Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer

Traberg-Borup, Steen; Clausen, Vibeke

Publication date:
2004

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Link to publication from Aalborg University

Citation for published version (APA):
Traberg-Borup, S., & Clausen, V. (2004). *Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer*. SBI forlag. By og Byg Resultater Nr. 032

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from vbn.aau.dk on: April 24, 2024

By og Byg Resultater 032

Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer

BY OG BYG
Statens Byggeforskningsinstitut
Danish Building and Urban Research

Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer

Steen Traberg-Borup, Statens Byggeforskningsinstitut
Vibeke Clausen, Lysteknisk Selskab

By og Byg Resultater 032
Statens Byggeforskningsinstitut 2004

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

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 storrumskontorerne 18
Belysningens differentiering 23
Helhedsindtryk 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

Forord

Denne rapport er resultatet af forskningsprojektet: '*Effektive belysningsanlæg til service- og erhvervsbyggeri*'. Projektet er gennemført af forskere fra Dagslysgruppen ved By og Byg i samarbejde med Lysteknisk Selskab. Energistyrelsen har støttet projektet.

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 relatere 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.

Nærværende rapport sammenfatter projektets hovedresultater. Rapporten henvender sig til projekterende og rådgivende ingeniører og arkitekter samt fabrikanter og leverandører af belysningskomponenter og er også tilgængelig fra By og Bygs hjemmeside www.by-og-byg.dk og fra Lysteknisk Selskabs hjemmeside www.lysteknisk.dk.

I rapporten By og Byg Dokumentation (in press): *'Effektiv belysning i kontor- og erhvervsbyggeri. En undersøgelse i ni kontorbygninger'* findes en nærmere dokumentation af undersøgelsen af de ni byggerier.

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 førende 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):
Ekspertpanalet 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
– Niels Frimer-Larsen, Hansen og Henneberg, rådg. ing.
– 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.

Østkredsens panel på 20 medlemmer vurderede belysningsanlæggene i bygningerne i København, dvs. Nestlé Danmark A/S, Philips Danmark A/S, Nykredit A/S, Ingeniørforeningens Hus (IDA), og Københavns Lufthavne. Mens det jyske panel på 13 medlemmer vurderede belysningsanlæggene i bygningerne i Jylland, dvs. COWI A/S, Århus, NEG-Micon og Bang og Olufsen. LTS-panelet har i alle tilfælde vurderet bygningernes belysningsanlæg alene ved kunstlys.

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 øjensynlig 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 reflekser i skærme eller papirer på omkring halvdelen af de undersøgte arbejdspladser i fire af byggerierne.

Monoton og kedelig belysning

Den kunstige belysning i arbejdsområderne 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

Belysningsniveauet 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 vinduesflader også en ulige luminansfordeling i lokalerne og mange spejlinger af rummet og belysning i vinduets glasflader.

God energieffektivetet

Belysningsanlæggene i de ni bygninger har effektbehov 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 dobbeltparabolske reflektorer, er bedømt meget positivt med hensyn til energieffektivitet. Den ene af disse bygninger (NEG-Micon A/S) har samtidig den næstbedste belysningskvalitet, mens den anden (Bang og Olufsen A/S) er bedømt som bygningen med den dårligste energieffektivitet, men med den bedste belysningskvalitet!.

Alle belysningsanlæg i de ni bygninger har et effektbehov til rumbelysning, som er langt lavere end de 12-15 W/m², der er anbefalet i pjecen "*God og energirigtig kontorbelysning*" (DELTA Lys og Optik & Lysteknisk Selskab, 1993). Dette kan til dels henføres til, at der generelt er lavere belysningsstyrker i de undersøgte storrum, end forudsat i pjecen, hvor der er angivet en rumbelysning på 300-500 lux, bl.a. for at sikre et ensartet belysningsniveau i storrumskontoret. I de aktuelle belysningsanlæg er belysningsstyrken oftere 200-300 lux, hvilket selvsagt har indflydelse på effektbehovet, som således også reduceres fra pjecens 12-15 W/ m² til 8-10 W/m².

Desuden er et lavere konstateret effektbehov vel en naturlig følge af den teknologiske udvikling, der er sket i de forløbne 10 år, bl.a. med fremkomsten af nye lyskilder, effektive kompaktlysstofrør og T5 lysstofrør 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 belysningskoncepter 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 belysningsstyrken i rumbelysningen reduceres 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 fandtes ikke arbejdslamper på alle arbejdspladser, i andre lokaler fandtes 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 lysende 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 arbejdslampen til at markere sin egen "lys-sfære" og dermed markere at "her bor jeg" og dermed bryde "det store belysningsanlægs" monotoni.

