindueslader også en ulige luminansfordeling i lokalerne og mange spejlinger af rummet og belysning i vinduets glasflader.
God energieffektivitet

Belysningssættegænæle i de ni bygninger har effekthav på mellem 6 og 14 W/m², og er alle bedømt til at have en energieffektivitet over middel.

To af bygningerne, der har nedadrettet lys fra lysrørsarmaturer med dobblparaboliske reflektor, er bedømt meget positivt med hensyn til energieffektivitet. Den ene af disse bygninger (NEG-Micon A/S) har samtidig den næstbedste belysningsskvalitet, mens den anden (Bang og Olufsen A/S) er bedømt som bygningen med den dårligste energieffektivitet, men med den bedste belysningsskvalitet.

Alle belysningssættælæg i de ni bygninger har et effekthav til rumbelysning, som er langt lavere end de 12-15 W/m², der er anbefalet i pjecen "God og energirigt kontorbelysning" (DELA Lys og Optik & Lysteknik Selskab, 1993). Dette kan til dels henføres til, at der generelt er lavere belysningstyrker i de undersøgte storrum, end forudset i pjecen, hvor der er angivet en rumbelysning på 300-500 lux, bl.a. for at sikre et ensartet belysningstuke i storrumskontoret. I de aktuelle belysningssættælæg er belysningstyrken oftere 200-300 lux, hvilket selvsagt har indflydelse på effekthavene, som således også reduceres fra pjecens 12-15 W/m² til 8-10 W/m².

Desuden er et lavere konstateret effekthav vel en naturlig følge af den teknologiske udvikling, der er sket i de forløbne 10 år, bl.a. med fremkomsten af nye lyskilder, effektive kompaktystofflør og T5 lysstoflør samt stadig mere energieffektive armaturer og elektroniske forkoblinger.

De ni bygninger, der er taget i brug i perioden 1997-2001, repræsenterer de fire mest benyttede belysningssættækroncepter nemlig:

– Nedadlysende armaturer
– Opadlysende armaturer
– En kombination af opad/nedadlysende og indirekte opad/nedadlysende armaturer

I alle bygninger havde medarbejderne mulighed for at benytte arbejdslamper.

Arbejdslamper mangler

Når belysningstyrken i rumbelysningen reducieres til 200-300 lux bliver anvendelse af gode, energirigtige arbejdslamper endnu vigtigere for at kunne opfylde det samlede krav på 500 lux. Her må man imidlertid konstatere, at det kniber i de undersøgte storrumskontorer.

Flere steder fundtes ikke arbejdslamper på alle arbejdspladser, i andre lokaler fundtes udelukkende ligelysende arbejdslamper for halogenglødelys, i enkelte tilfælde endda i så dårlig stand, at de ikke kunne benyttes efter hensigten, i andre tilfælde med uhensigtsmæssigt farvet lys gennem en lysendes overskærm.

At arbejdslamper enten helt mangler eller ikke er i stand til at belyse arbejdspladsen tilstrækkeligt, mærkes måske ikke så tydeligt om dagen, hvor der kan være rigeligt med dagslys i lokalet, men når dagslyset aftager, mangler man det supplerende lys fra arbejdslamperen til at markere sin egen "lys-sfære" og dermed markere at "her bor jeg" og dermed bryde "det store belysningssættælæg" monoton.

Fremtidens udfordring

Såfremt bygherrerne og brugere også fremover ønsker total flexibilitet i indretningen af storrumskontorer, må kunstlyset nødvendigvis tones ned og jævnnes ud, således at "alle pladser" bliver ens - også belysningssættælæg.

Hvis lokalerne skal straffes som mindre konforme, er det derfor nødvendigt at uddybe rummets begrænsningsflader, fx vægge og evt. "hvile-områder" ved mødeborde og ebd-udstyr, til at give det nødvendige spræ i belysningen og dermed skabe liv i rummet. Med dages muligheder for sty-
ring og regulering kan en sådan effektbelysning etableres, uden at dette influerer særligt kraftigt på det samlede energiforbrug.

Dette er måske den største udfordring til vore dages arkitekter – at skabe liv og oplevelse i rummets perifere områder uden at forstyrre freden og den diskret udformede arbejdsbelysning i lokalets arbejdsområder.
Myndighedskrav og vejledninger vedr. belysningsanlæg

Tilgang til dagslys og brug af kunstlys på arbejdspladser skal opfylde en række krav, der er specificeret i:

- Bygningsreglementet BR95, afsnit 4.4.2 (dagslys) og 12.9 (belysningsanlæg) (Boligministeriet, 1995)
- Dansk Standard, DS700, Kunstig belysning i arbejdslokaler
- Arbejdsmønsterets bekendtgørelse nr. 96, Indretning af faste arbejdspladser
- Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1108, Arbejde ved skærmterminaler
- Arbejdstilsynets cirkulære nr. 3, Dispensationer og fortolkning af regler indenfor faste arbejdssteders indretning ved projekteret byggeri.

Bygningsreglementet BR95

Bygningsreglementet, afsnit 4.4.2 og Arbejdstilsynets cirkulære stiller begge krav om, at arbejdslokaler i erhvervsejendomme har en sådan tilgang til dagslys, at de kan betegnes som velbelyste, og at de ansatte har udsyn til det fri gennem vinduerne. Normalt antages det, at kravene til dagslystilgangen er opfyldt, når vinduesarealet i lokalet udgør mindst 10 % af gulvarealet, mens kravet til ovenlys er opfyldt, når vinduesarealet udgør mindst 7 %. I tilfælde, hvor dagslystilgangen gennem vinduerne er reduceret, har Arbejdstilsynet angivet 2 % som mindsteværdien for dagslysfaktoren på den enkelte arbejdsplads.

I Bygningsreglementets afsnit 12.9 stilles bl.a. krav om, at man ved udførelse af belysningsanlæg søger at begrænse energiforbrug og effektbehov mest muligt under hensyntagen til rummets udformning og anvendelse, herunder krav til belysningens kvalitet og driftstid. Begrænsning af energiforbruget kan fx ske ved at følge de metoder og vejledninger, der er angivet i By og Byg Anvisning 208: "Beregning af bygnings varmebehold".

Herudover kræver bygningsreglementet, at belysningsanlæg skal udføres opdelt i zoner med mulighed for benyttelse efter dagslysforhold og aktiviteter, samt at belysningsanlæg skal udføres på grundlag af DS700-serien, herunder "DS700, Kunstig belysning i arbejdslokaler".

Dansk Standard, DS 700

DS 700 indeholder retningslinier for og krav til den kunstige belysning i arbejdslokaler. Kravet vedrørende belysningsstyrken fra den almenbelysning, der skal være til stede, hvis der ikke er dagslystilgang, er afhængigt af arbejdets art og af dets placering i lokalet:

- I et kontormiljø med vedvarende arbejde med læsning/skrivning og ved ebd-skærmne skal belysningsstyrken fra almenbelysningen omkring arbejdsstedet være 200 lux ± 25 % og på de fjernere omgivelser 100 lux.
- På selve arbejdsobjektet skal der være 500 lux. Det vil derfor ofte være nødvendigt at supplere almenbelysningen med en god arbejdslampe for at komme op på de 500 lux.
I DS 700 stilles der ligeledes krav til den kunstige belysning i forbindelse med blænding og luminansfordeling. For at undgå ubehagssblænding fra almenbelysningen kan blændingstallet beregnes ved hjælp af enten NB- eller UGR-metoden, se referencelisten. Blændingstallet må, ved almindeligt kontorarbejde, ikke overskride værdien 20.


Vejledninger vedr. belysningsanlæg


I pjecen gives en række anbefalinger og gode råd til, hvorledes belysningen kan udføres i forskellige lokaliteter i kontorbygninger. Der findes ligeledes nøgletal for belysningskvalitet, maksimalt effektbehov og energiforbrug i normale storrumskontorer. Neden for gengives de krav og specifikationer, der er angivet i pjecen gældende for storrumskontorer.

Belysningskvalitet

- Belysningsstyrke: Minimum 50 lux i rummet til færdsel og rengøring
- Minimum 200 lux til lejlighedsvis læsning og skrivning, på mødeborde, på bogrygge og ved reoler og skærme
- Minimum 500 lux til vedvarende læsning, skrivning og tegning.

Blænding

Blænding beregnes efter NB- eller UGR-metoden, med maksimalt tilladt blændingstal på 20.

Rumbelysning

Til almenbelysning i rum skal der benyttes indbyggede, loftsmonterede eller nedhængte armaturer, der er direkte, indirekte eller opad/nedad lysende.

Arbejdslamper skal, når de benyttes, være ligelysende eller asymmetrisk lysende, faste eller bevægelige lamper.

Energiforbrug

Den installerede effekt til rumbelysning skal være mellem 12 og 15 W/m² ved en belysningsstyrke på arbejdsplanet på mellem 300 og 500 lux.

