

SBi 2005:06

Effektiv belysning i kontor- og erhvervsbyggeri

En undersøgelse i ni kontorbygninger



Statens Byggeforskningsinstitut
DANISH BUILDING RESEARCH INSTITUTE

Effektiv belysning i kontor- og erhvervsbyggeri

En undersøgelse i ni kontorbygninger

Steen Traberg-Borup
Karl Grau
Kjeld Johnsen

Titel	Effektiv belysning i kontor- og erhvervsbyggeri
Undertitel	En undersøgelse i ni kontorbygninger
Serietitel	SBi 2005:06
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2005
Forfattere	Steen Traberg-Borup, Karl Grau, Kjeld Johnsen
Sprog	Dansk
Sidetæl	99
Litteratur- henvisninger	Side 85-86
English summary	Side 83-84
Emneord	Dagslys, kunstlys, energieffektivitet, belysningskoncepter, belysningskvalitet
ISBN	87-563-1226-1
Pris	Kr. 220,00 inkl. 25 pct. moms
Tekstbehandling	Winnie Larsen
Fotos	Jan Carl Westphall og Steen Traberg-Borup
Omslag	Steen Traberg-Borup
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Dr. Neergaardsvej 15, DK-2970 Hørsholm E-post sbi@sbi.dk www.sbi.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: SBi 2005:06: Effektiv belysning i kontor- og erhvervsbyggeri. En undersøgelse i ni kontorbygninger (2005)

Indhold

Forord	4
Sammenfatning	5
Interview med projekterende	5
Kriterier for et kvalitetsanlæg	6
Indledning	8
Teknisk samtale	8
Udvælgelse af bygninger	8
Gennemgang af de ni bygninger	9
Læsevejledning	10
Myndighedskrav til belysningsanlæg	12
Belysningsystemer og koncepter	13
Belysningskoncepter	13
Interview med projekterende	17
Generelt om udbud og projektering af belysningsanlæg i de aktuelle projekter	17
Beslutningsproces, projekteringshensyn og barrierer	18
Projekteringsmetode	18
Energieffektivitet og økonomi	18
Afl levering og vedligeholdelse	19
Andre generelle forhold af betydning for anlægskvaliteten	19
Kriterier for et kvalitetsanlæg	20
Lys og lysfordeling	20
Udformning af anlæg (og rum)	21
Reguleringsudstyr	22
Vinduer og arbejdspladsplacering	24
Vinduesstørrelse	24
Rudetype, lys-, varme- og solenergitransmittans	25
Største/mindste arbejdspladsafstand til vindue	28
Nestlé Danmark A/S	30
Philips Danmark A/S	36
Nykredit A/S	42
COWI, Rådg. Ingeniører A/S	49
NEG-Micon A/S	55
Bang & Olufsen A/S	60
Ingeniørernes Hus, IDA	66
Nordea Bank Danmark A/S	71
Københavns Lufthavne A/S	77
Summary	83
Referencer	85
Litteratur vedrørende bygningerne	85
Bilag	87
Resume af den danske del af DEFU-rapport	95

Forord

En målsætning i den danske energipolitik har været at fremme en byggelovgivning og en projekteringspraksis, som sigter på at reducere elektricitetsforbruget, specielt til belysning og ventilation. I de seneste år er der udviklet nye energieffektive lyskilder, belysningsarmaturer og automatiske reguleringsystemer, således at det i dag er muligt at bringe energiforbruget til belysning ned på et meget lavt niveau.

Til trods for at mange nye enkeltkomponenter er kommet på markedet, ses det imidlertid sjældent i dagens byggeri, at komponenterne anvendes integreret i et både energieffektivt og ergonomisk belysningsdesign.

Nærværende rapport er resultatet af et forskningsprojekt gennemført med støtte fra Energistyrelsen under programmet for "Statstilskud til energibesparelser m.v. i erhvervsvirksomheder" (CO₂-midlerne) med det overordnede formål at fremme anvendelse af energieffektiv belysning i kontor- og erhvervsvirksomheder. Rapporten dokumenterer resultaterne af analyser og vurderinger af belysningsanlæg i ni markante kontorbygninger projekteret af nogle af Danmark førende arkitekt- og ingeniørfirmaer.

Foruden nærværende rapport har SBI i samarbejde med Lysteknisk Selskab udarbejdet *By og Byg Resultater 032: Effektive belysningsanlæg i storrumskontorer. (2004)*, som sammenfatter projektets hovedresultater. Begge publikationer er tilgængelige på de to institutioners hjemmesider på adresserne: www.sbi.dk og www.lysteknisk.dk.

SBI 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 et af projektets vurderingspaneler.

Statens Byggeforskningsinstitut
Afdelingen for Sundhed og Komfort
December 2004

Claus Reinhold
Forskningschef

Sammenfatning

Ni markante kontorbygninger og belysningsanlæg blev udvalgt og derefter besøgt med henblik på en visuel vurdering af udvalgte storrumskontorer og belysningskoncepter. Besøgene blev foretaget af to paneler af fagfolk. De udvalgte bygninger var:

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

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

- Nedadlysende
- Opadlysende
- Kombinationen opad/nedadlysende
- Indirekte opad/nedadlysende.

I alle bygninger havde medarbejderne mulighed for at benytte arbejds-lamper, men det kunne generelt konstateres, at brugerne reelt ikke benyttede supplerende lys fra arbejds-lamper i ret mange af virksomhederne.

Med installerede effekter fra almenbelysningen på mellem 5 og 14 W/m² og tilsvarende fra arbejds-lamperne på mellem 0,3 og 3 W/m² ligger den gennemsnitlige installerede effekt fra almenbelysningen væsentligt under nøgletallene for energiforbrug til rumbelysning i store kontorer og kontor-landskaber på 12-15 W/m² henholdsvis 3 W/m² for arbejds-lamper. (God og energirigtig kontorbelysning. Energistyrelsen, 1993).

Otte af de ni anlæg er forsynede med automatik til styring og regulering af kunstlyset, men i disse bygninger kunne det konstateres, at regulering af belysningsstyrken efter dagslyset kun i et par tilfælde rent faktisk fandt sted på vurderingstidspunktet. Kontrol af det faktiske energiforbrug til belysning og en gennemgang af reguleringsudstyret i de pågældende bygninger vil derfor være påkrævet.

Interview med projekterende

For hver af de udvalgte bygninger blev der gennemført interview med den ingeniør, der havde forestået projekteringen af det konkrete belysningsanlæg. Der blev stillet en lang række spørgsmål med vægt på følgende hovedemner:

- Generelt om udbud og projektering af belysningsanlæg i de aktuelle projekter
- Beslutningsproces, projekteringshensyn og barrierer
- Projekteringsmetode
- Energieffektivitet og økonomi
- Aflevering og vedligeholdelse
- Andre generelle forhold af betydning for anlægskvaliteten.

Sammenfattende kan det konstateres, at ca. 60 % af projekterne var totalentrepriser og resten var entrepriser, hvor udbuddets detaljeringsgrad var meget varierende, dog blev der oftest som minimum refereret til kravene i DS 700.

I de fleste tilfælde blev de projekterende inddraget fra projektstart med hensyn til udformning af belysningsanlæggets tekniske del. Valg af armaturer og placering var som regel givet fra arkitektens side. Arkitekterne har ofte arbejdet bevidst med dagslyset i lokalene. Ingeniørerne har derimod ikke (eller sjældent) været involveret i diskussioner om dagslys, valg af farver, overflader, inventar m.m., som ellers er af betydning for projekteringen af et kvalitetsbelysningsanlæg.

Belysningsanlæggene er alle blevet beregnet ved hjælp af edb-programmer, oftest af armaturfabrikanten ved hjælp af hans eget program men også ved hjælp af programmer, som den rådgivende har til rådighed. Ved beregningerne tages der typisk hensyn til standardparametre som belysningsstyrke, blændingsforekomst, luminansfordeling og blændingstal.

Installerede effekter fra almenbelysningen ligger i intervallet mellem ca. 6 W/m² og 14 W/m². Ved armaturvalg blev der taget hensyn til brug af energieffektive komponenter i armaturerne, men ikke udpræget hensyn til selve armaturernes energieffektivitet. Der benyttes automatisk regulering og styring i næsten alle anlæg ved brug af bevægelsesmeldere og i en række tilfælde styring efter dagslyset.

Ved aflevering af anlæggene er der i hen ved halvdelen af de udvalgte bygninger udført justering og kontrol i alle rum af belysningsniveauer på arbejdspladserne i samspil med dagslysniveauet. I resten af anlæggene blev der foretaget stikprøvekontrol. Myndighedskontrol blev kun udført i forbindelse med nødbelysning og elevatorbelysning.

Ansvarsfordelingen mellem projekterende og entreprenør i byggesager vedrørende belysning er klar ved almindelige, ikke intelligente anlæg men ofte uklar, når det drejer sig om intelligente, programmerbare systemer.

Generelt vurderer branchen, at den har den fornødne faglige uddannelse vedrørende belysnings- og reguleringsanlæg, når det drejer sig om konventionelle typer, men at der er behov for efteruddannelse, når det drejer sig om digitale komponenter og systemer. Flere gav udtryk for, at en egentlig certificering som belysningsplanlægger og/eller integrator ville være en god ide.

Kriterier for et kvalitetsanlæg

I forbindelse med interviewene af de projekterende ingeniører blev de bedt om at besvare et spørgeskema i relation til, hvordan de ville vægte vigtigheden af en række parametre, der kunne og/eller skulle indgå ved projekteringen af et kvalitetsbelysningsanlæg.