Fremtidens udfordring

Såfremt bygherrer og brugere også fremover ønsker total fleksibilitet i indretningen af storrumskontorer, må kunstlyset nødvendigvis tones ned og jævnes ud, således at "alle pladser" bliver ens - også belysningsmæssigt.

Hvis lokalerne skal opfattes som mindre konforme, er det derfor nødvendigt at udnytte rummets begrænsningsflader, fx vægge og evt. "hvileområder" ved mødeborde og edb-udstyr, til at give det nødvendige spræl i belysningen og dermed skabe liv i rummet. Med dagens 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
- Arbejdsministeriets 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 bygningers varmebehov*".

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 edb-skærme skal belysningsstyrken fra almenbelysningen omkring arbejdsstedet være 200 lux $\pm$ 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 ubehagsblænding fra almenbelysningen kan blændingstallet beregnes ved hjælp af enten NB- eller UGR-metoden, se referencelisten. Blændingstallet må, ved almindeligt kontorarbejde, ikke overskride værdien 20.

Store og bratte luminansvariationer skal undgås, da de giver anledning til ubehag og/eller nedsættelse af øjets kontrastfølsomhed. Desuden gælder det, at i rum, der ligger i forbindelse med hinanden, må de afgørende luminanser ikke overstige forholdet 25:1.

Vejledninger vedr. belysningsanlæg

Der findes en lang række pjecer og vejledninger med relation til indretning af arbejdspladser og belysningsforhold. Af særlig betydning kan nævnes pjecen "*God og energirigtig kontorbelysning*" (DELTA Lys og Optik & Lysteknisk Selskab, 1993).

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. tidsstyret. Desuden skal anlægget være zoneinddelt med regulering efter dagslys eller funktion.

I store og dybe kontorer skal loftslyset først og fremmest udjævne de forskelle i belysningen, der opstår pga. dagslys og skygger fra inventar. Belysningen skal også markere rummets rent fysiske udstrækning og samle kontoret til en belysningsmæssig og arkitektonisk helhed. Hertil kommer krav om en tilstrækkelig og kvalitetsrigtig arbejdsbelysning.

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 arbejdspladsers indbyrdes placering skal koordineres.

Figur 1. NEG-Micon: Direkte belysning fra nedadlysende armaturer med dobbeltparabolsk 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 arbejdspladsers indbyrdes placering skal koordineres.

Figur 2. Nestlé Danmark: Direkte belysning fra delvist indirekte lysende indbygningsarmaturer.

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.

Figur 3. COWI A/S: Nedhængte, opad/nedadlysende armaturer.

Indirekte belysning

Indirekte belysning findes hos Philips og Bang og Olufsen.

Fordele:
– Alle arbejdspladser er lige gode, rent belysningsmæssigt.
– Der er ikke indkik til lyskilder.

Ulemper:
– Risiko for ”Død” rumfornemmelse.
– Risiko for spejling af lyse striber i loftet.

Figur 4. Philips A/S: Indirekte belysning fra nedhængte, opadlysende armaturer.

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 møble-ringsplan 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 værktøj, hvis man vil sikre sig, at placeringen af belysning og arbejdspladser koordineres 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 minimeres 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 reflekser på dataskærmen.

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, arbejdspladser)?
– Hvordan er lysets farve?
– Hvordan er lysets farvegengivende egenskab?
– Hvordan er lysets fordeling i lokalet?
– Hvordan er belysningsniveauet i hele rummet?

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

Er belysningsniveauet tilfredsstillende til færdsel og rengøring?
– Er belysningsniveauet tilfredsstillende på den enkelte arbejdsplads?
– Hvordan er lysets fordeling på den enkelte arbejdsplads?
– Giver belysningen kontrastdannelse på dataskærme?
– Giver belysningen generende blænding?
– Er der generende indsyn til armaturers reflektorer og/eller lyskilder?
– Giver belysningen generende reflekser i dataskærme?
– 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 storrumskontorer.