Installeret effekt til arbejdslamper må højst være på 3 W/m² eller maks. 30 W pr. arbejdslampe.

Totalt må den installerede effekt ikke overstige 25 W/m² inkl. forbrug til arbejdslamper, reol-, mødebords- og plantebelysning, og det samlede energiforbrug må således ikke overstige 40 kWh/m²/år.

Lysstyring og regulering

Belysningsanlægget skal være forsynet med en enhed der centralt kan tænde og slukke for anlægget, evt. tidststylret. Desuden skal anlægget være zoineddelt med regulering efter dagslys eller funktion.

Den bedste løsning på dette opnås som regel med meget ensartede kunstlysforhold i store arbejdslokaler, dvs. med mange tætsiddende armaturer, indirekte lys fra opadlysende armaturer eller lys, integreret i loftskonstruktionen. Arbejdspladserne kan da placeres vilkårligt, og møbleringen kan ændres, uden at det er nødvendigt at ændre på belysningsanlægget.

Loftsbelysningen må gerne virke "stor" og "lidt udflydende", men for at det ikke skal blive for trist, er det nødvendigt at understrege, at en meget diffus belysning, hvad enten den er direkte eller indirekte, let kan virke kedelig og uinteressant, da den ikke fremhæver flader og genstande i rummet. Belysningens kvalitet kan derfor altid forbedres med arbejdslamper, plantebelysning, lys på kunst o.lign.
Belysningskoncepter og lokaleindretning

Ved valg af belysningsform og armaturer til loftsbelysning er der mange muligheder, men der vælges normalt kun mellem indbyggede eller nedhængte armaturer.

I det følgende omtales hvilke anlægstyper, der er installeret i undersøgelsen ni kontorbygninger samt hvilke umiddelbare fordele og ulemper, der er knyttet til anlæggene. Der er fire anlægstyper, der kommer i betragtning:

– Direkte belysning fra direkte nedadlysende armaturer
– Direkte belysning fra delvis indirekte lysende indbygningsarmaturer
– Opad/nedad rettet belysning fra nedhængte armaturer
– Indirekte belysning fra nedhængte opadlysende armaturer.

Direkte belysning med nedadlysende armaturer

Direkte nedadlysende armaturer er benyttet hos Nykredit, NEG-Micon, Nordea Bank og Københavns Lufthavne.

Fordele:
– Høj virkningsgrad.
– Ingen spejlinger og reflekser i skærme ved korrekt placering af arbejdspladser.

Ulemper:
– Tendens til hård skyggedannelse.
– Kræver god afskærmning for at undgå indkik til lyskilde.
– Armaturers og arbejdspladser indbyrdes placering skal koordineres.

Figur 1. NEG-Micon: Direkte belysning fra nedadlysende armaturer med dobbeltparabolisk afskærmning.
Direkte belysning med delvist indirekte lysende armaturer

Direkte belysning med delvist indirekte lysende armaturer er installeret hos Nestlé og Ingeniørernes Hus (IDA).

**Fordele:**
- Mindre risiko for indkik til lyskilder.
- God rumvirkning.

**Ulemper:**
- Risiko for blænding fra armaturets hvide overskærm.
- Risiko for spejlinger og reflekser i skærme og papirer fra armaturets hvide overskærm.
- Armaturers og arbejdspladser indbyrdes placering skal koordineres.

![Figur 2. Nestlé Danmark: Direkte belysning fra delvist indirekte lysende indbygningsarmaturer.](image)

**Opad/nedad rettet belysning**

Opad/nedad lysende armaturer bliver benyttet hos Philips og COWI.

**Fordele:**
- God virkningsgrad.
- God rumvirkning.
- Ingen spejlinger og reflekser i skærme ved korrekt placering af arbejdspladser.
- Mindre risiko for blænding.

**Ulemper:**
- Mulighed for indkik til lyskilder.
- Armaturer og arbejdspladser skal koordineres i forhold til hinanden for at undgå spejlinger og reflekser. Jo mere nedadrettet lys, jo vigtigere er koordineringen.
Indirekte belysning

Indirekte belysning findes hos Philips og Bang og Olufsen.

**Fordeler:**
- Alle arbejdspladser er lige gode, rent belysningsmæssigt.
- Der er ikke indkik til lyskilder.

**Ulemper:**
- Risiko for "Død" rumformemmelse.
- Risiko for spejling af lyse striber i loftet.

Koordinering af belysning og møblering

Kunstlys, dagslys og placering af de enkelte arbejdspladser skal koordineres for at opnå den bedst mulige belysning. Derfor bør en indretnings- og møbleringsplan og en plan over loftsbelysningen altid følges ad. Det gælder lige fra
belysningen projekteres, opsættes og tages i brug, til kontoret ommøbleres, eller belysningen udskiftes.

Udarbejdelse af en møbleringsplan tidligt i projektstadiet er et godt værk- tøj, hvis man vil sikre sig, at placeringen af belysning og arbejdspladser ko- ordineres bedst muligt, således at man på arbejdspladserne får lyset korrekt ind fra siden i stedet for fra retninger skråt forfra.

Figur 5. Lyset bør komme ind fra siden i forhold til arbejdspladserne, som vist på billedet. Herved mini- meres spejlinger og reflekser i papirer på bord og i tastaturer.

Arbejdslamper

Ved skriveborde og skærme er kravene til belysningsstyrke og lyskvalitet større, end i selve kontoret som helhed. Gode, robuste og energivenlige arbejdslamper på skriveborde og ved skærme er derfor nødvendige.

Skævtlysende (asymmetriske) arbejdslamper, som korrekt er placeret til siden på skrivebordet, giver bedre kontraster på papirer, færre spejlinger, og man undgår at genere andre i lokalet med lyset fra en vippet arbejdslampe.

Jo bedre arbejdslampen er, jo mindre kritisk er man overfor gener fra loftslyset. Og så har arbejdslampens lys stor psykologisk betydning, idet dens lys markerer "et lysrum" på arbejdspladsen, der signalerer "at her sidder jeg", i stedet for at man "forsvinder" og "føler sig som en bagatel" i det store jævne lys i lokalet.
Figur 6. En asymmetrisklysende arbejdslampe kan, med sin præcise lysstyring, sikre tilstrækkeligt ekstra lys på manuskriptet på bordet uden generende refleksioner på datakærmen.
Vurdering af belysningsforhold

Når man skal vurdere belysningskvaliteten i kontorlokaler kan man med forhold gøre det med udgangspunkt i følgende syv spørgsmål:

– Hvordan er lysets stemning?
– Underbygger belysningen rummets arkitektur og form?
– Er lyset differentieret i forhold til rummets funktion (gang- og opholdsarealer, arbejdspadser)?
– Hvordan er lysets farve?
– Hvordan er lysets farvegengivende egenskab?
– Hvordan er lysets fordeling i lokalet?
– Hvordan er belysningsniveaet i hele rummet?

Derudover er det normalt væsentligt at differentiere mellem almenbelysningen i gang- og opholdsarealer og almenbelysningen i arbejdspadser. For om muligt at beskrive en differentiering skal der tages hensyn til følgende spørgsmål:

Er belysningsniveaet tilfredsstillende til færdsel og rengøring?
– Er belysningsniveaet tilfredsstillende på den enkelte arbejdspad?
– Hvordan er lysets fordeling på den enkelte arbejdspad?
– Giver belysningen kontrastdannelse på dataskærme?
– Giver belysningen generende blænding?
– Giver belysningen generende reflekser på papirer?

Tilslut opsummeres helhedsindtrykket af belysningskvaliteten og af belysningsanlæggets energieffektivitet

– Hvordan er helhedsindtrykket af belysningskvaliteten?
– Hvordan er helhedsindtrykket af belysningsanlæggets energieffektivitet?

I det følgende gennemgås de to fagkyndige panelers vurdering af belysningskvaliteten i de ni undersøgte kontorbyggerier med udgangspunkt i de ovenstående spørgsmål.

I gennemgangen trækkes de generelle konklusioner frem, som kan drages ud fra undersøgelsen af de ni kontorbyggerier og der sættes fokus på nogle af de forhold, som det er vigtigt at være opmærksom på, når man skal projektere gode og energieffektive belysningsanlæg i stornumskontorer.

I kapitlet ‘Bygningsgennemgang’ på side 30 er der en nærmere gennemgang af de enkelte bygninger.

Belysningskvaliteten i stornumskontorerne

Hvordan er lysets stemning?
Belysningsanlægget i Ingeniørernes Hus (IDA) vurderes til at være et harmonisk anlæg med gode stemningsmæssige egenskaber. Anlægget består dels af indirekte nedadlysende armaturer over arbejdspadserne og dels af downlights i de primære gangarealer.