I skemaet var der mulighed for at give point fra 0-10 i relation til vigtigheden af en parameter. Der blev stillet 18 spørgsmål med vægt på hovedemnerne:

- Lys og lysfordeling
- Udformning af anlæg (og rum)
- Reguleringsudstyr

De projekterende synes at være enige om vigtigheden af variationer i luminansfordelingen både i rummet og i overgangszoner f.eks. mellem gangarealer og arbejdsrum. God kontrastgengivelse af detaljer, anvendelse af armaturer, der ikke giver anledning til blænding og refleksioner ved arbejdspladsen samt god farvegengivelse prioriteres særdeles højt. Spørgsmål om jævn belysningsstyrke i rummet synes derimod ikke at blive prioriteret på samme måde som de øvrige parametre.

Høj dagslysudnyttelse er et stort ønske hos de projekterende, men det erkendes også, at der er behov for solafskærmning enten bevægelig eller fast monteret.

Alle peger på vigtigheden af armaturers rengørings- og vedligeholdelsesvenlighed, men prioriteten ligger ikke så højt, måske i erkendelse af, at det ikke altid kan lade sig gøre. Anvendelse af støjsvage og ikke varmende armaturer anses for vigtig. Derimod synes der kun at være nogen enighed om anvendelse af arbejdslamper.

Anvendelse af reguleringsudstyr i form af bevægelsesmeldere enten alene eller sammen med en dagslysstyring har meget høj prioritet, hvilket også er tilfældet for opdeling af anlæggene i belysningszoner. De projekterende peger udelukkende på anvendelsen af armaturer med HF-forkoblinger, både til dæmpbare og ikke dæmpbare armaturer, idet forudsætningen for at kunne regulere belysningsstyrken fra armaturer med lysstofrør er en dæmpbar HF-forkobling.

Indledning

Energiforbruget til kontorbelysning varierer kraftigt fra bygning til bygning og udgør i nogle tilfælde mere end 40 % af det samlede elektricitetsforbrug. Det er bemærkelsesværdigt, at selvom der inden for de seneste 5-10 år er sket en hastig teknologisk udvikling af mere effektive lyskilder, belysningsarmaturer og reguleringssystemer, viser flere undersøgelser, at det typiske anlæg i dag sjældent lever op til dagens krav vedrørende energieffektivitet eller lyskvalitet.

Denne rapport dokumenterer resultaterne af analyser og vurderinger af belysningsanlæg i ni markante kontorbygninger projekteret af nogle af Danmark førende arkitekt- og ingeniørfirmaer.

Teknisk samtale

Projektet tog udgangspunkt i en teknisk samtale mellem et antal projekterende ingeniører inden for belysningsområdet fra følgende firmaer:

- Birch & Krogboe A/S
- Carl Bro as
- Hansen & Henneberg A/S
- Mogens Balslev, Rådgivende Ingeniører A/S
- Semco A/S
- Hansen, Carlsen & Frølund A/S
- COWI A/S
- Steensen & Warming A/S
- Rambøll; Kampsax Consult A/S
- Leif Hansen, Rådgivende Ingeniører A/S
- ISC Rådgivende Ingeniører A/S

Derudover deltog Lysteknisk Selskab, DEFU samt DELTA Lys&Optik.

Under samtalen gennemgik og diskuterede man typiske anlægstyper og barrierer for projektering og udførelse af energieffektive belysningsanlæg i praksis. Den tekniske samtale havde til formål at få diskuteret forskningsprojektets fremgangsmåde og sikre en udvælgelse af bygninger, som repræsenterede gode eksempler på dagens belysningsystemer.

Med baggrund i den tekniske samtale samt resultater fra nyere udredningsprojekter er der udarbejdet en oversigt over typiske belysningskoncepter, systemer, komponenter og typiske anvendelsesområder. Se kapitlet *Belysningssystemer og koncepter*.

Udvælgelse af bygninger

I samråd med de projekterende blev der udvalgt i alt 10 nyere kontorbygninger, syv i København og tre i Jylland, som grundlag for kortlægning og analyse af dagens projekteringspraksis og anlægsstandarder. En af disse bygninger måtte senere fravælges. Belysningsanlæggene i de udvalgte bygninger hører til de bedre og ligger på flere punkter over gennemsnitsanlægget.

Til brug for kortlægningen af projekteringspraksis, beslutningsprocesser og barrierer for projektering af de optimale belysningssystemer blev der ud-

arbejdet et omfattende interviewskema (se bilag). En eller to personer fra de projekterende deltog i hvert interview vedrørende de ni bygninger.

Tabel 1 giver en oversigt over de medvirkende firmaer, belysningsingeniørerne og de udvalgte bygninger.

Tabel 1. Oversigt over medvirkende ingeniørvirksomheder, projekterende og udvalgte bygninger.

Firma	Projekterende	Projekt
Mogens Balslev, Rådgivende In- geniører A/S	Bent Rolfsted	Københavns Lufthavne, Kontor- hus Vest
Carl Bro as	Bjarne Corneliussen og Bjarne Jo- hansen	Nordea Bank Danmark A/S
Carl Bro as (tidligere Crone & Koch)	Per Lennart Johansson	Ingeniørforeningens hus, IDA
Birch & Krogboe A/S	Niels Brunhede og Niels Skov	Bang & Olufsen, Struer Nestlé
SYCON Steensen & Varming	Lars Bork Hansen	Nykredit A/S
COWI, Lyngby	Johnny Witt Hansen	Philips Danmark A/S
COWI, Århus	Kurt Westergaard	COWI, Århus NEG-Micon, Randers

Gennemgang af de ni bygninger

De ni bygninger blev efterfølgende besigtiget med henblik på en visuel vurdering af udvalgte storrumskontorer og deres belysningskoncept. Besigtigelserne blev foretaget af to vurderingspaneler, der arbejdede uafhængigt af hinanden.

Det første panel blev udpeget af SBI, og bestod af ingeniører og arkitekter med ekspertise på områder som dags- og kunstlysforhold, arbejdspladsbelysning og synsforhold generelt. Dette panel vurderede bygningerne både ved dagslys og om aftenen i en ren kunstlyssituation.

Ekspertpanelet har givet udførlige kommentarer vedrørende kunstlys, dagslys og lyskvalitet under panelets besøg i de enkelte bygninger. Panelet 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, SBI.

Det andet vurderingspanel blev udpeget af Lysteknisk Selskab, og bestod af i alt 33 personer udvalgt blandt selskabets ca. 900 medlemmer, hvilket skulle sikre en bred faglig repræsentation inden for belysningsbranchen. Dette panel vurderede kun bygninger i kunstlyssituationen.

LTS-panelet var delt i to geografisk bestemte delpaneler bestående hhv. af medlemmer fra Østkredsen og fra Midtjysk og Nordjysk kreds.

Østkredsen 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.

Rum, vinduer, indretning og overflader må betragtes som en del af belysningsystemet, og lysets kvalitet kan kun vurderes i sammenhæng med de

aktiviteter, der foregår i rummet. Bygningerne blev derfor vurderet ud fra et helhedsindtryk af belysningssystemerne.

I forbindelse med besigtigelserne blev de faktuelle oplysninger vedrørende de installerede komponenter etc. kontrolleret, ligesom der blev foretaget enkelte målinger af belysningsniveauer fra dagslys og kunstlys.

Tabel 2 summerer de belysningsmæssige løsninger, belysningsstyrker fra almen- og arbejdsbelysning samt installeret effekt fra almenbelysning og arbejdslamper i de ni bygninger.

Tabel 2. Oversigt over de belysningsmæssige løsninger i de ni udvalgte bygninger.

Bygning	Armatortyper. Hovedlysretning	Almenbelysning. Belysnings- styrke (ca. Lux)	Installeret effekt fra almenbelys- ning. (W/m ²)	Installeret effekt fra arbejdslam- per*. (W/m ²)
Nestlé Danmark A/S	Indirekte opad/nedad	250-300	7	3
Philips Danmark A/S	Opad/nedad + Opad + Downlights	350	7	3
Nykredit A/S	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 A/S	Opad	400	14	0,5
Ingeniørernes Hus, IDA	Indirekte opad/nedad + Downlights	200-250	6-8	2
Nordea Bank Danmark A/S	Downlights	200	7	3
Københavns Lufthavne A/S	Downlights	300	8,2	3
* Den installerede effekt fra arbejdslamper er skønnet.				
** Anlægget har kun bevægelsesmeldere				

Læsevejledning

Denne indledning efterfølges af kapitlet *Myndighedskrav og vejledende værdier* som kort gengiver de gældende bestemmelser på belysningsområdet. De lovbestemte krav og vejledende normer er naturligvis vigtige dele af grundlaget for, hvorledes belysningsanlæg projekteres i praksis, og er måske somme tider årsagen til, at lysets kvantitet får en højere prioritet en lysets kvalitet.

Herefter følger kapitlet *Typiske belysningssystemer og koncepter*, hvor en række af de mest anvendte principper for belysningssystemer gennemgås med fokus på armaturers virkemåde og placering i forhold til arbejdspladsen.

I kapitlet *Interview med de projekterende* gennemgås resultaterne af de indledende interview med de projekterende ingeniører på de ni udvalgte bygninger. Disse interviews havde bl.a. det mål at identificere tekniske, økonomiske og markedsrelaterede barrierer for, at den nyeste teknologi på belysningsområdet i praksis har svært ved at vinde indpas i byggeriet.

I forbindelse med hvert interview blev den (eller de) projekterende bedt om at udfylde et skema, der angiver nogle kriterier, som bør være opfyldt, for at et belysningsanlæg kan karakteriseres som et 'kvalitetsanlæg'. Resultatet af de projekterendes prioritering af de opstillede udsagn for kvalitet er gengivet i kapitlet *Kriterier for kvalitetsanlæg*.

Herefter kommer kapitlet *Vinduer og arbejdspladser* med en gennemgang af de ni kontorbygningers vinduer ud fra størrelser, lys- og varmetekniske egenskaber samt arbejdspladsernes største/mindste afstand fra nærmeste vindue.