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

Belysningskvaliteten i storrumskontorerne

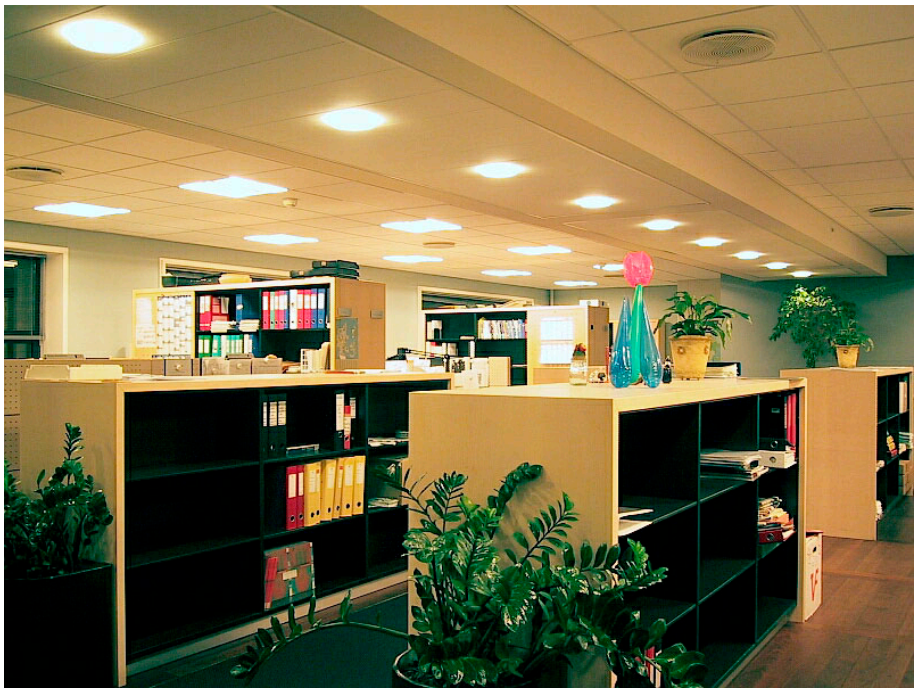
Hvordan er lysets stemning?

Belysningsanlægget i Ingeniørernes Hus (IDA) vurderes til at være et harmonisk anlæg med gode stemningsmæssige egenskaber. Anlægget består dels af indirekte nedadlysende armaturer over arbejdsarealerne 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 nippet 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 rumdelende reolsystemer. Belysningsanlægget vurderes til, på fornem vis, at understrege rummets arkitektur og form.

Belysningsanlægget hos NEG-Micon vurderes ligeledes meget positivt. Specielt fremhæves armaturernes langsgående placering som værende med til at fremhæve lokalets geometri. Da lokalet på vurderingstidspunktet var møbleret forholdsvis tæt med mange arbejdspladser, reoler og pc-udstyr vil dette sandsynligvis også medvirke til, gennem farver og flader, at skabe en belysningsmæssig stemning.

Figur 8. Belysningsanlægget hos Bang og Olufsen understreger 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. Belysningsniveauet i ganglinien er her op til tre gange højere end gennemsnittet ved arbejdspladserne.

Figur 9. Hos Philips belyses og markeres ganglinierne fortrinsvis med downlights.

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 kontorlokalets 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.

Figur 11. Hos Bang og Olufsen bemærkes det tydeligt, at lysfarven på borde og reoler skifter meget fra dag til aften. Lysfarven er gråblå i dagslys.

Figur 12. I kunstlys virker farven på borde og reoler beige-brunlige. Det samme farveskift kan observeres for nordfacadens stålelementer.

Hvordan er lysets farvegengivelse?

Definitionsmæssigt angives en lyskildes farvegengivende egenskaber med farvegengivelsesindekset R_a. 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 belysningsstyrken fra almenbelysningen vurderes til at være høj, vurderes de farvegengivende egenskaber til at være forholdsvis gode. Øget belysningsstyrke vil normalt også øger muligheden for bedre skelnen mellem farvenuancer og dermed oplevelsen af en god farvegengivelse.

Erfaring viser imidlertid, at for høje belysningsstyrker 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 belysningsstyrken 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 armatuer, 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 loftsflader, 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 oplyser en hvid flade (skærm) i armaturets top, hvilket giver det indirekte bidrag og dels gennemlyser en perforeret afskærmning monteret 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.

Hvordan er belysningsniveauet i hele rummet?

Halvdelen af anlæggene har et belysningsnievau 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?

Belysningsstyrken 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 arbejdslampen. Mangler bidraget fra arbejdslampen, 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 belysningsarmaturerne 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 udfra 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. Belysningsstyrken omkring arbejdspladsen bør være differentieret således, at den største belysningsstyrke er på selve arbejdsobjektet, lidt mindre på de nærmere omgivelser og mindst på de fjernere omgivelser.

Giver belysningen kontrastdannelse på dataskærme?

Ved knap 40 % af de vurderede arbejdspladser vurderes belysningen på dataskærmene 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 dataskærme 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 dataskærme 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.