Philips' belysningsanlæg, der hovedsageligt består af nedhængte, opadlysende armaturer; nedhængte, opad/nedadlysende armaturer; indbyggede, nedadlysende armaturer og downlights, vurderes som et anlæg med stor differenciering i belysningen, hvilket er med til at skabe en fin belysnings-
mæssig stemning i lokalet. Differencieringen vurderes dog til at være på nip-pet til at være for kraftig med det store udvalg af armaturer.

I modsætning til Philips’ anlæg med flere armaturvarianter har NEG-Micons anlæg udelukkende nedadlysende indbyggede loftarmaturer. Dette anlæg vurderes ligeledes som et belysningsmæssigt stemningsgivende anlæg.

Figur 7. Belysningen i Ingeniørernes Hus (IDA) er et harmonisk anlæg med gode stemningsmæssige egenskaber.

**Underbygger belysningen rummets arkitektur/form?**
Bang og Olufsens anlæg består udelukkende af specialdesignede, opadlysende armaturer monteret på toppen af de rumdeltende reolsystemer. Belysningsanlægget vurderes til, på fornem vis, at understrege rummets arkitektur og form.


Er lysets differentieret i forhold til rummets funktion?
Gennemgangen af anlæggene tyder på, at fx primære ganglinier ikke klart markeres rent belysningsmæssigt, eller at de enkelte arbejdspladser ikke ”markeres” med eget loftarmatur og/eller separat arbejdslampe.

Det skal dog fremhæves, at hos Philips belyses og markeres ganglinierne fortrinsvis med downlights, og hos NEG-Micon belyses og markeres primær ganglinien forholdsvis kraftigt ved en række sammenhængende, asymmetrisk lysende Floor-washere. Belysningsniveaet i ganglinien er her op til tre gange højere end gennemsnittet ved arbejdspladserne.


Figur 10. Hos NEG-Micon markeres ganglinien ved en asymmetrisk lysende Floor-washer, der dog vurderes at være meget dominerende.

Hvordan er lysets farve?
I virkeligheden er lysets farve den egenskab, der er vanskeligst at beskrive, idet mange faktorer som regel er medvirkende til en samlet opfattelse af lysfarven. Lysfarve sigter til den farvekarakter, som kan opfattes i selve lyset. Lysfarve er altså ikke et spørgsmål om lyskildens farvetone eller om de far-
ver, der opfattes fra flader og genstande, men er et resultat af et samspil mellem rummets farver og dets belysning. Normalt beskrives lysfarven som værende kold, kølig, neutral eller varmt farvet.

NEG-Micon har mange m² brune (varme) farver i kontoret blandt andet på borde, reoler og gulvet, hvilket bidrager til at fastholde betydningen af samspillet mellem rummets farver og dets belysning.

For Bang og Olufsen gælder det, måske mest i aftensituationen, at kontorlokalaets flader også er præget af varme farver i kraft af parketgulvets farve og det inddirekte lys fra loftet. Dog er det også karakteristisk, at farven på borde og reoler virker gråblå i dagslys men beige-brunlige i kunstlys. Det samme farveskift kan observeres for nordfacadens stålelementer.


**Hvordan er lysets farvegengivelse?**

Definitionsæssigt angives en lyskildes farvegivende egenskaber med farvegivelsesindekset Ra. Værdien af dette indeks giver et udtryk for en
lyskildes evne til at gengive farver korrekt, jo højere værdi jo bedre farvegengivelse. $R_a$-indekset kan maksimalt nå værdien 100. En lyskildes farvegengivende egenskab refererer derfor til, hvordan farver på flader og genstande ser ud, hvorimod farvenuancer, der opleves i samspil med rummets belysning, refererer til egenskaben lysfarve, som beskrevet ovenfor. Det er af den grund vigtigt at skelne mellem egenskaberne lysfarve, der gælder for helheden, og lyskilders farvegengivende egenskaber, der bedst muligt skal gengive en genstands farve.

Generelt kan det konstateres, at belysningens farvegengivelse i de vurderede lokaler er tilfredsstillende. Hos Nykredit og NEG-Micon, hvor belysningstyrken fra almenbelysningen vurderes til at være høj, vurderes de farvegengivende egenskaber til at være forholdsvis gode. Øget belysningstyrke vil normalt også øge muligheden for bedre skelnen mellem farvenuancer og dermed oplevelsen af en god farvegengivelse.

Erfaring viser imidlertid, at for høje belysningstyrker kan svække muligheden for at skelne nuancer tæt ved siden af hinanden. Ligeledes har balancen mellem lokalets farver indflydelse på farvegengivelsen. Forskellige farver på overflader med forskellige teksturer i samme lokale kan ligeledes få indflydelse på farvegengivelsen.

Hos Bang og Olufsen vurderes belysningstyrken til at være næsten lige så høj som hos Philips og NEG-Micon, samtidig med at lysets farvegengivelse vurderes til at være endnu bedre. I modsætning til Philips og NEG-Micon har Bang og Olufsen kun opadlysende armaturer, dvs. at det ”kun” er loftet der bidrager til almenbelysningen. Måske skal grunden til, at lysets farvegengivende egenskaber vurderes så højt, findes i de meget enkle farvevalg med lyst parketgulv, lyse grå og ”dagslysblå” farver på flader med ringe struktur og hvide plane loftslader, der kun er afbrudt af tværbjælker.

**Hvordan er lysets fordeling i rummet?**

Belysningsanlægget hos Nestlé vurderes til at give en særdeles jævn fordeling af lyset. Den jævne lysfordeling kan tilskrives brugen af armaturer, der på samme tid er direkte og indirekte lysende. Belysningseffekten opnås ved at lyskilden dels olyser en hvid flade (skærm) i armaturets top, hvilket giver det indirekte bidrag og dels gennemlyser en perforeret afskærmning monte- ret umiddelbart under lyskilden, hvilket giver det direkte bidrag til belysningen.

![Figur 13. Den jævne lysfordeling skyldes bl.a. brugen af armaturer, der på samme tid er direkte og indirekte lysende.](image-url)
Hvordan er belysningsniveauet i hele rummet?
Halvdelen af anlæggene har et belysningsniveau fra almenbelysningen, der synes passende, hvilket i gennemsnit vil sige 250 lux. Dansk Standard DS 700 stiller dog en række krav til belysningsstyrken på synsobjektet dels fra almenbelysningen og dels som supplement fra arbejdslamper.

Anlægget hos Nestlé har dog et højere belysningsniveau end gennemsnittet, hvilket bekræftes af, at lysets fordeling i lokalet tidligere er vurderet til at være meget jævnt.

Belysningens differentiering

Er belysningsniveauet tilfredsstillende til færdsel og rengøring?
Belysningstyrken på synsobjektet og de nære omgivelser omkring dette skal som tidligere nævnt opfylde krav i DS 700. Desuden skal det også sikres, at der er tilstrækkelig belysning i lokalet, så der tages hensyn til luminansfordeling, sikkerhed ved færdsel og rengøring, samt at det belysningsmæssigt er rart at være i lokalet.

Hvad ovennævnte angår, ligger de vurderede anlæg stort set på linie med hinanden med et tilstrækkeligt højt belysningsniveau til færdsel og rengøring. Anlægget hos Nykredit bliver dog fremhævet, idet der findes downlights i de primære ganglinier omkring atriet, elevatorkerner og funktionsområder, samt at øvrige ganglinier følger loftets armaturer.

Figur 14. Hos Nykredit findes downlights i de primære ganglinier omkring atriet, elevatorkerner og funktionsområder. Øvrige ganglinier følger loftets armaturer.

Er belysningsniveauet tilfredsstillende på arbejdspladsen?
Belysningsniveauet på arbejdspladsen vurderes generelt at være tilstrækkeligt. Som et fælles træk kan det nævnes, at der mangler arbejdslamper ved forholdsvis mange arbejdspladser. Når der benyttes arbejdslamper, bør disse være asymetrisk lysende.

I flere tilfælde kunne det konstateres, at firmaet rent faktisk stillede arbejdslamper til rådighed for medarbejderne, dog uden at disse benyttede sig af tilbuddet.
Det aktuelle belysningsniveau på arbejdspladsen består af de samlede bidrag fra almenbelysningen og fra arbejdslampe. Mangler bidraget fra arbejdslampe, vil det ofte give anledning til et utilstrækkeligt belysningsniveau set i relation til kravene i DS 700.

Figur 15. Der mangler arbejdslamper ved forholdsvis mange arbejdspladser.

Det blev i enkelte tilfælde vurderet, at belysningsniveauet var for lavt ved arbejdspladsen selv med en tændt arbejdslampe. I de givne tilfælde kunne der konstateres to medvirkende parametre, nemlig at belysningsarmaturen enten var fortrinsvis opadlysende eller indirekte nedadlysende samt at der blev brugt skyggegardiner/persienner af hensyn til for kraftigt dags- eller sollys.