Endelig er der et kapitel for hver af de ni bygninger med en gennemgang af belysningen i de udvalgte rum og gengivelse af vurderingspanelernes indtryk af lyset i rummet, dagslyset og belysningsanlægget.

Myndighedskrav til belysningsanlæg

Dagslys og belysning på arbejdspladser skal opfylde kravene i "Bygningsreglementet 1995" (Bygge- og Boligstyrelsen, 1995), Arbejdstilsynets cirkulære Nr. 3/1999 "Dispensationer og fortolkninger af regler inden for faste arbejdssteders indretning ved projekteret byggeri" (Arbejdstilsynet, 1999), arbejdstilsynets bekendtgørelser nr. 96 "Indretning af faste arbejdspladser" og nr. 1108 "Arbejde ved skærmterminaler" samt den danske standard DS 700, "Kunstig belysning i arbejdslokaler" (Dansk Standard, 1997).

Bygningsreglementet og Arbejdstilsynets cirkulære stiller begge krav om, at arbejdslokaler i erhvervejendomme 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.

DS 700 indeholder retningslinier for og krav til den kunstige belysning i arbejdslokaler. Kravet vedrørende belysningsstyrken fra almenbelysningen, der skal være tilstede uden 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 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. 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.

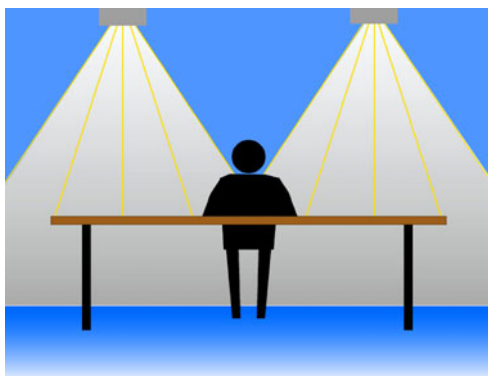
Belysningsystemer og koncepter

Belysningskoncepter

Det voksende antal skærmarbejdspladser blev starten på udvikling af nye og forbedring af eksisterende belysningskoncepter. De før så ofte benyttede direkte nedadlysende anlæg er ikke længere dominerende i kontorlandskaberne. Kombinationen direkte/indirekte lysende armaturer anvendes nu oftere gerne suppleret med en asymmetrisk lysende arbejdslampe.

I det følgende opsummeres et antal eksempler på forskellige belysningskoncepter, der dels blev benyttet i projektets bygninger og dels er almindelige overalt i kontorer.

Nedadlysende armaturer



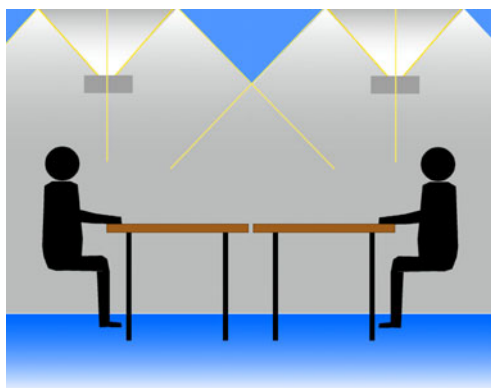
Direkte nedadlysende armaturer bestykket med lysstofrør kan være indbygget i loftet, påbygget eller nedhængt, hvor rumhøjden kræver eller tillader det. Armaturerne sender lyset direkte nedad mod arbejdspladserne. Ofte benyttes enkelt- eller dobbeltparabolske gitre til at retningsbestemme lyset og til at hindre direkte blænding fra lyskilden, når armaturet betragtes under en lav synsvinkel. Direkte lysende armaturer er forholdsvis effektive og kan give høje belysningsstyrker på arbejdsplanet (skrivebordet).

Da armaturerne ikke belyser loftet, giver brugen af direkte nedadlysende armaturer ofte meget mørke loftflader og dermed stor luminansforskel mellem det lysende armatur og det omgivende loft. Tillige ses ofte skarpe aftegninger af lyskeglen på vægge og andre lodrette flader, der er tæt på armaturerne.

Direkte nedadlysende armaturer bliver ofte fordelt jævnt over hele rummet af hensyn til en jævn belysningsstyrke. Armaturerne placeres i rækker parallelt med hovedvinduesfacaden. Da det ligeledes svarer til den normale orientering af (skærm)arbejdspladserne, er det vigtigt, at arbejdspladserne eller armaturerne bliver placeret således i forhold til hinanden, at armaturerne er placeret til siden i forhold til arbejdspladserne af hensyn til reflekser og spejlinger i skærme og arbejdsborde.

Downlights bestykket med kompaktlystofrør er også direkte nedadlysende. Brugen af downlights kan give et mere fleksibelt layout i belysningsplanen og ofte også i placeringen af arbejdspladserne. Der gælder dog stadig de samme begrænsninger med hensyn til placering af den enkelte arbejdsplads; armaturerne skal være til siden i forhold til arbejdspladsen, og synsretningen ved arbejdspladsen skal være parallel med vinduesvæggen af hensyn til blænding fra vinduesarealet.

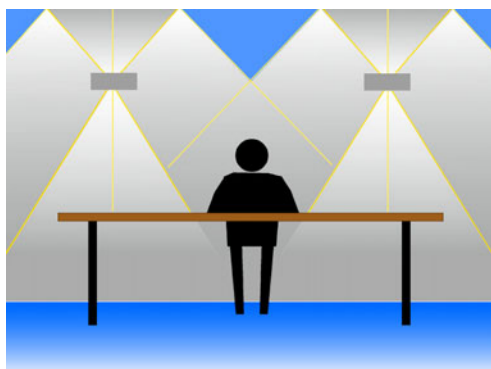
Opadlysende armaturer



Direkte opadlysende armaturer bestykket med lysstofrør kan være nedhængte under loftet, være vægmonterede uplights eller være monteret på en stander stående på gulvet. Armaturerne sender lyset direkte opad mod loftet og/eller væggene hvorfra det reflekteres tilbage mod arbejdspladserne. Det indirekte lys kan skabe et tiltalende lyst lokale, men hvor belysningen som sådan ofte efterlader et diffust indtryk med svag skyggedannelse fra objekter.

Den installerede effekt vil ofte være højere for at opnå det samme belysningsniveau, som ved brug af f.eks. direkte nedadlysende armaturer.

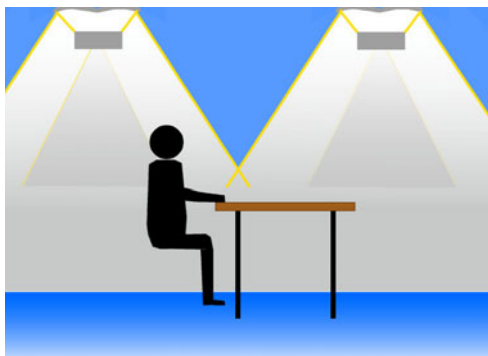
Opad/nedadlysende armaturer



Armaturer, der er direkte opad/nedadlysende, kombinerer det nedadlysende armaturs effektivitet med det opadlysende armaturs rumskabende kvalitet. Denne type armaturer bidrager derfor til at kunne give tilfredsstillende belysningsstyrker på arbejdsplanet samt god skyggedannelse fra objekter suppleret med en god rumskabende virkning.

Den nedadrettede del skal udgøre mellem 25 og 75 % af lyset. Armaturerne skal fordeles jævnt over hele lokalet. En nedhængningshøjde mindre end ca. 0,4 m fra loftet vil ødelægge virkningen af det opad/nedadrettede lys, da der vil forekomme meget høje luminansniveauer på loftet over armaturerne. Sådanne kraftige 'lys-øer' vil givetvis medføre refleksproblemer i f.eks. edb-skærme.

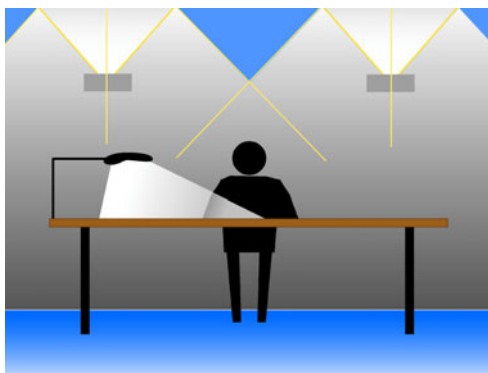
Indirekte opad/nedadlysende armatur



Indirekte opad/nedadlysende armaturer, også kaldet 'snyde-indirekte' armaturer, findes til indbygning i loftet, til påbygning eller til nedhængning, hvor rumhøjden kræver eller tillader det.

Armaturene sender en mindre mængde lys direkte nedad gennem en halvcylindrisk hulplade monteret under lyskilden samt et mere diffust, nedadrettet, indirekte lys fra en hvid, reflekterende, ofte parabolisk flade øverst i armaturet. Armaturene giver stort set de samme muligheder som de indirekte lysende armaturer. De kan medvirke til at skabe et lyst udseende lokale, hvor belysningen kan virke diffus med svag skyggedannelse fra objekter. Den indbyrdes placering af arbejdspladser og armaturer i forhold til hinanden er ikke kritisk. Dog kan luminansforholdene i den øverste reflektor lige over lyskilden give anledning til blænding under særlige synsvinkler.

Opadlysende armatur plus arbejdslampe



Kombinationen af opadlysende armaturer suppleret med en god arbejdslampe, gerne asymmetrisk lysende, kan tilsammen danne et godt belysningskoncept. Det indirekte lys fra armaturet kan medvirke til, at lokalet 'lyser op', samtidig med, at arbejdslampen, når den bliver indstillet til at lyse fra siden, kan give en fin skyggedannelse fra objekter. I situationer, hvor almenbelysningen ikke er tændt, kan arbejdslampen medvirke til at give focus både på arbejdssemner og på selve arbejdspladsen.