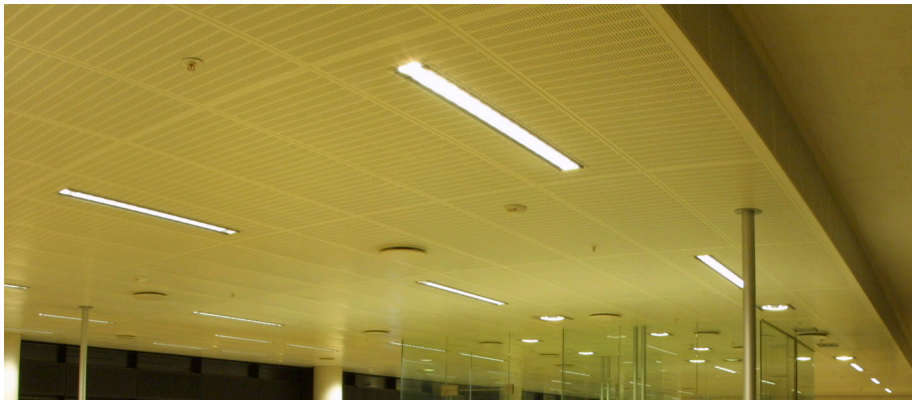
Figur 18. Placeringen af arbejdspladser i forhold til både kunstlyset og dagslyset *er* meget vigtig for at undgå generende blænding.

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 armaturerne under en lavere vinkel og dermed undgik de omtalte gener.



Figur 19. Generende indsyn til reflektorer og/eller lyskilder kan opleves som en ubehagelig blænding.

Giver belysningen generende reflekser i dataskærme?

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

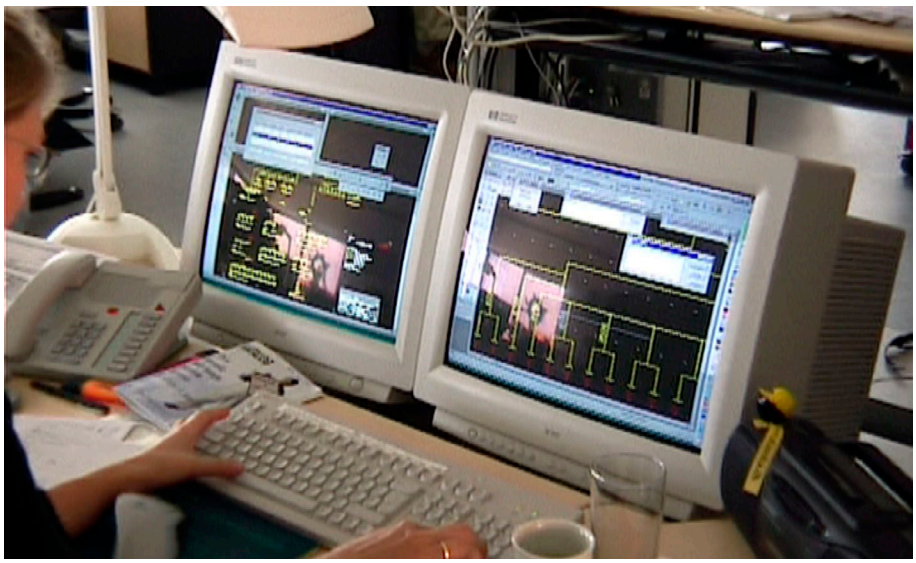
Reflekser i skærme kan stamme fra mange kilder. Forkert placering af skærm og skrivebord i forhold til vinduer og til belysningsarmaturerne i loftet synes at være et gennemgående tema. Alt for mange steder ses det, at skærmarbejdspladser står på skrå, vendt mod vinduet. Det giver udsyn men kan afstedkomme blænding fra det kraftige himmellys og reflekser i skærmen. Generelt kan det anbefales at placere skærmarbejdspladser parallelt med vinduesvæggen.

Generende reflekser i skærme vil også forekomme, når skærmen (arbejdspladsen) er placeret lige foran et belysningsarmatur. Placeres armatur og arbejdsplads således, at armaturet er ud til siden i forhold til arbejdspladsen, 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 arbejdspladsen. 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 loftarmaturerne havde en hvid plan diffuserende plade umiddelbart under lyskilden, gav det anledning til kraftige, generende reflekser i skærmene.



Figur 20. Forkert placering af skærm og skrivebord i forhold til vinduer og belysningsarmaturer giver generende reflekser og spejlinger.

Giver belysningen generende reflekser i papirer?