**Hvordan er lysets fordeling på den enkelte arbejdsplads?**

Lysets fordeling på arbejdspladsen skal vurderes ud fra fordelingen mellem belysningsstyrken på synsobjektet og i lokalet. Det bør normalt være sådan, at belysningsstyrken omkring arbejdspladsen er differencieret således, at den største belysningsstyrke er på selve arbejdsobjektet, lidt mindre på de nærmere omgivelser og mindst på fjernere omgivelser og færdselsarealer.

Dansk Standard DS 700 angiver eksempelvis en sammenhæng mellem belysningsstyrker på synsobjektet og i rummet ved kontorarbejde til 500, 200 og 100 lux på arbejdsobjekt, nærmere omgivelser og fjernere omgivelser samt færdselsarealer.

Lysets fordeling på arbejdspladserne vurderes generelt til at være jævn med en tendens til at være for jævn. At fordelingen opleves som værende for jævn, kan nok tilskrives en høj belysningsstyrke i de fjernere omgivelser og færdselsarealer. Manglen på arbejdslamper ved mange skriveborde vil være med til at forstærke dette indtryk, da det kun er almenbelysningen, der oplyser arbejdspladsen.
Figur 16. Belysningstyrken omkring arbejdspladsen bør være differentieret således, at den største belysningstyrke er på selve arbejdsoobjektet, lidt mindre på de nærmere omgivelser og mindst på de fjernere omgivelser.

Giver belysningen kontrastdannelse på dataaskærme?
Ved knap 40 % af de vurderede arbejdspladser vurderes belysningen på dataaskærmene at være for kraftig. Årsagerne til dette skal findes flere steder, men væsentlige punkter er bl.a. igen manglen på arbejdslamper. Med fornuftige arbejdslamper kan belysningen mere frit tilpasses skærmens placering i forhold til brugeren.

En anden årsag til for kraftig belysning på dataaskærme er en forkert placering af arbejdspladsen i forhold til belysningsarmaturerne. Dette er nok ikke gjort bevidst, men er ofte et resultat af, at lokalet bemandes med flere arbejdspladser end oprindeligt tiltænkt. Problemet kan løses ved enten at redesigne belysningsanlægget eller reducere antallet af arbejdspladser i lokalet, så de resterende pladser kan placeres mere optimalt i forhold til armaturerne.

Figur 17. Kraftig belysning på dataaskærme kan fx skyldes forkert placering af arbejdspladsen i forhold til belysningsarmaturerne.
Giver belysningen generende blænding?
Ved knap 45 % af de vurderede arbejdspladser giver belysningen generende blænding ved arbejdspladsen. Årsagerne til dette er for så vidt de samme, som ovenfor nævnt. Det skal understreges, at placeringen af arbejdspladserne i forhold til både kunstlyset og dagslyset er meget vigtig for at undgå generende blænding.

Figur 18. Placeringen af arbejdspladser i forhold til både kunstlyset og dagslyset er meget vigtig for at undgå generende blænding.

Er der generende indsyn til reflektorer og/eller lyskilder?
Generende indsyn til reflektorer og/eller lyskilder kunne opleves ved ca. 25 % af de vurderede arbejdspladser. Årsagerne kan være mange. Igen er forkert placering af arbejdspladser i forhold til belysningsarmaturer en af hovedårsagerne.
Brug af armaturer, der ikke passer til lokalets dimensioner, kan også være en årsag. I et tilfælde kunne det konstateres, at det samme armatur, brugt i to forskellige lokaler, gav anledning til indsyn i det ene og ikke i det andet lokale. Forskellen lå alene i en lavere loftshøjde i det "gode" lokale, således at
brugerne så armaturene under en lavere vinkel og dermed undgik de omtalte gener.


**Giver belysningen generende reflekser i dataskærme?**

Generende reflekser i dataskærme kan ses ved ca. 40 % af de vurderede arbejdsplasser. Tallet synes højt, men er sikkert ikke unormalt højt.


Generende reflekser i skærme vil også forekomme, når skærmen (arbejdsplassen) er placeret lige foran et belysningsarmatur. Placeres armatur og arbejdsplass således, at armaturet er ud til siden i forhold til arbejdsplassen, undgår man de generende reflekser.

Arbejdslamper, der er placeret uhensigtsmæssigt, vil også give anledning til reflekser i skærmen. En arbejdslampe skal placeres til siden for arbejdsplassen. Endelig kan farver og mønstre på tøjet være med til at give generende spejlinger i en ellers refleksfri skærm.

Generelt kunne det konstateres, at fladskærme ikke i nær så høj grad gav anledning til generende reflekser som traditionelle edb-skærme.

I ét tilfælde, hvor loftarmaturene havde en hvid plan diffuserende plade umiddelbart under lyskilden, gav det anledning til kraftige, generende reflekser i skærmen.

Figur 20. Forkert placering af skærm og skrivebord i forhold til vinduer og belysningsarmature giver generende reflekser og spejlinger.
Giver belysningen generende reflekser i papirer?
Generende reflekser i papirer, bordplader og skriveunderlag er ligeledes et kendt fænomen. I undersøgelsen viste det sig, at der ved godt 30 % af arbejdspadserne var generende reflekser ved eller på arbejdsobjektet. Generne kan ofte afhjælpes på samme måde, som ovenfor nævnt.

Der blev dog konstateret en uheldig tendens til at bruge enten sorte, mere eller mindre blanke, eller transparente skriveunderlag. Disse typer underlag, der virker som deciderede spejle, giver med stor sandsynlighed anledning til generende spejlinger og reflekser.

Bordplader med blanke overflader blev ligeledes set ved mange arbejdspadser. Igen vil det næsten være ligegyldigt, hvordan man placerer et sådant skrivebord, der vil altid opstå generende reflekser og spejlinger. En mat bordplade ville ikke give samme grad af gener.

Det kunne samtidig konstateres, at flere arbejdspadser, formodentlig af arkitektoniske og helhedsmæssige grunde, var indrettet med blanke lyse bordplader, sorte skriveunderlag, fladskærme med sort kabinet (ramme) og sort tastatur. Alt sammen elementer, der giver anledning til nævnte gener.

Skærme med sorte rammer vil i uheldige situationer give anledning til kraftige generende luminansspring såvel i forhold til skærmbilledet som i forhold til de nærmeste omgivelser.

Det samme kan konstateres ved mange vinduespartier, hvor lysninger og rammer er sorte. Det giver også kraftige luminansspring mellem vinduet og det intense himmellys. Skærme og vinduer med lyse rammer vil derimod udjævne luminansforskellen, således at der vil forekomme en mere glidende overgang mellem det kraftige og det dæmpede lys.


Helhedsindtryk

Helhedsindtryk af belysningskvalitet
Omkring 65 % af de vurderede belysningsanlæg kan siges at have en god og tilfredsstillende belysningskvalitet. Bedst er anlæggene hos NEG-Micon og Bang og Olufsen, hvor Bang og Olufsen anlæg skiller sig klart ud med den bedste belysningskvalitet.
Helhedsindtryk af energieffektivitet

Alle de vurderede belysningsanlæg har et effektbehov til rumbelysning, der ligger under de 12-15 W/m², som anbefales i pjecen ”God og energirigt kontorbelysning” (DELTA Lys & Optik og Lysteknisk Selskab, 1993). De vurderede belysningsanlæg har et effektbehov på mellem 8 og 14 W/m². Det skal dog bemærkes, at forudsætningerne for de 12-15 W/m² er en belysningsstyrke på arbejdsplanet på mellem 300 og 500 lux, hvor belysningsstyrken i de vurderede anlæg i gennemsnit er på 250 lux.

De mest energieffektive anlæg ses hos Nykredit og NEG-Micon, hvor begge anlæg har armaturer, der giver nedadrettet lys fra dobbeltparabolske reflektorer. Lyskilderne er begge steder T5 lysstofrør med regulerbare HF-spoler. Tages de samlede vurderinger af både belysningskvalitet og energieffektivitet i betragtning, vil anlægget hos NEG-Micon være det bedste belysningsanlæg blandt de vurderede anlæg.

Et samlet overblik over de vurderede anlægs installationer er beskrevet i tabel 1, som summerer belysningsmæssige løsninger, belysningsstyrker fra almen- og arbejdsbelysning samt installeret effekt fra almenbelysning og arbejdslamper.