Arbejdslamper

Det vil ofte være u hensigtsmæssigt at tilvejebringe den lovbefalede belysningsstyrke på arbejdspladsen udelukkende ved brug af almenbelysningen. Denne vil, som nævnt, heller ikke i alle tilfælde kunne tilfredsstille krav om god skyggedannelse fra objekter og passende luminansforhold.

Suppleres almenbelysningen med en god indstillelig arbejdslampe, gerne asymmetrisk lysende, vil de supplerende krav vedrørende belysningsstyrke, god skyggedannelse, focusering og luminansvariation kunne opnås.

Erfaringen viser, at mange firmaer ikke i tilstrækkeligt omfang forklarer arbejdslampens betydning for gode synsforhold ved arbejdspladsen og heller ikke opfordrer deres ansatte til at benytte en arbejdslampe.

Arbejdspladsorienteret belysning

En ofte stillet forudsætning for brugen af ovennævnte belysningskoncepter er, at armaturerne til almenbelysningen fordeles jævnt over hele lokalet, hvilket vil sige, at der søges opnået en ensartet belysningsstyrke overalt. Dette er nemt at tilgodese, og hvis den projekterende end ikke kender til arbejdspladsernes placering i projekteringsøjeblikket, vil det ofte være den eneste (og nemmeste) løsning.

Dette princip fører ofte til meget traditionelle belysningsanlæg. De omtalte belysningskoncepter vil uden tvivl føre til bedre og mere fleksible løsninger, hvis arbejdspladsernes placering, lokalets øvrige indretning og farve- og materialevalg var kendt i projekteringsøjeblikket. Desværre viser praksis, at dette meget sjældent er tilfældet.

Havde den projekterende derimod kendskab til disse parametre, kunne belysningsanlægget projekteres på en sådan måde, at belysningskonceptet blev tilpasset den enkelte arbejdsplads eller grupper af arbejdspladser.

Behovsstyret belysning

Et traditionelt eller et arbejdspladsorienteret belysningsanlæg vil kunne bringes til at fungere ud fra en behovsstyret strategi. Nye belysningsanlæg skal være zoneopdelt, hvilket betyder, at lyset i dele af anlægget i de områder, hvor der ikke befinder sig personer, skal kunne slukkes, enten manuelt eller ved hjælp af bevægelsesmeldere. Benyttes sidstnævnte løsning, kan automatikken stilles til at slukke lyset i den pågældende zone efter f.eks. 10 minutters personfravær.

Tænding af lyset i en zone skal som sædvanligt kunne ske manuelt, men kan også aktiveres ved hjælp af bevægelsesmeldere, der tænder lyset, når der konstateres persontilstedeværelse. Er belysningsanlægget yderligere forsynet med dagslysfølere, kan aktivering af kunstlyset udskydes til det tidspunkt, hvor dagslyset alene ikke kan opretholde et forudindstillet belysningsniveau. Dagslysfølere måler således belysningsstyrken kontinuert i zonen. Tiltager bidraget fra dagslyset, reguleres kunstlyset ned og omvendt. Dagslysfølere kan enten monteres indendørs eller udendørs afhængigt af, hvilken grad af reguleringsfrihed, der ønskes i anlægget.

De seneste tiltag på automatikområdet giver muligheder for ikke bare at styre og regulere belysningsstyrken i de enkelte zoner, men også at belysningen kan tilpasses den enkelte arbejdsplads eller grupper af arbejdspladser i såkaldte belysnings-scenarier.

Interview med projekterende

For hver bygning blev der gennemført et interview med den projekterende, der havde forestået projekteringen af belysningsanlægget i den konkrete bygning. Interviewskemaet er gengivet i bilagsafsnittet som interviewskema 2. Interviewskemaet er opdelt i seks hovedafsnit med overskrifterne:

- Generelt om udbud og projektering af belysningsanlæg i de aktuelle projekter
- Beslutningsproces, projekteringshensyn og barrierer
- Projekteringsmetode
- Energieffektivitet og økonomi
- Aflevering og vedligeholdelse
- Andre generelle forhold af betydning for anlægskvaliteten.

Nedenfor præsenteres en sammenfatning af de projekterendes svar.

Generelt om udbud og projektering af belysningsanlæg i de aktuelle projekter

Det følgende belyser udbudsformen for de aktuelle projekter, og om hvornår i projekteringsforløbet nogle af de vigtigste beslutninger bliver taget.

Udbudsformen for projekterne var totalentreprise (60 %) og resten almindelig fagentreprise.

Udbudets detaljeringsgrad varierede, men indeholdt enten krav om overholdelse af DS700 eller krav om et bestemt belysningsniveau og krav vedrørende blænding. I de fleste udbud var der valgt armaturer og styring heraf. I et enkelt udbud var der stillet krav om maksimal installeret effekt.

Ingen af de projekterende firmaer havde udelukkende deltaget i el-entreprisen, men havde også deltaget i andre fagentrepriser. De fleste af de interviewede projekterende havde selv deltaget i projekteringen, som typisk have fundet sted et par år tidligere.

De fleste projekterende blev inddraget i starten af belysningsprojektet. I enkelte tilfælde var belysningsanlægget allerede valgt fra starten, eller valgt som belysningsanlæg fra et tidligere projekt for samme bygherre.

Det er de projekterendes indtryk, at de fleste arkitekter har været bevidst om betydningen af dagslyset i lokalerne, f.eks. i form af opdeling i dagslys- og udsigtsvinduer, men de projekterende ingeniører har ikke diskuteret dagslysforhold, valg af farver, møbler og anden indretning med arkitekten. De fleste vurderede at arkitekten i samarbejde med den projekterende ingeniør var hovedansvarlig for udformning af belysningsanlægget, herunder valg af armaturer og deres placering. I enkelte tilfælde havde den projekterende ingeniør eller bygherren været hovedansvarlig for udformning af belysningsanlægget. Valg af armaturer, placering og styringsstrategi og -system skete typisk ved starten af projekteringen. I et enkelt tilfælde var der ingen styring eller regulering.

Kun i få tilfælde har der under projekteringen været overvejelser om variationer i belysningsniveauer f.eks. i overgangszoner eller på gange.

Beslutningsproces, projekteringshensyn og barrierer

I det følgende belyses forhold omkring beslutningsprocesser, projekteringshensyn og eventuelle barrierer for beslutningstagningen.

Valg af belysningsarmaturer er sket ud fra et antal hensyn. I de fleste projekter har krav til udseende og design været afgørende, eller det har været arkitektens valg, og i et enkelt projekt var det et ønske om fleksibilitet. Andre forhold, som har haft indflydelse på valget, var armaturenes effektivitet og energiforbrug, kvalitet, konstruktive forhold, tidligere gode erfaringer og forslag fra armaturfabrikant.

I nogle tilfælde blev valget af armatur ændret undervejs, og brugerne har i nogle tilfælde været inddraget i valget, bl.a. i forbindelse med vurdering af en prøveopstilling af et rum.

Placeringen af armaturerne har i de fleste projekter været arkitektens valg. Andre forhold, som havde påvirket placeringen, var krav om jævn belysningsstyrke i hele lokalet, kendskab til loftsplan, kendskab til arbejdspladsernes placering, ønske om at undgå reflekser i edb-skærme, fleksibilitet i forhold til skiftende arbejdspladser, samspil mellem dags- og kunstlys, zoneinddeling og hensyn til luminansfordeling ved færdsel i gangarealer. I nogle tilfælde var placeringen beregnet af armaturfabrikanten.

Beslutning om valg af reguleringssystem var, for de fleste projekter, bestemt af energisparehensyn. Andre hensyn, som påvirkede valget, var mulighed for udnyttelse af dagslys, zoneopdeling og økonomi. I et enkelt projekt blev regulering fravalgt på grund af økonomiske begrænsninger.

Projekteringsmetode

Selve den måde belysningsprojektet er blevet til på, f.eks. hvilke beregningsmetoder, der har været anvendt, og hvilke forhold, der er taget hensyn til undervejs beskrives i det følgende.

Under projekteringen er belysningsanlæggene blevet beregnet med forskellige edb-programmer. De fleste er beregnet med armaturfabrikantens eget program, enten af den projekterende selv eller af armaturfabrikanten. I nogle tilfælde har der været foretaget kontrolberegninger.

Ved beregningerne blev der taget hensyn til belysningsstyrke, blænding og luminansfordeling. I nogle tilfælde blev der også taget hensyn til placering af arbejdspladser i forhold til armaturplacering og supplement i form af arbejdslamper. Derudover blev der, i enkelte tilfælde, taget hensyn til lyskildernes farvegengivelse og aktuelle lysheder (reflektanser) af vægge, gulve og lofter. I de fleste projekter er der beregnet blændingstal.

Energieffektivitet og økonomi

Den installerede effekt for almenbelysningen i hovedopholdsarealerne varierer i de enkelte bygninger fra ca. 5 W/m^2 til 14 W/m^2 og er i gennemsnit 7 W/m^2 . Ved valg af armaturer har deres energieffektivitet ikke været afgørende, men der indgår energieffektive komponenter i alle installationsdelene. Der er anvendt HF-spoler i alle projekter, og størstedelen er dæmpbare. Der benyttes elektronisk regulering og styring i alle anlæg bortset fra ét, og styringen sker i form af bevægelsesmeldere, og i halvdelen af tilfældene foretages dagslysstyring.

I ca. halvdelen af tilfældene har der været foretaget økonomiske beregninger med hensyn til anlægs- og driftsudgifter. Komponenternes forventede levetid og overvejelser omkring vedligeholdelse har kun spillet en rolle i få tilfælde. Ligeledes har der kun i få tilfælde været overvejelser om at søge offentlige tilskud til anlægget.