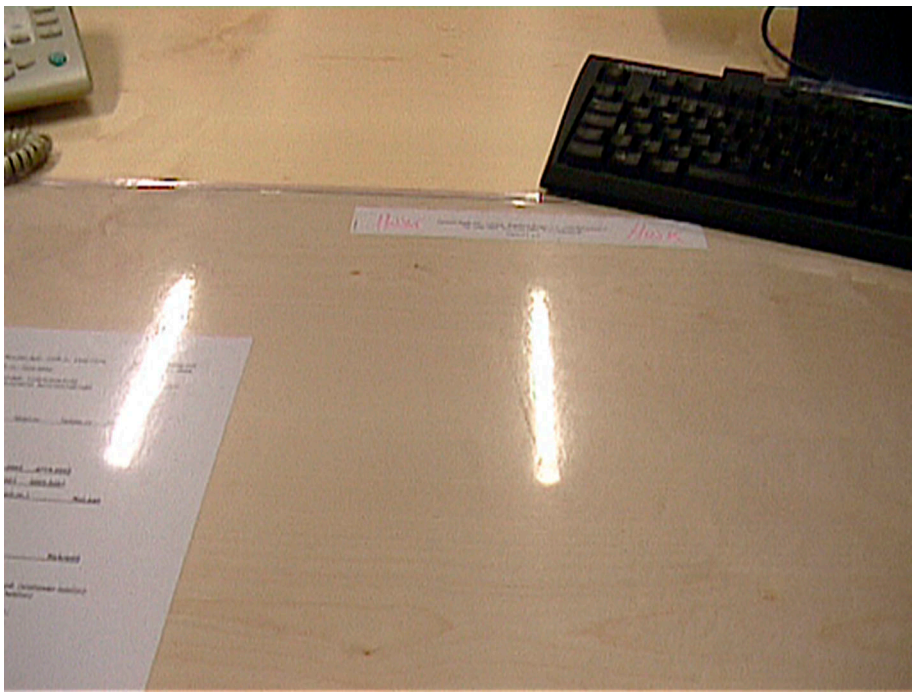
Generende reflekser i papirer, bordplader og skriveunderlag er ligeledes et kendt fænomen. I undersøgelsen viste det sig, at der ved godt 30 % af arbejdspladserne var generende reflekser ved eller på arbejdsobjektet. Generne kan ofte afhjælpes på samme måde, som ovenfor nævnt.

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 arbejdspladser. 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 arbejdspladser, 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 luminansforskellene, således at der vil forekomme en mere glidende overgang mellem det kraftige og det dæmpede lys.



Figur 21. Blanke eller transparente skriveunderlag virker som spejle.

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 Olufsens 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 energirigtig 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.

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

* Anlægget har kun bevægelsesmeldere

** Den installerede effekt fra arbejdslamper er skønnet.

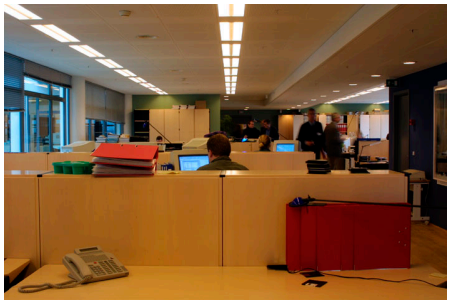
Bygningsgennemgang

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 reflekterende flade øverst i armaturet.
- Der er 250-300 lux i arbejdsområderne.
- I ganglinierne findes downlights for kompaktlysrør.
- Der er ligelysende arbejdslamper med halogenglødelamper på samtlige arbejdspladser.
- Belysningsanlægget er zoneopdelt med bevægelsesmeldere og indendørs lysfølere.
- Desuden kan anlægget betjenes manuelt, idet belysningsstyrken kan reguleres trinløst. Den installerede effekt er 8-10 W/m^2.



Figur 22. Forholdene kunne bedres, hvis armaturrækkerne flyttes, således at man får lyset ind fra siden.

Figur 23. Belysningsniveauet vurderes til at være lidt for højt, hvilket kan medføre begyndende blænding.

Ekspert-panel:

"Der mangler en grundlæggende tilpasning mellem arbejdspladsernes og armaturernes placering. Konkret kunne forholdene bedres ved at flytte armaturrækkerne, således at man fortrinsvis får lyset ind fra siden."

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

"Belysningsanlægget er forsynet med kontinuert 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 afskærmning."

"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:

Generelt er belysningskvaliteten bedømt til at være under middel. Belysningsfordelingen vurderes som for jævn og belysningsniveauet som lidt for højt, hvilket kan skyldes den begyndende ubehagsblænding. Der er almindelig enighed om, at belysningen er ensformig og en smule trist.
Flere efterlyser lidt oplevelse i belysningen, ligesom en enkelt bemærker, at fordelingen af lyse og mørke flader kunne være bedre.

Det fremhæves, at en kombination af flere lyskildetyper kunne skabe mere variation i lokalet. En enkelt foreslår, at loftsbelysningen halveres, og flere efterlyser bedre arbejdslamper, gerne som nu, med halogenglødelamper.
Det beklages, at en del af de eksisterende arbejdslamper ikke virker. Enkelte peger på, at lyse skriveunderlag kunne forbedre synsforholdene.