Tabel 1. Summering af de belysningsmæssige løsninger, belysningsstyrker fra almen- og arbejdsbelysning samt installeret effekt fra almenbelysning og arbejdslamper.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bygning</th>
<th>Armaturtyper, Hovedlysreretning</th>
<th>Almenbelysning, Belysningsstyrke, ca. Lux</th>
<th>Installeret effekt fra almenbelysning, W/m²</th>
<th>Installeret effekt fra arbejdslamper**, W/m²</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Nestlé Danmark</td>
<td>Indirekte opad/nedad</td>
<td>250-300</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>Philips Danmark</td>
<td>Opad/nedad + Opad + downlights</td>
<td>350</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>Nykredit</td>
<td>Nedad + downlights</td>
<td>300</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>COWI, Århus*</td>
<td>Opad/nedad</td>
<td>300</td>
<td>5,2</td>
<td>0,5</td>
</tr>
<tr>
<td>NEG-Micon</td>
<td>Nedad</td>
<td>200-250</td>
<td>6,8</td>
<td>0,3</td>
</tr>
<tr>
<td>Bang &amp; Olufsen</td>
<td>Opad</td>
<td>400</td>
<td>14</td>
<td>0,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Ingenierernes Hus, IDA</td>
<td>Indirekte opad/nedad + downlights</td>
<td>200-250</td>
<td>6-8</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Nordea Bank</td>
<td>Downlights</td>
<td>200</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>Københavns Lufthavne</td>
<td>Downlights</td>
<td>300</td>
<td>8,2</td>
<td>3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

* Anlægget har kun bevægelsesmeldere  
** Den installerede effekt fra arbejdslamper er skønnet.
Bygningsgennemgang

Nestlé Danmark A/S

Der er undersøgt et storrumskontor på 2. etage. Der er vinduer med to lag glas hvorimellem der er sidder to lag coated film. Vinduerne vender mod et centralt atrium samt til det fri mod nord og vest.

**Belysningskoncept:**
- Den kunstige belysning består af direkte belysning med delvist indirekte lysende indbygningsarmaturer for T5 lysrør, som sender en mindre mængde lys direkte ned i lokalet gennem en hulplade samt et mere diffust nedadrettet lys, som spredes fra en hvid reflektordende flade øverst i armaturet.
- Der er 250-300 lux i arbejdsområderne.
- I ganglinierne findes downlights for kompaktlys rør.
- Der er ligelysende arbejdsplamper med halogenglødelamper på samtlige arbejdspladser.
- Belysningsanlægget er zoneopdelt med bevægelsesmeldere og indendørs lysfølere.
- Desuden kan anlægget betjenes manuelt, idet belysningsstyrken kan justeres trinløst. Den installerede effekt er 8-10 W/m².

**Ekspert-panel:**
"Der mangler en grundlæggende tilpasning mellem arbejdspladsernes og armaturenes placering. Konkret kunne forholdene bedres ved at flytte armaturrækkerne, således at man får lyset ind fra siden."

"Om dagen var alle armaturer tændt, hvilket ikke burde være nødvendigt. Det var indtrykket, at armaturene var udstyret med automatisk lysregulering, men måske virkede den ikke."

"Belysningsanlægget er forsynet med kontinuerligt regulering, men der er faktisk ingen i kontoret, der ved, hvordan det indstilles, og det bruges næppe."

"Om aftenen virker udsynet lidt uroligt med de mange lysende armaturer, man ser i sit eget kontor - både direkte og spejlet i vinduet - samt..."
de tændte armaturer, man ser i nabolokalerne. Man savner et gardin som afskærming."

"Der falder ro over rummet, når det udelukkende er belyst af kunstlys. Det får én til at tænke på, om belysningsanlæg mon planlægges med tanke på et totalt mørklagt rum - altså uden dagslys?"

**LTS-panel:**

Det fremhæves, at en kombination af flere lyskildetyper kunne skabe mere variation i lokalet. En enkelt foreslår, at loftsbelysningen halveres, og flere efterlyser bedre arbejdsamper, gerne som nu, med halogenglødelamper.

Det beklages, at en del af de eksisterende arbejdsamper ikke virker. Enkelte peger på, at lyse skriveunderlag kunne forbedre synsforholdene.

**Byggeriets data**
- Bygherre: PFA Byg
- Opført: 1996-1997
- Arkitekt: Rørbæk & Møller Arkitekter
- Totalentreprenør: Monberg & Thorsen A/S
- Rådgivende ingeniører: Birch & Krogboe A/S
Der er undersøgt et kontorareal på 3. etage. Der er vinduer mod nord og syd med indtonede glas. Der var ingen misfarvning af daglyset i kontoret.

**Belysningskoncept:**
- Ved sydfacaden er opadlysende Futuro T5 lysrørsarmaturer nedhængt i en ubrudt række langs vinduesfacaden.
- Samme armatur, men med opad/nedadrettet lys, hænger ud for hvert vindue langs nordfacaden.
- Længere inde i lokalet samt i midterområdet er kvadratiske indbygningsarmaturer for T5 lysrør med dobbeltparabolisk afskærmning.
- I ganglinier findes downlights med kompaktskyssstofrør.
- Ved beplantning og til belysning af skillevægge benyttes downlights med halogen-, metalhalogen eller White Son lyskilder.
- Ved enkelte arbejdspladser findes en ligelysende arbejdslampe med halogenglødelamper.
- Belysningsanlægget er zoneopdelt, hvor hver zone har sin egen bevægelsesmelder og dagslysandleser.
- Den installerede effekt er 7 W/m² for loftsbelysningen og 3 W/m² for arbejdslamper, i alt ca. 10 W/m².

**Ekspert-panel:**

"Hvis man sidder ene mand en sen aften, fremtræder det omgivende kontormiljø mørkere end det, man sidder og arbejder i. Både energibesparende og behageligt for arbejds situationen - man har sin egen "aftenhule", i stedet for et stort "lys hævede" uden mennesker."

"På grund af spejlinger af himmelen eller solen i nabohusets meget lyse facade er stort set alle mørklægningsgardiner trukket helt ned hele dagen ved nordfacaden. Også mod syd er mange gardiner nede. Vi har slet ikke gavn af dagslys og udsigt, fordi nogen er generet af blænding fra naboens alu-facade" lyder det fra de ansatte."

"Generelt vurderes belysningen at være god, men man kunne overveje at dæmpe loftsbelysning til ca. 200 lux og opprioritere gode arbejdslamper til gengæld."

"De opadlysende armaturer giver meget lyse pletter på loftet. Det virker imidlertid "rigtigt", da lysindfaldsretningen er som om dagen, hvor der er meget dagslys ind gennem vinduerne."
"Der er store luminansforskelle, og de lyse pletter på loftet er meget dominerende. Det er positivt med variationer, men de må ikke overdri- ves, som her."

LTS-panel:
Generelt er belysningskvaliteten bedømt til at være over middel. Panelet vurderer, at lyset er passende differentieret og underbygger rummets form og arkitektur, samtidig med at belysningen skaber en god stemning.

Flere fremhæver, at det er godt at blande forskellige typer lyskilder. Der er forskel på, hvorledes vinduesarmaturerne vurderes. Nogle mener at armaturerne godt kunne dæmpes lidt og fremhæver den indirekte belysning døjlere effektivitet, mens andre mener, at der er en god lysvirkning ved vinduerne.

Enkelte bemærker, at det mørke gulv stjæler meget lys, og at der er for store luminansspring ved lysrækken ved vinduerne. Det bemærkes ligeledes, at der mangler arbejdlamper på en del arbejdspladser.

Byggeriets data
- Bygherre: Philips Danmark A/S
- Arkitekt: PLH Arkitekter A/S
- Totalentreprenør: Højgaard & Schultz
- Rådgivende ingeniører: COWI A/S
Nykredit A/S

Der er undersøgt et storrumskontor på 5. etage. Kontoret har langsgående vinduesbånd til det fri mod SV og mod et atrium mod NØ.

**Belysningskoncept:**
- I kontorområdet findes nedadlysende T5 lysrørsarmaturer med dobbelt parabolisk afskærmning indbygget i loftet.
- I ganglinier og ved vægge findes downlights med kompaktrør.
- Alle armaturer er specialudviklet til byggeriet.
- Der er ca. 300 lux i arbejdsområderne.
- På alle arbejdspladser er der skævtlysende arbejdlamper med halogenglødelamper.
- Belysningsanlægget er zoneopdelt med indvendige lysfølere og bevægelsemeldere for hver zone.
- Armaturrækken ved facaden er dæmpbar. Den installerede effekt er 5 W/m².

---

**Ekspert-panel:**

"I aftensituationen ses udsigten ikke mere pga. det høje belysningsniveau i rummet. Især de belyste billedvægge spejler sig i vinduesglasset. Magien går noget af rummet, når udsigten bliver det rum, man selv sidder i."

"Om aftenen står vinduet som en helt sort flade fra loft til gulv i hele kontorets længde, med et spejlbillede af rummet og billygterne på gaden."

"Gardiner eller lyse persienner og en nedregulering af belysningen ville fremme kvaliteten af aftenforholdene."