Aflevering og vedligeholdelse

I næsten alle tilfælde er det kontrolleret, at det installerede anlæg opfylder de stillede krav og den gældende lovgivning, og kontrollen er i halvdelen af tilfældene sket i alle rum, og i den anden halvdel af tilfældene ved stikprøvekontrol. Indregulering af automatikken blev foretaget i alle tilfælde, og i de tilfælde, hvor der var dagslysstyring blev belysningsniveauet på arbejdsplanen justeret i samspil med dagslysniveauet. Der blev i alle tilfælde, hvor der fandtes automatik, foretaget kontrol af, at styring og regulering fungerede som forudsat, og kontrollen blev dokumenteret skriftligt.

I alle tilfælde blev der udarbejdet en fyldestgørende dokumentation, driftsinstruktion og vedligeholdelsesplan for anlægget, som typisk blev udarbejdet af entreprenøren.

Andre generelle forhold af betydning for anlægskvaliteten

Udbudskrav generelt vedrørende belysning blev vurderet meget forskelligt, fra upræcist, forskelligt, for lidt rettet mod kvalitative aspekter til præcist. De projekterende vurderede, at det i de fleste tilfælde var klarlagt fra projektets start, hvordan overholdelse af krav skulle verificeres og dokumenteres. Der var enighed om, at der ikke bliver foretaget myndighedskontrol i forbindelse med belysningsanlæg, og at det kun sker i forbindelse med nødbelysning og elevatorer.

Omkring halvdelen mente, at en standardiseret checkliste ville være nyttig i forbindelse med kontrolterminer. Vigtige elementer kunne være belysningsstyrke og blænding.

Om ansvarsfordelingen i byggesager er klar i forbindelse med belysning, var meningen, at den er afhængig af opgaven og udbudsformen. For almindelige, ikke intelligente anlæg er ansvarsfordelingen klar, men ikke for intelligente anlæg.

Det blev vurderet, at stort set alle implicerede parter har den nødvendige uddannelse og viden om belysnings- og reguleringsanlæg, når det drejer sig om konventionelle anlæg, men at det halter, når det drejer sig om digitale komponenter og kontrolsystemer.

Det var den overvejende holdning, at det ville være en god idé med en certificering af belysningsplanlæggere.

Forslag eller ønsker til, hvad der kunne gøres for at sikre en bedre kvalitet af fremtidige belysningsanlæg, var:

- Den projekterende kunne ønske en beskrivelse af kundens forventninger
- Højnelse af belysningskulturen gennem større forståelse af samspillet mellem den fysiske belysningsplanlægning og det visuelle miljø
- Mindre arkitekt Dominans i forbindelse med æstetik og i stedet mere lys-teknik
- Mere fokus på dagslysforhold og forholdet mellem dagslys og kunstlys samt drift og vedligeholdelse.
- Større fokus på belysningsområdet i form af større beløb til projektering og anskaffelse af belysningsanlæg samt større forståelse hos bygherrer for værdien af kvalitetsbelysningsanlæg.

Kriterier for et kvalitetsanlæg

For at få mulighed for at karakterisere de parametre der (måske) skal indgå i et kvalitetsanlæg, blev de rådgivende, der indgik i projektet, bedt om at tage stilling til vigtigheden af en række spørgsmål vedrørende *Lys og lysfordeling*, *Udformning af anlæg (og rum)* og *Reguleringsudstyr*, set ud fra deres synspunkt og erfaring. Meningen med spørgsmålene var ønsket om at kunne vejlede kommende bygherrer i, i samråd med deres arkitekter og ingeniører, at fokusere, ikke blot på prisen, men også på vigtigheden af at få etableret kvalitetsbelysningsanlæg.

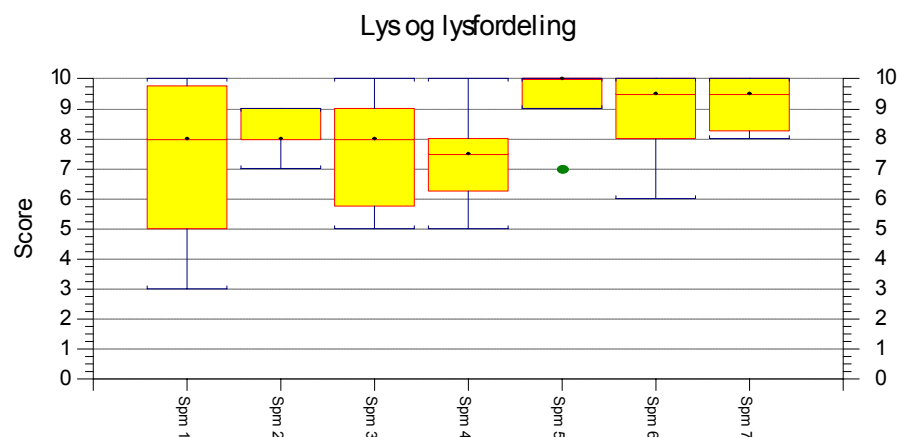
I et skema kunne der ud for hvert spørgsmål gives point i relation til vigtigheden af emnet set i en projekteringsammenhæng. Pointene kunne gives på en skala fra 0-10.

Besvarelserne er opgjort i et box-plot diagram, der anses for velegnet til resultatopgørelser, hvor antallet af adspurgte er lille (otte stk. i dette tilfælde). Resultaterne er vist på nedenstående tre grafer. For hvert spørgsmål er der på box-plot diagrammet bl.a. angivet medianværdi, højeste og laveste svarpoint, 25 % og 75 % fraktilværdi henholdsvis i bunden og toppen af boxen samt eventuelle 'afviger-svar'. Boxens længde angiver således det interval på pointskalaen, hvor 50 % af pointene er tildelt (interkvartillængden, IKL).

Lys og lysfordeling

Med disse spørgsmål blev den projekterende bedt om at vægte sin opfattelse vedrørende følgende:

- 1 Jævn belysningsstyrke i rummet (generelt)
- 2 Passende variationer i luminansfordelingen i rummet (lyse og mørke flader)
- 3 Passende luminansvariationer i overgangszoner, f.eks. fra gangarealer til rum
- 4 God kontrastgengivelse af detaljer
- 5 Ingen blænding ved arbejdspladser
- 6 Ingen refleksioner ved arbejdsplads, f.eks. i papirer eller edb-skærm
- 7 Lyskilder med god lysfarve og farvegengivelse (RA-indeks).



Box-plot diagram med besvarelser vedr. Lys og lysfordeling.

Svar vedrørende lys og lysfordeling

Denne gruppe spørgsmål handler om lys og lysfordeling i lokaler og ved arbejdspladserne.

Spørgsmål 1 vedrørende jævn belysningsstyrke i rummet synes at blive vurderet noget forskelligt med en 5-point spredning. Det er altså ikke alle, der synes at en jævn belysningsstyrke er at foretrække.

Spørgsmål 2 vedrørende variationer i luminansfordelingen synes alle at være enige om med en 1-point spredning og medianværdien 10.

Spørgsmål 3 vedrørende luminansvariation i overgangszoner er der bred enighed om med en 3-point spredning.

Spørgsmål 4 vedrørende god kontrastgengivelse af detaljer er der stor enighed om med en 2-point spredning.

Spørgsmål 5 vedrørende ingen blænding ved arbejdspladserne er der meget stor enighed om med en 1-point spredning, så stor, at en enkelt 7 point besvarelse falder helt uden for som afviger-svar.

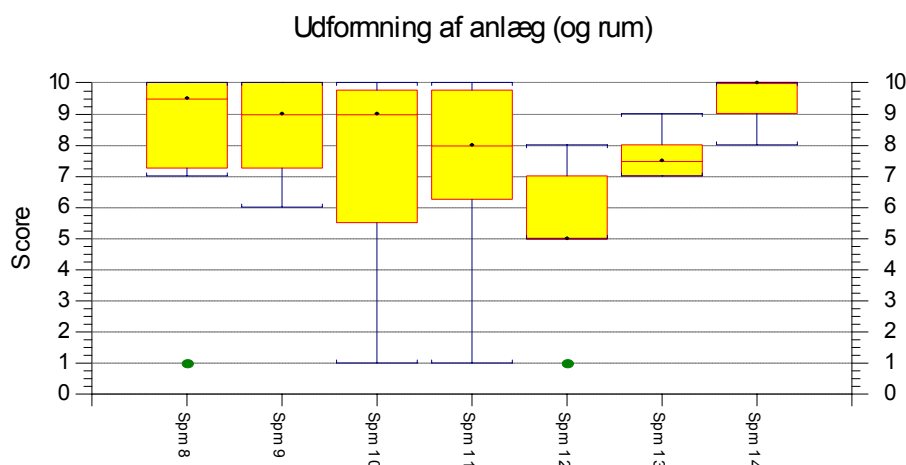
Spørgsmål 6 vedrørende ingen refleksioner ved arbejdsplads i papirer og skærme er der stor enighed om med en 2-point spredning.

Spørgsmål 7 vedrørende lyskilder med god lysfarve og farvegengivelse er der stor enighed om med en 2-point spredning. Besvarelserne ligger alle mellem 8 og 10 point.

Udformning af anlæg (og rum)

I denne gruppe skulle der tages stilling til følgende:

- 8 Meget dagslys/høj dagslysudnyttelse
- 9 Fleksibel udformning af belysningsanlægget
- 10 Individuelle lamper ved arbejdspladser
- 11 Bevægelig solafskærmning
- 12 Fast solafskærmning
- 13 Rengøringsvenlige armaturer
- 14 Ingen generende støj og varme fra belysningen.



Box-plot diagram vedr. besvarelser vedr. Udformning af anlæg (og rum).

Svar vedrørende anlæg (og rum)

Denne gruppe spørgsmål handler om belysningsanlæggene og de rum/lokaler de skal betjene.

Spørgsmål 8 vedrørende meget dagslys og høj dagslysudnyttelse er der bred enighed om med en 3-point spredning. Én besvarelse på 1 point fremstår som et afviger-svar.