Byggeriets data

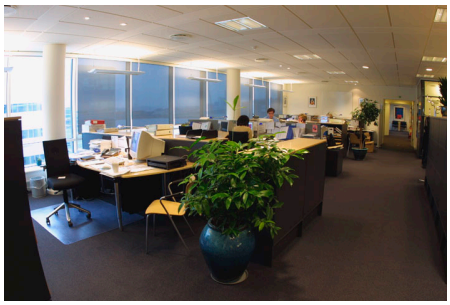
- Bygherre: PFA Byg
- Opført: 1996-1997
- Arkitekt: Rørbæk & Møller Arkitekter
- Totalentreprenør: Monberg & Thorsen A/S
- Rådgivende ingeniører: Birch & Krogboe A/S

Philips Danmark 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 dobbeltparabolsk afskærmning.
- I ganglinier findes downlights med kompaktlysstofrør.
- 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 dagslysføler.
- Den installerede effekt er 7 W/m² for loftsbelysningen og 3 W/m² for arbejdslamper, i alt ca. 10 W/m².



Figur 24. 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.

Figur 25. 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.

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 arbejdssituationen - man har sin egen ”aftenhule”, i stedet for et stort ”lyshelvede” uden mennesker.”

”På grund af spejlinger af himmelen eller solen i nabohusets meget lyse facade er stort set alle (mørklægnings-) gardiner 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 overdrives, 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 belysnings dårligere energieffektivitet, 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 arbejdslamper på en del arbejdspladser.

Byggeriets data

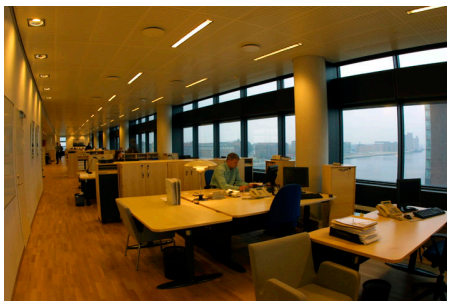
- Bygherre: Philips Danmark A/S
- Opført: 1998-1999
- Arkitekt: PLH Arkitekter A/S
- Totalentreprenør: Højgaard & Schultz
- Rådgivende ingeniører: COWI A/S

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 parabolsk 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 arbejdslamper med halogenglødelamper.
- Belysningsanlægget er zoneopdelt med indvendige lysfølere og bevægelsesmeldere for hver zone.
- Armaturrækken ved facaden er dæmpbar. Den installerede effekt er 5 W/m².



Figur 26. Rummet virker lyst, venligt og behageligt både aften og dag.

Figur 27. 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.

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 skæret fra 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 ubehagsblænding. Tværlamellerne sidder en smule for langt fra hinanden, så de nærmeste armaturer virker for åbne."

"Der er moderat generende ubehagsblænding, 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.

Det fremhæves i kommentarerne, at belysningsniveauet virker højt og lidt for jævnt. Belysningen benævnes som kedelig af flere, og som rimelig eller tålelig af andre. Det foreslås, at man skifter de blanke skriveunderlag til matte for at undgå reflekser, ligesom det foreslås, at personalet instrueres i brug af arbejdslampen.

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

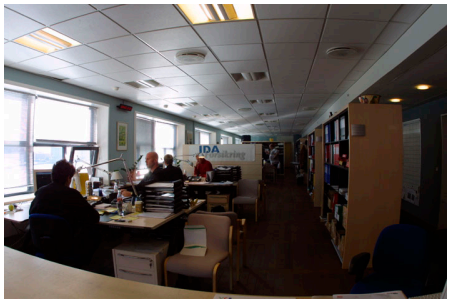
- Bygherre: Nykredit A/S
- Opført: 1999-2001
- Arkitekt: Schmidt, Hammer og Lassen K/S
- Rådgivende ingeniører: Sycon, Steensen & Varming
- Entreprenør: Højgaard & Schultz og NCC

Ingeniørernes Hus, IDA

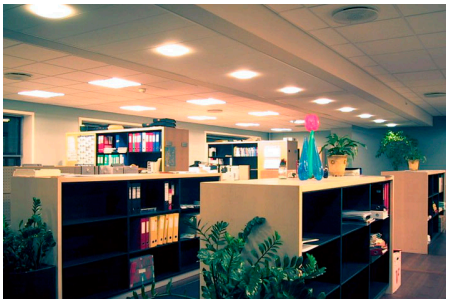
Der er undersøgt et storrumskontor på 4. etage med vinduerne vendt mod SØ og NV. Der er anvendt coatede energiruder.