"Rummet virker lyst, venligt og behageligt både aften og dag“. "Lys fra downlight giver rummet liv om aftenen“. "Det er måske ikke absolut nødvendigt at tænde den kunstige belysning om dagen, men det skal indrømmes at det gør rummet mere behageligt. Det er en særlig kvalitet, ikke mindst om dagen, at de langsgående, indre vægge og søjler er lyse og velbelyste."

"De indbyggede armaturer i loftet er ikke afskærmet tilstrækkeligt og giver en vis ubehagsblanding. Tværlamellerne sidder en smule for langt fra hinanden, så de nærmeste armaturer virker for åbne."

"Der er moderat generende ubehagsblanding, især hvis arbejdspladsen er uheldigt placeret i forhold til nærmeste armatur, specielt i aftensituationen."
**LTS-panel:**
Generelt er belysningskvaliteten bedømt til at være under middel. Belysningen vurderes som lidt for jævn både i rummet som helhed og på de enkelte arbejdspladser. Lyset er for lidt differentieret efter funktion, og belysningsniveauet er lidt for højt.

Der er generende blænding på knapt halvdelen af arbejdspladserne og generende indsyn til armaturernes reflektorer og/eller lyskilder samt generende reflekser i papirer på bordet på ca. halvdelen af arbejdspladserne.

Helhedsindtrykket af belysningskvaliteten er tæt på middel, mens energieffektiviteten vurderes som den næstbedste i undersøgelsen, kun overgået af NEG-Micon.


Enkelte er overraskede over det lave effektbehov, mens mange fremhæver, at det er et passende niveau med de effektive lyskilder og armaturer, der er benyttet.

**Byggeriets data**
- Bygherre: Nykredit A/S
- Opført: 1999-2001
- Arkitekt: Schmidt, Hammer og Lassen K/S
- Rådgivende ingeniører: Sycon, Steensen & Varming
- Entreprenør: Højgaard & Schultz og NCC
Ingeniørernes Hus, IDA

Der er undersøgt et storrumskontor på 4. etage med vinduerne vendt mod SØ og NV. Der er anvendt coatede energiruder.

Belysningskoncept:
– I kontorområdet er indbyggede "snyde-indirekte" nedadlysende armaturer for kompaktlysrer. Armaturerne sender en del af lyset direkte ned i rummet via en dobbeltparabolsk reflektor, mens det resterende lys sendes op mod en hvid, reflekterende flade øverst i armaturet, hvorfra det reflekteres diffust ned i rummet.
– Der er 200-250 lux i kontorarealet.
– I ganglinierne anvendes downlights med kompaktrør.
– De fleste arbejdspladser er forsynet med en justerbar ligelysende arbejdslampe med en glødepære.
– Belysningsanlægget er zoneinddelt, og der er anvendt bevægelsesmeldebør til styring af lyset efter personvist brug.
– Lyset kan også styres manuelt i alle zoner, således at de ansatte selv kan slukke/tændt lyset efter behov.
– Den installerede effekt er 6-8 W/m² for almenbelysningen og ca. 2 W/m² for arbejdslamperne, i alt 8-10 W/m².

Figur 28. Generelt er det lyse og venlige kontorer, der signalerer: "Træd nærmere".
Figur 29. Reoler og skillevægge giver fine afskærmninger, så kunstlys og dagslys fra "nabo-aflukker" ikke kan genere.

Ekspert-panel:
"Siddende ved et østvendt vindue - problemer for to personer: A har hovedpine og vil have lyset tændt, B vil have det slukket. A sidder med ansigtet mod syd med blænding fra både direkte sol og fra solrefleksioner i vandet - hvordan skal hun stille persiennerne, op eller ned? Selvfølgelig må hun ønske mere lys omkring sig, og el-lyset tændt. B sidder med front mod nord og har ingen problemer med at se, og ønsker persiennerne op og lyset slukket".

"Generelt er det lyse og venlige kontorer, der signalerer: "træd nærmere". Reoler og skillevægge giver fine afskærmninger, så kunstlys og dagslys fra "nabo-aflukker" ikke kan genere."

"Umiddelbart ser det ud som om, der er en fin dagslys- og skyggefordeling i rummet. Det er rart. Det virker, som om dagslyset, suppleret med en arbejdslampe, er OK belysning i rummet om dagen."

"Det virker rart om aftenen, at lyset kun er tændt i de områder, hvor der er personer (man kan ikke se, om der er andre tilstede i den anden ende af lokalet, men det viser det tændte/slukkede lys om der er)."

"Kunstlysets diffuse karakter er trættende for trætte øjne og (akustik-) hullerne i reolvæggen foran arbejdsplassen er meget generende at se"
på. Jeg kan slet ikke fokusere på fladen. Jeg kan ellers godt lide apteringen omkring arbejdspladserne, den er robust og skaber (dagslys-) rum til den enkelte arbejdsplads.”

LTS-panel:
Generelt er belysningskvaliteten bedømt til at være tæt på middel. Belysningen er vurderet som hensigtsmæssig, da der kun er få arbejdspladser, der er generet af reflekser i skærm og papirer og af generende blænding fra loftslyset. Totalt set er belysningskvaliteten vurderet som middel, mens energieffektiviteten er vurderet som lidt over middel.
Flere fremhæver belysningsanlægget som værende meget regulært og af rimelig god kvalitet, mens andre mener, at belysningen er for ens, og at der er et for højt, generelt lysniveau.
Det nævnes, at belysningen på arbejdspladser med arbejdslamper er god, mens belysningen på arbejdspladser uden arbejdslamper ikke er så optimal. Det nævnes også, at der er to arbejdslamper på nogle arbejdsborde, hvilket er uheldigt af energimæssige årsager.
Det fremhæves, at flere arbejdspladser er forkert indrettet, idet pc’erne står ud mod vinduet og forkert i forhold til armaturerne.

Byggeriets data
- Bygherre: Ingeniørforeningen i Danmark
- Arkitekt: Kieler Architects
- Rådgivende ingeniører: C.G.Jensen (konstr.), Crone & Koch (el) A/S
Københavns Lufthavne A/S

Der er undersøgt to storrumskontorer på 2. etage - ét mod nord og ét mod syd. Der er dagslysadgang fra et langsgående vinduesbånd med et normalt udsigtsvindue og et højt-siddende dagslysvindue lige under loftet.

Belysningskoncept:
– I kontorområdet findes indbyggede specialdesignede downlights for 42 W kompaktlysstofrør med opal afskærmning nedadtil.
– Der er ca. 300 lux i arbejdsområderne.
– Der er ligelysende arbejdslamper for glødelys ved de fleste arbejdspladser.
– Belysningsanlægget styres af bevægelsesmeldere og dagslysvæglere i hvert kontor.
– Den installerede effekt er 8 W/m² for almenbelysningen og ca. 3 W/m² for arbejdlamperne, i alt ca. 11 W/m².

Figur 30. Den specielle vinduesudformning med en fralægningshylde midt i vinduesfladen virker bedst om aftenen, hvor den lyse hylde medvirker til at give en god lys- og luminansfordeling i lokalet.


Ekspert-panel:

"Den lidt specielle vinduesudformning med en fralægningshylde midt i vinduesfladen virker bedst om aftenen, hvor den lyse hylde medvirker til at give en god lys- og luminansfordeling i lokalet. Ser man på langs ad lokalet om aftenen, ser man den mørke vinduesflade eller spejlningen af belysningsanlægget i vinduet."

"Jeg dæmper almenbelysningen med det samme. Den er på et ret højt niveau. Men så fjernes fokus på arbejdspladsen. Når jeg slukker kunstlyset helt, er belysningen noget mere kontrastfuld - og der er fint lys på arbejdsfladen p.g.a. det rettede lys fra vinduet (der nu virkelig kommer til sin ret)".

"Alle arbejdspladser er forsynet med en stor og sædeles nyttig arbejdslampe, (se figur 30). Der er sikkert mange medarbejdere, som nøjes med denne udmærkede belysning om aftenen."

"De indbyggede armaturer fordeler lyset godt. Men den opale afskærningsplade har en for høj luminans, som svækker billede i pc-skærmene".

"Om aftenen vurderes der at være moderat blænding". "Den kunstige belysning var tændt på fuld blus, selvom der er gode muligheder for at regulere lyset".
"Om aftenen virker det behageligt, når almenbelysningen dæmpes til ca. 200 lux”.

"I kontoret mod syd havde medarbejderne gjort alt for at lukke dagslyset helt ude ved brug af rullegardiner suppleret med sort film. I kontoret mod nord var rullegardinerne oppe. Alligevel virkede det, som om der ikke var dagslys nok. Om aftenen står vinduet som en helt sort flade fra loft til gulv i hele kontorets længde, med et spejlbillede af rummet og skærret fra billygterne på gaden."