Spørgsmål 9 vedrørende fleksibel udformning af belysningsanlægget er der også bred enighed om med en 3 point spredning.

Spørgsmål 10 vedrørende individuelle lamper ved arbejdspladserne er der nogen enighed om med en 4-point spredning. Pointgivningen rækker fra 1 til 10 point med en medianværdi på 9. Det er tilsyneladende ikke alle rådgivere der vil anbefale brugen af en arbejdslampe, trods dennes gode lys-tekniske egenskaber.

Spørgsmål 11 vedrørende bevægelig solafskærmning er der nogen enighed om med en 4-point spredning. Pointgivningen rækker fra 1 til 10 point med en medianværdi på 8. Det er ikke alle, der vil anbefale brugen af bevægelige solafskærmninger, måske ud fra erfaringer med store vedligeholdelsesudgifter.

Spørgsmål 12 vedrørende faste solafskærmninger er der stor enighed om med en 2-point spredning, men kun med en medianværdi på 5. Én besvarelse på 1 point fremstår som et afviger-svar. Faste solafskærmninger skønnes derfor at have en vis betydning uden at være altafgørende.

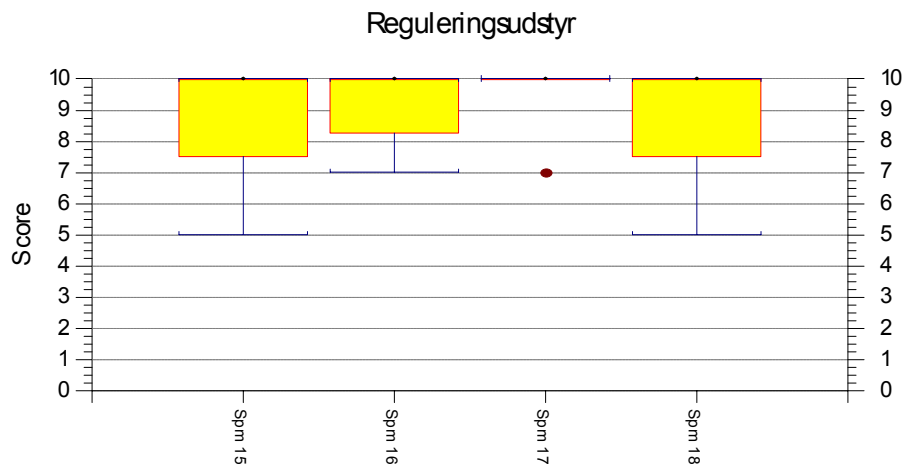
Spørgsmål 13 vedrørende rengøringsvenlige armaturer er der meget stor enighed om med en 1-point spredning og en medianværdi på 7,5. Svaret synes at afspejle en principiel enighed om fordelene ved at have rengøringsvenlige armaturer, dog i erkendelse af, at det langt fra altid kan lade sig gøre.

Spørgsmål 14 vedrørende ingen generende støj og varme fra belysningen er der meget stor enighed om med en 1-point spredning.

Reguleringsudstyr

I denne gruppe skulle der tages stilling til følgende:

- 15 Zoneopdeling af belysningen
- 16 Bevægelsesmeldere
- 17 Energieffektive armaturer med HF-forkobling til lysstofrør
- 18 Styling af kunstlyset efter dagslyset.



Box-plot diagram med besvarelser vedr. Reguleringsudstyr.

Svar vedrørende reguleringsudstyr

Denne gruppe spørgsmål handler om reguleringsudstyr.

Spørgsmål 15 vedrørende zoneopdeling af belysningen er der bred enighed om med en 2,5-point spredning. Med en medianværdi på 10 synes det sikkert, at rådgiverne prøver at zoneopdele belysningsanlæggene mest muligt, måske også med udnyttelse af de seneste muligheder for håndtering af lys-scenarier.

Spørgsmål 16 vedrørende brugen af bevægelsesmeldere er der stor enighed om med en 2-point spredning.

Spørgsmål 17 vedrørende energieffektive armaturer med HF-forkobling er der fuld enighed om uden spredning, så meget endda, at en enkelt pointgiv-

ning på 7 fremstår som afviger-svar. Det synes sikkert, at der foretrækkes brug af HF-forkoblinger både til dæmpbare og ikke-dæmpbare installationer. Spørgsmål 18 vedrørende styring af kunstlyset efter dagslyset er der bred enighed om med en 2,5-point spredning. Med en medianværdi på 10 synes det sikkert, at rådgiverne generelt anbefaler bygherrerne denne løsning.

Vinduer og arbejdspladsplacering

I det følgende summeres de vigtigste data for kontorbygningernes vinduer og arbejdspladsernes placering i forhold til disse.

Vinduernes størrelser er angivet ved lysningsmål samt om de indeholder adskilte partier som f.eks. dagslysvinduer øverst og udsigtsvinduer nederst i selve vindueskonstruktionen.

For ruden/glaskonstruktionen angives de grundlæggende energimæssige egenskaber eller energidata i form af varmetransmissionskoefficient (U-værdi, W/m^2K), sollystransmittans (LT, %) og total solenergitransmittans (g-værdi, %) for ruden som en centerværdi.

Placering af en arbejdsplads i forhold til facadens vinduer er af stor betydning for bla. adgang til dagslys.

Vinduesstørrelse

Nestlé Danmark A/S

Vinduesprofiler i yderfacader er 50 mm brede med 120 mm brede dobbelt-sprosser. Vandrette hulmål er hhv. 2405/1385 mm og lodrette hulmål er 1943 mm.

Philips Danmark A/S

Vinduesstørrelser (karm mål) i nordfacaden er (bxh) 1500x2250 mm og i sydfacaden (bxh) 1180x1595 mm.

Nykredit A/S

Vestfacaden er med et modulmål på 7500 mm opdelt i fem lodrette vinduespartier. I hver af disse er der tre glaspartier med følgende lysningsmål: Højden er hhv. 342 mm, 1360 mm og 332 mm; bredden er 1448 mm for de midterste af de fem lodrette vinduespartier og 1282 mm for de to øvrige.

Nord- og Syd facaderne (gavlene på kontoretagen) er opdelt i to vandrette glasbånd. Det øverste bånd består af glasfelter med lysningsmålene 788x1528 mm. Det nederste bånd består af glasfelter med lysningsmålene 2190x1528 mm.

COWI A/S

Vinduesstørrelser (karm mål) i facaderne er (bxh) 2400x1200 mm.

NEG-Micon A/S

Vinduerne i nordøstfacaden er opdelt i tre felter, hvoraf et felt på ca. 0,8x0,8 m kan lukkes op. De øvrige felter er et smalt felt nederst, som har hele modulets bredde på 3,6 m, højde 0,55 m og et felt ved siden af det oplukkelige på ca. 0,8x2,8 m

Bang og Olufsen A/S

Kontorfløjens sydfacade har to gennemgående vinduesbånd med dagslysvinduer øverst i facaden og udsigtsvinduer normalt placeret i forhold til brøstningen. Dagslysvinduernes areal udgør 0,23 m^2/lbm væg og udsigtsvinduerne areal udgør 0,96 m^2/lbm væg.

Nordfacaden har en etagehøj glasfacade med et areal på 3,1 m^2/lbm facade.

Ingeniørernes Hus, IDA

Vinduesstørrelser (karm mål) i facaderne er (bxh) 3550x1560 mm.

Nordea Bank Danmark A/S

Vinduerne i storrumskontoret går fra gulv til loft i hele facadens og gavlens udstrækning. Glasarealet er kun afbrudt af ganske tynde (65,0 mm) poster pr. 3000 mm.

Københavns Lufthavne A/S

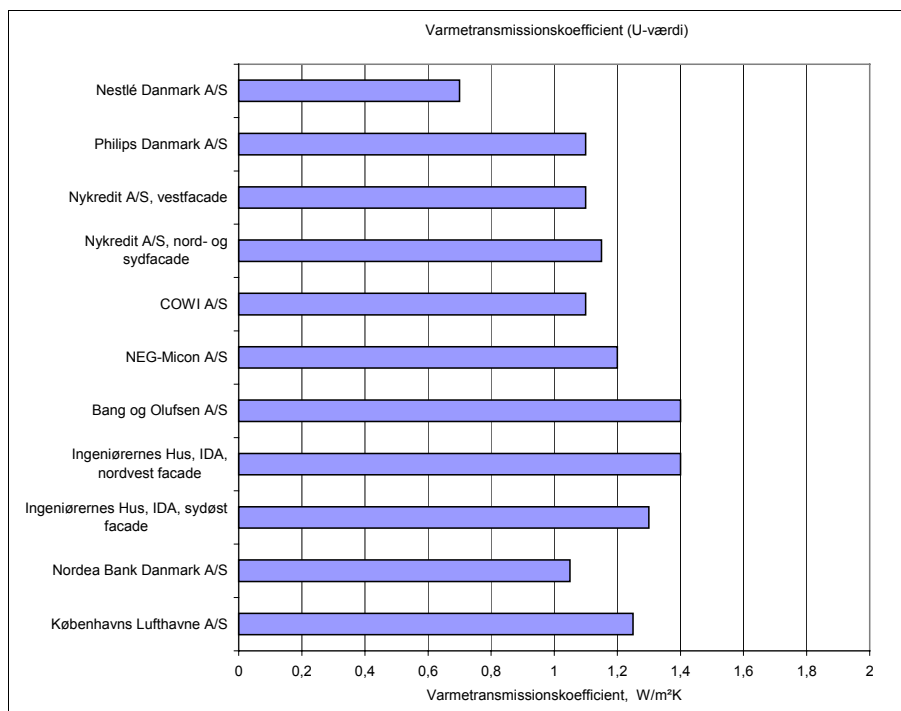
Vinduerne er opdelt i et øvre og et nedre vindue adskilt af en 'indbygget' reol. Det øvre vindue har karm målene (bxh) 1500x220 mm. Det nedre vindue har karm målene (bxh) 1500x800 mm.