Belysningskoncept:

- I kontorområdet er indbyggede ”snyde-indirekte” nedadlysende armaturer for kompaktlysrør. 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 bevægelsesmeldere til styring af lyset efter persontilstedeværelse.
- Lyset kan også styres manuelt i alle zoner, således at de ansatte selv kan slukke/tænde 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 solreflekserne 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 arbejdspladsen er meget generende at se

på. Jeg kan slet ikke fokusere på fladen. Jeg kan ellers godt lide aptering 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
- Opført: 1996-1998
- 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 dagslysfølere i hvert kontor.
- Den automatiske regulering af loftsbelysning, pendeludtag og gardiner for solafskærmning kan overstyres manuelt af medarbejderne.
- Den installerede effekt er 8 W/m² for almenbelysningen og ca. 3 W/m² for arbejdslamperne, 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.

Figur 31. De indbyggede armaturer fordeler lyset godt, men den opale afskærmningsplade har en for høj luminans, der kan svække billedet i pc-skærmen.

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 spejlingen 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 særdeles 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 afskærmningsplade har en for høj luminans, som svækker billedet 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 skæret 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
- Opført: 1997-1998
- Arkitekt: Holm & Grut A/S
- Rådgivende ingeniører: Rambøll A/S, Crone & Koch A/S og Balslev

COWI A/S

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 arbejdsområderne.
- På de enkelte arbejdspladser er der skævtlysende arbejdslamper for kompaktlysrør.
- 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.

Figur 32. 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.

Figur 33. De gennemgående armaturer spænder på tværs af rummet, så de bryder det lange rums perspektiviske linier i loftet og gør det til en falde at kigge på.

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 forstyrrer 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 tilfredsstillende, men nok ikke nedsætte blændingen. Jeg mærker design-indsatsen positivt her i kontoret.”

”Loftsbelysningen består af nedhængte op/nedad-lysende armaturer. Velegnede asymmetriske arbejdslamper kan hentes i kælderen, 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 rums 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 lysheder i loftet, men belysningen i rummet er diffus. Den jævne belysning udjævner den ellers stærke "territorieføelse" 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 behageligere, da rummet dermed let kan miste noget af sin karakter, og blive mere diffust eller udflydende om aftenen. Til gengæld ville et mere jævnt belyst loft have afværget 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. Belysningsniveauet 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 monotont 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.

Det foreslås, at der anvendes flere forskellige typer lyskilder samt tilføres lys på væggene. Der er stor enighed om, at der burde etableres en eller anden form for styring og regulering af kunstlyset, evt. også af persiennerne.

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 dobbeltparabolsk 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 ubrudt række lysrør.
- Alle armaturer er specialudviklet til byggeriet. Der er 200-700 lux i ganglinien.
- Der er arbejdslamper på enkelte arbejdspladser.
- Belysningsanlægget er zoneopdelt med automatisk styring 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 persienner. Næsten alle var halvt nede, hvorved udsynet bevaredes.

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

Ekspert-panel:

"I dagslyssituationen forekommer den inderste række arbejdspladser 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 arbejdspladserne ved vinduerne har væsentlig mere lys). En velegnet ar-bejdslampe på den inderste række arbejdspladser ville formentlig afhjælpe problemet. I aftensituationen virker glasvæggen midt inde i lokalet mørk og lidt generende. Et lyst gardin foran glasvæggen ville skabe hygge."

"Alle vinduer er udstyret med manuelt betjente persienner. Næsten alle var halvt nede, hvorved udsynet bevaredes. Men dagslys er der ikke meget af, og da slet ikke til den inderste række arbejdspladser. Den kunstige belysning er reguleret automatisk. Men på grund af den lille mængde dagslys, var kun den yderste række armaturer lidt nedreguleret. Reguleringsanlægget kunne være sparet."

"Armaturerne 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 ganglinie 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 tværlamelgitter eller lignende.”

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

Flere nævner, at gangbelysningen bør reduceres, bl.a. fordi den blænder ganske forfærdeligt. En deltager foreslår, at gangbelysningen helt fjernes og erstattes af samme armatur som i kontorarealet. Styringen af belysningsanlægget nævnes som optimalt med dagslysstyring i flere sektioner og automatisk tænding med bevægelsesmelder.

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 storrumskontor 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.
- Armaturerne er med to stk. T5 lysstofrør.
- Gangbelysningen består af et lysbånd med nedadlysende specialarmaturer 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 armaturerne 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 arbejdslamper med halogenglødelamper på nogle arbejdspladser.
- Den installerede effekt er 14 W/m².

Figur 37. En perfekt indirekte belysning.

Figur 38. Den store afstand mellem lysrør og loft sikrer en stor spredning af kunstlyset og en lav luminans på det hvide loft.