"Gardiner eller lyse persienner og en nedregulering af belysningen ville fremme kvaliteten af aftenforholdene.”

**LTS-panel:**
Generelt er belysningskvaliteten bedømt til at være under middel. Belysningen vurderes som lidt kedelig og udifferentieret. Det vurderes at belysningen ikke underbygger rummets arkitektur og form tilstrækkeligt.

Belysningen giver generende blænding på over 60 % af arbejdspladserne, selv om der ikke er indsyn til lyskilder eller blanke reflektorer. Helhedsindtrykket af belysningskvalitet og energieffektivitet er lidt under middel.

**Byggeriets data**
- Bygherre: Københavns Lufthavne A/S
- Arkitekt: Holm & Grut A/S
- Rådgivende ingeniører: Rambøll A/S, Crone & Koch A/S og Balslev
Der er undersøgt et storrumskontor på 5. etage. Kontoret har den langsgående facade med vinduer med klart glas mod sydøst. Herudover er der vinduer mod SV, NV og NØ.

**Belysningskoncept:**
- Almenbelysningen består af nedhængte lysbånd med fortrinsvis opadlysende armaturer for T5 lysrør.
- Armaturerne er afskærmet nedadtil med et gitter med tætsiddende ribber.
- Der er ca. 300 lux i arbejdsmråderne.
- På de enkelte arbejdspladser er der skævtlysende arbejdslamper for kompaktklysrør.
- Belysningsanlægget er ikke forsynet med automatisk regulering eller styring, dog kan armaturer langs SØ-facaden tændes uafhængigt af armaturerne inde i lokalet.
- Den installerede effekt er 5,2 W/m².

**Ekspert-panel:**
"Vinduerne er udstyret med manuelle persienner. En væsentlig del var i anvendelse, formentlig i høj grad ønsket af medarbejdere, der sad langt inde i rummet og gerne ville fritages for blænding fra vinduerne. Vinduerne i facaden kommer let til at "styre" møbleringen, og det ønsker man ikke her."

"Stående ved indervæggen i storrumskontoret. På grund af persiennerne skaber oplyset et "fortroligt" inderum med et lille samlet udsigtspunkt. I siddehøjde forstyrres himlen i vesthjørnet."

"Da jeg fik kunstlyset slukket var reaktionen "Hov, der blev mørkt" og "skærmen" spejler. Persiennerne blændede faktisk også lidt. Arbejdslamper kunne sikkert klare lyset på bordet tilfredsstillede, men nok ikke nedsætte blændingen. Jeg mærker design-indsatsen positivt her i kontoret."

"Loftsbelysningen består af nedhængte opnedad-lysande armaturer. Velegnede asymentriske arbejdslamper kan hentes i kælderens, men der er kun ganske få arbejdslamper i praksis i rummet, hvilket kan undre lidt."

"Jeg kan lide, at de gennemgående armaturer spænder på tværs af rummet. De bryder det lange rum's perspektiviske linier i loftet og gør det til en flade at kigge på. Det reflekterede lys fra de nedhængte ar-
maturer skaber en overskuelig rytme af lyshefer i loftet, men belysningen i rummet er diffus. Den jævne belysning udjævner den ellers stærke "territoriefølelse" af arbejdspladsen, og man føler mere et nærvær i forhold til hele kontoret.

"Lysbåndene er nedhængt ca. 40 cm fra loftet. En større nedhængningshøjde ville have givet en mere jævn lysfordeling på loftet, men det er uvist om dette havde været behageligt, da rummet dermed let kan miste noget af sin karakter, og blive mere diffust eller udfylldende om aftenen. Til gengæld ville et mere jævnt belyst loft have afværet evt. gener ved enkelte skærme."

"Samspillet mellem dagslys og kunstlys er godt, og det er vanskeligt at skelne, hvor dagslyset giver det dominerende bidrag til belysning, og hvor man går over til en overvægt i den kunstige belysning. Alt i alt et behageligt visuelt belysningsmiljø at opholde sig i."

**LTS-panel:**
Generelt er belysningskvaliteten bedømt til at være tæt på middel. Belysning niveauet bedømmes som lidt for lavt, både i rummet og på de enkelte arbejdspladser, ligesom det fremhæves, at belysningen er lidt for jævn. Helhedsindtrykket af belysningskvalitet og energiforbrug er som for gennemsnittet af de undersøgte kontorer.

Det vurderes, at belysningen er lidt kedelig, at lokalet virker jævnt monoton med et lidt for lavt belysningsniveau, og at man savner arbejdslamper på visse arbejdspladser. En enkelt mener, at rummet virker roligt, men mangler kontrast.

Det fremhæves, at blændingen er beskeden. En enkelt påpeger, at lysstriberne i loftet virker meget fremtrædende.

Det pointeres, at der mangler automatisk regulering i forhold til dagslysindfald, evt. i form af en dæmpning af lyset i randzonen.


Effektbehovet vurderes som meget rimeligt i forhold til belysningsniveauet og den delvis indirekte belysning.

**Byggeriets data**
- **Bygherre:** Forskningsfondens Ejendomsselskab A/S (FEAS)
- **Opførelsesår:** 1996 – 2000
- **Arkitekter:** C. F. Møllers Tegnestue
- **Totalentreprenør:** NCC Danmark A/S
- **Rådgivende ingeniører:** COWI A/S (alle discipliner)
NEG-Micon

Der blev vurderet et storrumskontor i stueetagen. Der er dagslys gennem et gennemgående vinduesbånd med energiglas vendt mod nord og vest. Herudover er der glas ind mod en række cellekontorer og møderum, der vender mod syd.

Belysningskoncept:
– Loftsbelysningen består af nedadlysende armaturer for T5 med dobbelt-parabolisk afskærmning.
– Der er 200-250 lux i arbejdsområderne.
– I hovedganglinien langs cellekontorer og møderum er der en række nedadlysende Floor-washere - i dette tilfælde udformet som en gennemgående asymmetrisk lysende reflektor med en ubrukt række lysrør.
– Alle armaturer er specialudviklet til byggeriet. Der er 200-700 lux i ganglinien.
– Der er arbejdslamper på enkelte arbejdspadser.
– Belysningsanlægget er zoneopdelt med automatisk styre og regulering via et EIB-anlæg (Siemens) med bevægelsesmeldere og indvendige lysfølere.
– Den installerede effekt er knapt 7 W/m².

Figur 34. Alle vinduer er udstyret med manuelt betjente persenner. Næsten alle var halvt nede, hvorved udsynet bevaredes.

Figur 35. Armaturene i loftet følger rummets retning og understreger loftets langsgående perspektiviske linier.

Ekspert-panel:
"I dagslyssituationen forekommer den inderste række arbejdspadser ringe belyst - formentlig på grund af den skæve luminansfordeling, som dagslyset forårsager (man sidder med mindst 225 lux, men føler, at det er for lidt, da arbejdspadserne ved vinduerne har væsentlig mere lys). En velegnet arbejdslampe på den inderste række arbejdspadser ville formentlig afhjælpe problemet. I aftensituationen virker glasvæggen midt inde i lokalet mørk og lidt generende. Et lyst gardin foran glasvæggen ville skabe hygge."


"Armaturene i loftet følger rummets retning og skærper loftets langsgående perspektiviske linier. Derimod er det lange armatur, der følger ganglinien, meget dominerende og generende med spejlinger fra armaturet i uheldige vinkler. Specielt hvis man sidder for tæt på ganglinien eller krydser ganglinien og kontordel."
"Kontorlokalet virker mere behageligt at opholde sig i om aftenen, måske på grund af den jævnere belysning og fravær af gener fra udsyn til en meget lys himmel. Der er en tendens til for kraftigt nedadrettet lys og en nogen hård skyggedannelse."

"Den asymmetriske belysning af hovedganglinien forekommer meget overdimensioneret (200-700 lux), og de uafskærmede armaturer giver en meget ubehagelig blænding, når man kommer ind i lokalet."

"Ved færdsel i hovedganglinien eller ophold tæt derved vurderes gangbelysningen at blænde, og lyset virker "stikkende". Gangbelysningen burde afskærmes væsentligt bedre, evt. med et hvidmalet tværla-melgitter eller lignende."

Figur 36. Det lange armatur, der følger ganglinien, er meget dominerende og generer med spejlinger fra armaturet i uheldig vinkler.

**LTS-panel:**
Generelt er belysningskvaliteten bedømt til at være over middel. Lysets stemning bedømmes som lidt for "sprælsk", selvom belysningen vurderes til at underbygge rummets arkitektur. Lyset er en anelse for differentieret. Belysningskvaliteten bedømmes gennemsnitligt som den næstbedste i undersøgelsen, mens energieffektiviteten er helt i top blandt de undersøgte belysningsanlæg.