Rudetype, lys-, varme- og solenergitransmittans

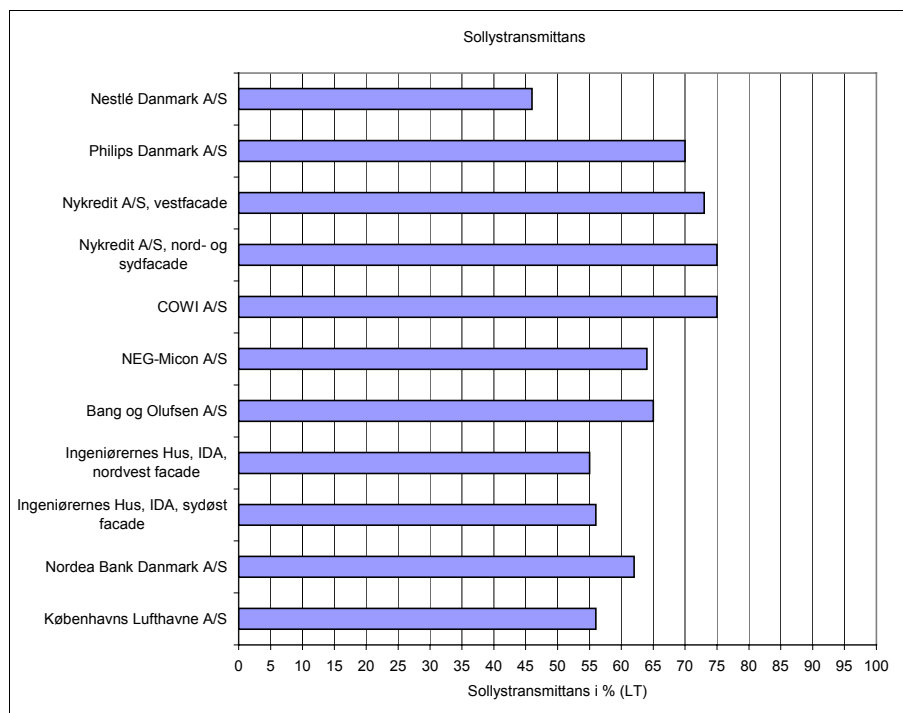
Ruders isoleringsevne beskrives ved varmetransmissionskoefficienten eller U-værdien i W/m^2K . U-værdien for ruder gælder for rudens midte, og kaldes ofte for "center U-værdien". I U-værdien for ruder indgår derfor ikke påvirkninger fra kantkonstruktionen.

Sollystransmittansen for ruder (LT) angiver hvor stor en del af det synlige sollys, der rammer en rudes yderside, som tilføres det bagvedliggende kontor. Værdien for sollystransmittansen opgives for indfald af sollys, der rammer vinkelret på rudens udvendige overflade. Sollystransmittansen er i øvrigt afhængig af sollysets indfaldsvinkel.

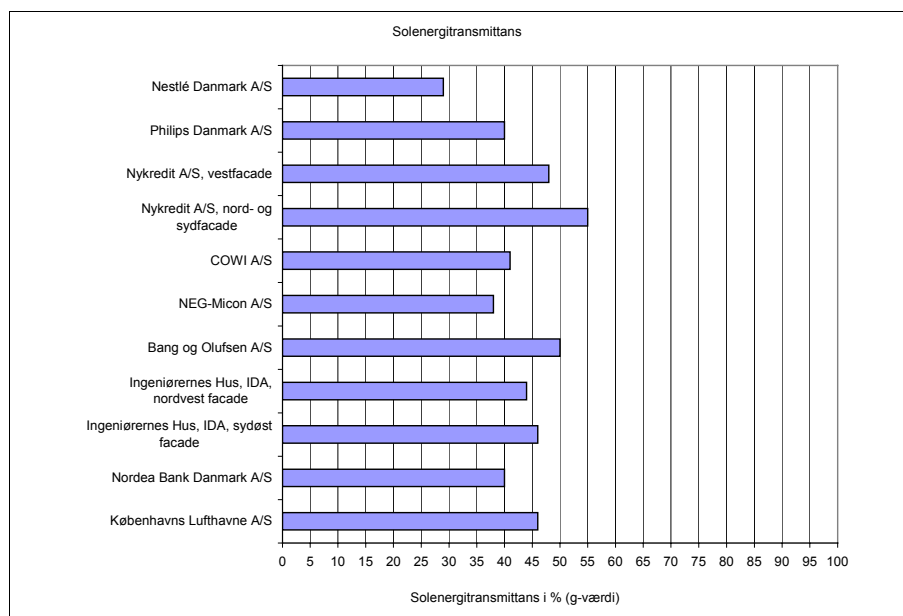
Den totale solenergitransmittans (g-værdi) angiver hvor stor en del af solstrålingen, der rammer en rudes yderside, der tilføres det bagvedliggende rum. Når solstrålingen rammer ruden reflekteres en del af solstrålingen, en del absorberes i selve ruden og en del transmitteres direkte gennem ruden. Den totale solenergitransmittans er afhængig af solstrålingens indfaldsvinkel, og skal opgives for vinkelret indfald af solstrålingen.



Varmetransmissionskoefficienter (U-værdier, W/m^2K) for ruder i de undersøgte kontorbygninger.



Sollystransmittans (LT, i %) for ruder i de undersøgte kontorbygninger.



Total solenergitransmittans (g-værdi, i %) for de undersøgte kontorbygninger.

Nestlé Danmark A/S

Vest- og nordfacade er monteret med specielle lydruder, hvilket blev forlangt af byggemyndighederne. Glaskonstruktionen er udført som 'Heat Mirror' glas med to lag folier indbygget mellem glaslagene.

I vestfacaden og nordfacadens vestlige del består glaskonstruktionen af 10 mm Stopray Neutral glas/9 mm Krypton gas/HM75 folie/9 mm Krypton gas/HM 77 folie/6 mm Krypton gas/13 mm støbelamineret glas, hvilket giver en samlet tykkelse på 47 mm.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) skønnes til at være 0,7 W/m²K, Sollystransmittans (LT) skønnes til at være 46 %, og den totale solenergitransmittans (g-værdi) skønnes at være 29 %.

Glas mod atrium er 10 mm Pyroswis/vetrotech.

Philips Danmark A/S

Nord- og sydfacadens vinduer er forsynet med en to-lagskonstruktion bestående af 6 mm glas/12 mm mellemrum/6 mm glas hhv. 4 mm glas/15 mm mellemrum/4 mm glas fabrikat Combi Neutral 70/40.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) skønnes til at være 1,1 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 70 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 40 %.

Nykredit A/S

Vestfacadens vinduer er udført som en to-lags termorude med følgende opbygning: 8 mm glas Super Low E, 27 mm mellemrum med argonfyld og 4 mm klar floatglas. Der er yderligere monteret plisségardiner fa. Hagen i mellemrummet.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,1 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 73 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 48 %.

Nord- og sydfacadens vinduer er udført som en to-lags termorude med følgende opbygning: 3.3.1 mm Super Low E lamineret glas, 15 mm mellemrum med argonfyld og 6 mm klar floatglas.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,15 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 75 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 55 %.

Derudover består dobbeltfacadens andet lag af 12 mm hærdet diamantglas.

COWI A/S

Vinduer er udført som en to-lags termorude med følgende opbygning: Lavenergi solafskærmende glas COOL-LITE SKN 172 Super Klar.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,1 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 75 % og den totalsolenergitransmittans (g-værdi) er 41 %.

NEG-Micon A/S

Vinduerne er udført som en to-lags termorude med følgende opbygning: 6 mm COOL-LITE SKN172 glas, 22 mm mellemrum med argonfyld og 2x4 mm floatglas lamineret omkring en PVB-Silence film. COOL-LITE SKN er et floatglas med en neutral solafskærmende og lavemissiv belægning. COOL-LITE SKN glasset placeres som det yderste lag i termoruden med belægningen mod afstandsprofilet.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,2 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 64 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 38 %.

Bang og Olufsen A/S

Vinduerne er udført som en to-lags termorude med følgende opbygning: 4 mm floatglas, 18 mm luft og 6 mm Kappa Optima glas.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,4 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 65 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 50 %.

Ingeniørernes Hus, IDA

Vinduerne er udført som en to-lags termorude med følgende opbygning:

Vinduer mod nordvest: 8 mm Kappa Optima Neutral, 24 mm mellemrum med argonfyld og 4 mm floatglas.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,4 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 55 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 44 %.

Vinduer mod sydøst: 4 mm Kappa Optima Neutral, 15 mm mellemrum med argonfyld og 4 mm floatglas.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,3 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 56 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 46 %.

Nordea Bank Danmark A/S

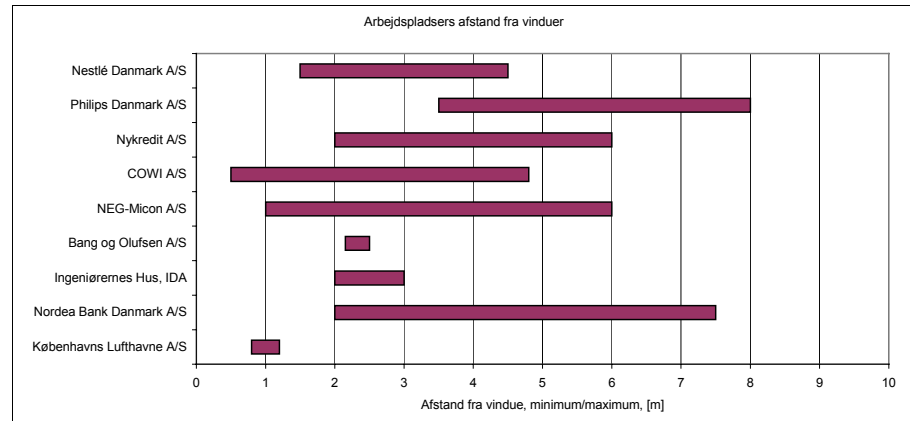
Vinduerne er udført som en to-lags termorude med følgende opbygning: 6 mm Kappa Optima Neutral glas, 18 mm mellemrum med argonfyld og 4 mm floatglas.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,05 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 62 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 40 %.