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 arbejdsstedet. 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 arbejdslamper. Hvis de bruges, er det vist mest for hyggens 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 arbejdspladser, 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 sterilt, og at planter i rummet samt kunst på væggene savnes.

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

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

Byggeriets data

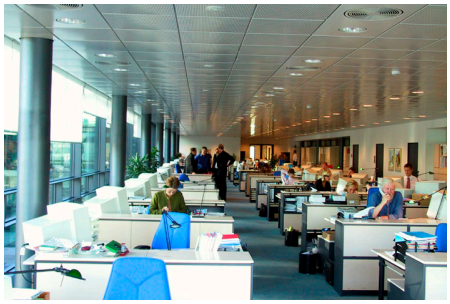
- Bygherre: Bang & Olufsen A/S
- Opført: 1997-1998
- Arkitekt: KHR Arkitekter
- Hovedentrepr.: Monberg & Thorsen A/S
- Rådgivende ingeniører: Birch & Krogboe A/S

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 arbejdsområdet.
- Herudover er der arbejdslamper med halogen gløde lamper på alle arbejdspladser.
- Belysningsanlægget er zoneinddelt og styres af bevægelsesmeldere og dagslysfølere 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 trængte supplerende lys.

Figur 40. Om aftenen leveres almenbelysningen af planforsænkede 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 arbejdslamper hvide indeni, og halogenpærerne er matte, så lyset fra dem går an, hvis det bare ikke spejler sig i bord m.m.

Ekspert-panel:

"Arbejdslamperne 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 arbejdslamper hvide indeni, og halogenpærerne er matte, så lyset fra dem går an, hvis det bare ikke spejlede 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. Armaturerne 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

Arbejdsministeriet. (2001). *Bekendtgørelse om faste arbejdssteders indretning*: *Bekendtgørelse nr. 96 af 13. februar 2001*. København.

Arbejdstilsynet. (1992). *Bekendtgørelse om arbejde ved skærmterminaler: Bekendtgørelse nr. 1108 af 15. december 1992*. København.

Arbejdstilsynet. (1999). *Dispensationer og fortolkning af regler inden for faste arbejdssteders indretning ved projekteret byggeri* (At-cirkulæreskrivelse nr. 3/1999). København. Lokaliseret 20010118 på: http://www.arbejdstilsynet.dk/Overblik/atviden/ATCIRKUL/Acir0399/acir0399.htm

Boligministeriet. (1995). *Bygningsreglement 1995*. København.

Dansk Standard. (1997). *Kunstig belysning i arbejdslokaler* (5. udg.) (DS 700:1997). København.

DELTA Lys og Optik, & Lysteknisk Selskab. (1993). *God og energirigtig kontorbelysning*. Stenløse.

Finger Vest, Kontorhus Vest, Københavns Lufthavn, Kastrup. (1999). *Arkitektur DK, 43*(1), 14-30.

Gram, D. (2001). Lufthavnen gennem tiderne, 75 års bevidst arbejde med lys. *LYS, 15*(1), 20-22.

Gram, D. (2002). Armaturerne er en del af arkitekturen. *LYS, 14*(1), 26-27.

Gram, D. (2002). Kuben lever af lys. *LYS, 14*(1), 26-27.

Gullev, J. (2000). Kontorbygninger i glas. *VVS, 36*(15), 22-24.

Hovedsæde for Unibank, København. (2000). *Arkitektur DK, 44*(5), 248-263.

Johansson, P. L. (1999). *Ingeniørernes nye hus*. *LYS, 11*(4), 206-208.

Keiding, M. (1999). Trylleri på højt niveau. *Arkitektur DK, 43*(6), 307-349.

Lund, M. (2000). Larsen og lyset. *NYT*, (565), 2-5.

Lysteknisk Selskab. (2000). *Beregning af indendørs belysning efter NB-metoden til belysningsstyrkeberegning og UGR-metoden til blændingsberegning*. Stenløse.

N. E. G. MICON A/S, Udvidelse, Randers. (2000). *Arkitektur DK, 44*(4), 216-221.

Nielsen, O. (2000). C*OWI på hjul*. *LYS, 12*(2), 19-21.

Rolfsted, B. (1999). Avanceret styring giver fleksibilitet. *LYS, 11*(1), 9-12.

Schiønning, J., & Petersen, J. (1999). Finger D, indeklimaet. *VVS, 35*(12), 32-35.

Skude, F. (2002). Kubens fascination. *NYT*, (571), 2-7.

Thorsted, A. (1999). The new office. *LYS, 11*(2), 94-97.

Østergaard, P. (2002). Nykredit lyser i natten. *LYS, 14*(1), 24-25.

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 relatere 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

By og Byg Resultater 032