Der er almindelig tilfredshed med den generelle belysning og med de opstillede arbejdslamper. En enkelt giver belysningen megen ros, mens andre savner lidt flere miljøskabende elementer, fx i form af vægbelysning, spots eller plantebelysning.


**Byggeriets data**
- **Bygherre:** NEG-Micon A/S
- **Opført:** 1998-1999
- **Arkitekt:** C.F.Møllers Tegnestue
- **Rådgivende ingeniører:** COWI A/S (alle discipliner)
Bang og Olufsen A/S

Der er undersøgt et sterrumskontor på 1. etage med etagehøje nordvendte vinduer og smalle udsigts- og dagslysvinduer mod syd.

Belysningskoncept:
- Den indirekte lysende almenbelysning findes indbygget i toppen af de tværgående reoler, der afgrænser en gruppe på i alt fire arbejdspladser.
- Armaturene er med to stk. T5 lysstofrør.
- Gangbelysningen består af et lysbånd med nedadlysende specialarmature for T5 lysstofrør indbygget i loftet.
- Belysningsanlægget er zoneopdelt med bevægelsesmeldere ved hver arbejdsplads (under bordet!) og udendørs lysfølere, der regulerer belysningsniveauet trinvist med ét, to eller ingen lysrør tændt i armaturene omkring et arbejdsområde.
- Desuden kan anlægget betjenes manuelt via et panel i reolvæggen.
- Almenbelysningen kan ikke reguleres trinløst.
- Der kan tilvejebringes op til ca. 400 lux i arbejdsområderne.
- Herudover er der arbejdlamper med halogenglødelamper på nogle arbejdspladser.
- Den installerede effekt er 14 W/m².

Ekspert-panel:

"Hovedparten af kontorets belysning er den indirekte belysning fra rumdelerne. Vedrørende belysningsniveauet har jeg ikke umiddelbart brug for lys fra en arbejdslampe, men det ville være rart for at skabe fokus på arbejdssstedet. Rummets arkitektur og aptering har en styrke eller karakter, der gør, at jeg i højere grad accepterer denne type belysning i dette kontor".

"I dagslys kan man føle sig generet af indfaldende sollys forår og efterår, men det virker faktisk rart, at man kan opleve sol i et arbejdslokale. Det har dog vist sig nødvendigt at opsætte afskærmningsgardiner ved sydsidens vinduer."

"Specielt bevægelsesmeldernes placering under arbejdsbordet virker opfindsom, selv om der har været en del problemer med meget ekstra materiale oplagret under bordene, som tager "udsynet" for bevægelsesmelderen."

"Den store afstand mellem lysrør og loft sikrer en stor spredning af kunstlyset og en lav luminans på det hvide loft. En perfekt indirekte belysning".

"Belysningsniveauet er rigeligt, og sammen med det lysegrå inventar resulterer det i et perfekt kunstlys i et åbent og køligt miljø. På de enkelte arbejdsborde ses små arbejdlamper. Hvis de bruges, er det vist mest for hyggenes skyld."

"Det indbyggede specialarmatur til gangbelysning er helt unødvendigt om dagen og kunne slukkes; om aftenen virker det meget fikst."

"Skillevæggene, der opdeler rummet, så de kan fungere som selvstændige zoner med egen indstilling af belysning, bryder den ensformighed, der ellers kunne være i et lokale med en så diffus belysning. Der er ikke nogen dominerende retning på lyset, så der mangler noget i lyset, som kan fremhæve genstandes rumlige form."

**LTS-panel:**
Belysningskvaliteten vurderes som værende i top, og belysningen underbygger rummenes arkitektur/form udmærket. Belysningens farvegengivelse bedømmes også som værende i top. Der er kun få arbejdlamper, der vurderes at have en for kraftig belysning på skærm eller generende blænding, spejlinger og reflekser.

Belysningens energieffektivitet vurderes til gengæld som den laveste i de otte bygninger, LTS-panelet besøgte.

De fleste udtrykker, at belysningen er flot, en enkelt mener endda meget flot. Andre mener, at miljøet er steril, og at planter i rummet samt kunst på væggene savnes.

Det nævnes, at de benyttede arbejdlamper er for små, og at de ofte er placeret forkert, bl.a. fordi deres rækkevidde er for lille. Der foreslås anvendt asymmetriske arbejdlamper.

Energiforbruget nævnes som stort, bl.a. fordi der ikke er automatisk styring og dagslysregulering.

**Byggeriets data**
- **Bygherre:** Bang & Olufsen A/S
- **Opført:** 1997-1998
- **Arkitekt:** KHR Arkitekter
- **Hovedentrepr.:** Monberg & Thorsen A/S
- **Rådgivende ingeniører:** Birch & Krogboe A/S
Nordea Bank Danmark A/S

Der er undersøgt et storrumskontor på 2. etage i blok F. Der er langsgående etagehøje vinduer vendt mod NØ og vinduer i gavlen mod NV.

**Belysningskoncept:**
- Det kunstige belysningsanlæg består af nedadlysende, specialtilvirkede downlights med semi-diffuserende reflektor for kompaktrør.
- Loftsbelysningen giver ca. 200 lux i arbejdsmrådet.
- Herudover er der arbejdslamper med halogen gløde lamper på alle arbejdspladser.
- Belysningsanlægget er zoneinddelt og styres af bevægelsesmeldere og dagslysstyre via et LON-baseret Helios anlæg.
- Kun de to rækker armaturer langs NØ-facaden er dagslysstyrede, mens der er bevægelsemeldere i alle arbejdszoner.
- Den installerede effekt er 7 W/m² for almenbelysningen og ca. 3 W/m² for arbejdslamperne, i alt ca. 10 W/m².

**Figur 39.** Den automatiske lysregulering virker og sikrer, at de inderste arbejdspladser får det tiltrængte supplerende lys.

**Figur 40.** Om aftenen leveres almenbelysningen af planforsønkedes downlights med en passende lysfordeling og en velreguleret afskærmning, der, uden at blænde, "fortæller", at lyset er tændt.

**Figur 41.** Om aftenen er de små grønne arbejds- lamper hvide indeni, og halogenpærerne er matte, så lyset fra dem går an, hvis det bare ikke spejler sig i bord m.m.

**Ekspert-panel:**

"Arbejds- lamperne er små halogenlamper med grøn overskærm. Skærmens grønne farve passer godt til dagslyset. Mange af dem er tændt, især i 2. og 3. række. Om aftenen er de små grønne arbej- ds- lamper hvide indeni, og halogenpærerne er matte, så lyset fra dem går an, hvis det bare ikke spejler sig i bord m.m. Her er næsten for meget
lys, med mørke slagskygger under min fremstrakte hånd. Der er en skævhed i rummet nu, hvor der er dobbelt så lyst ved indervæggen, som ved den mørke facade."

"Den automatiske lysregulering af den kunstige belysning virker, og sikrer, at de inderste arbejdspladser får det tiltrængte supplerende lys. På trods af den store rumdybde er det lykkedes at skabe et lokale, hvor alle har glæde af udsynet og af et godt, jævnt dagslys, vel afskærmet, når dette er nødvendigt. Om aftenen leveres almenbelysningen af planforsænkede downlights med en passende lysfordeling og en vel reguleret afskærmning, der, uden at blænde, "fortæller", at lyset er tændt. Armatureerne er monteret i fire rækker korrekt tilpasset de tre rækker skriveborde. Ingen armaturer sidder lige over arbejdsfladen, hvorved generende reflekser i bordflade og i pc-skærmene er undgået".

"Rækken af downlights nær bagvæggen kaster et blødt lys på denne, og belysningen giver, sammen med det belyste inventar og metalloftet, en passende luminansfordeling på langs ad lokalet. Vinduesvæggen, som er ret dominerende i mørke, giver dog en skævhed i luminansfordelingen. Anvendes nogle af de hvide rullegardiner, forbedres forholdene".

**LTS-panel:**
LTS-panelet havde ikke lejlighed til at besigtige og vurdere denne bygning.

**Byggeriets data**
- **Bygherre:** ATP
- **Opført:** 1997-1999
- **Arkitekt:** Henning Larsens Tegnestue
- **Bygherrerådgiver:** COWI A/S
- **Rådgivende ingeniører:** Carl Bro A/S
Referencer


Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer

Formålet med rapporten er at give den projekterende et indblik i og en forståelse for den lange række af problemer, der kan og vil opstå i forbindelse med projekteringen af et nyt belysningsanlæg eller renovering af et eksisterende. For at relaterer teoretisk til praktisk har to paneler af sagkyndige på belysningsområdet gjort prøve på forskellige bygninger og belysningsanlæg for at vurdere belysningskvalitet og energieffektivitet. Rapporten henvender sig til rådgivende ingeniører og arkitekter samt fabrikanter og leverandører af belysningskomponenter.

1. udgave, 2004
ISBN 87-563-1192-3
ISSN 1600-8049