Københavns Lufthavne A/S

Vinduerne er udført som en to-lags lydæmpende termorude (Scanglas Climaplust N, Planitherm) med følgende opbygning: 6 mm floatglas, 15 mm mellemrum med gasfyld og 4 mm floatglas.

Varmetransmissionskoefficient (U-værdi) er 1,25 W/m²K, Sollystransmittans (LT) er 56 % og den totale solenergitransmittans (g-værdi) er 46 %.



Arbejdspladsernes afstand fra vinduerne i de enkelte kontorer.

Største/mindste arbejdspladsafstand til vindue

Dagslysadgang og udsyn er de vigtigste parametre for vinduerne, men arbejder man tæt ved et vindue vil arbejdspladsen ofte være for lys mens det bagest i dybe kontorer ofte vil være for mørkt. Dette kan tildels modvirkes, f.eks. ved at anbringe højtstående dagslysvinduer over udsigtsvinduet og/eller ved at anbringe afskærmningsløsninger i form af gardiner eller persienner. I de fleste af undersøgelsens kontorbygninger løste man problemet ved at tænde belysningen (bagest) i lokalerne og stort set hele året rundt. Dette er naturligvis ikke en hensigtsmæssig løsning, da det medfører et forøget energiforbrug.

Til illustration af arbejdspladsernes afstand fra vinduerne i de enkelte kontorer er der således angivet største henholdsvis mindste afstand til vinduer. Læseren vil således kunne få en fornemmelse af arbejdspladsernes placering set i relation til oversigtstegninger og foto.

Nestlé Danmark A/S

Arbejdspladsers største/mindste afstand til vinduer: 4,5/1,5 m.

Philips Danmark A/S

Philips inddeler arbejdspladserne i primær- og sekundærarbejdspladser, hvor medarbejderne opholder sig hovedparten af arbejdstiden hhv. kun ganske kortvarigt. Primær arbejdspladser er typisk 3,5 m fra vindue, hvorimod sekundær arbejdspladser typisk er 8 m fra vinduerne.

Nykredit A/S

Arbejdspladserne er fordelt omkring gangarealerne dels mod nord-, vest og sydfacaden og dels mod atriet. Arbejdspladsernes største/mindste afstand fra nærmeste vindue er ca. 6 m hhv. 2 m.

COWI A/S

Arbejdspladsers største/mindste afstand til vinduer: 4,8/0,5 m.

NEG-Micon A/S

Arbejdspladsers største/mindste afstand til vinduer: 6/1 m.

Bang og Olufsen A/S

Arbejdspladsers afstand til vinduer er 2,15 m for arbejdspladser ved nordvæggen og 2,40 m for arbejdspladser ved syddvæggen.

Ingeniørernes Hus, IDA

Arbejdspladsers største/mindste afstand til vinduer: 3/2 m.

Nordea Bank Danmark A/S

Arbejdspladsers største/mindste afstand til vinduer: 7,5/2 m.

Københavns Lufthavne A/S

Da samtlige arbejdspladser er placeret ved vinduerne vil der typisk være ca. 1 m til nærmeste vindue.

Nestlé Danmark A/S

Byggeriet

Nestlé's domicil ligger ud til Københavns Søndre Frihavn, Dampfærgevej 28. Bygningskomplekset består af to bygninger, hvoraf Nestlé bor i den nordligste. Bygningerne afslutter den lange række af kontor- og servicebygninger, der de seneste år er opført langs Dampfærgevej og den tidligere så kendte Amerikakaj.

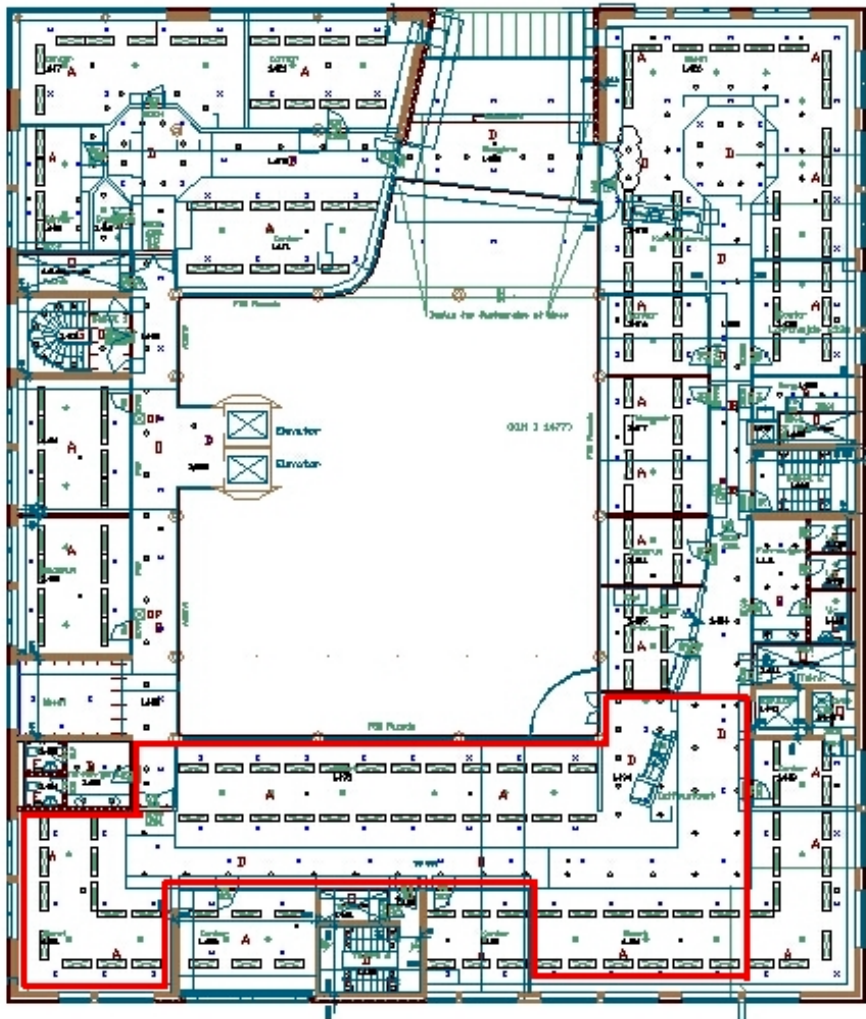
Med sin massive bygningskrop i mørkerøde mursten og den tilbagetrukne zinkbeklædte tagetage har arkitekten søgt at tilgodese kvarterets egenart med de gamle pakhuse samtidig med, at facaderne udtrykker en modernitet i kombinationen med traditionelle vinduer og glasarealer i hele bygningens højde.

Nestlé-bygningen, der er på ca. 8500 m² etageareal, er i stueetagen indrettet med reception, opholdsarealer, kundebutik og kantine i og omkring atriets i bygningens midte. De næste fire etager, der er indrettet til kontorer, mødelokaler, demonstrationsrum m.m., er fordelt langs atriets periferi kun afbrudt af et gennemgående lysbånd i øst- og nordfacaden. Øverste etage indeholder, foruden atriets store ovenlysvinduer, direktionslokaler, auditorium med 90 siddepladser, møderum m.m.

I østsiden får bygningen dagslys ind dels via atriets lysbånd midt i facaden og dels via to lysbånd gennem kontoretagerne. De resterende facader og den sydlige del af østfacaden får dagslys ind via vandrette vinduespartier.



Nestlé Danmark A/S.



Etageplan, 2. etage. Det med rødt indrammede areal blev vurderet.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet et storrumskontor beliggende på 2. etage. Kontoret har facader, der vender dels mod nord og dels mod vest, hvor der er adgang til direkte dagslys gennem vinduerne. Den midterste del af kontoret (østsiden) får størstedelen af sit dagslys fra atriet.

Det indfaldende dagslys fra vinduesbåndene er tonet på grund af glaskonstruktionens indbyggede folier for reduktion af sol- og varmeindfald.

Rummet og lyset i rummet

Kontoret virker generelt velbelyst med et belysningsniveau ved arbejdspladserne på 250-300 lux fra loftsbelysningen. Belysningsniveauet burde være højt nok til at gøre rummet og belysningen levende, selvom lysfordelingen er forholdsvis jævn og diffus.

Inventar og gulve er holdt i lyse træsorter. De lyse overflader giver noget reflekslys på loftet, der således farver rumlyset i en gullig tone.



Storrumsskontor. Arbejdspladser ved den vestlige facade.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

De indbyggede belysningsarmaturer er af typen Louis Poulsen Tripar indirekte lysende indbygningsarmaturer. Armaturerne sender en mindre mængde lys direkte nedad gennem en halvcylindrisk hulplade samt et mere diffust, nedadrettet, indirekte lys fra en hvid reflekterende flade øverst i armaturet. Armaturet er bestykket med 1x36 W kompaktlystofrør med HF dæmpbare spoler.

Der er ligelysende, indstillelige arbejdslamper af typen Berenice fra Luce Plan med halogenglødelamper på samtlige arbejdspladser.

I ganglinier findes Fagerhults Pleaid Comfort 175 downlight for 18 W kompaktlystofrør med HF dæmpbare spoler.

Lyset ved arbejdspladserne

Det er karakteristisk, at alle loftarmaturer ses 'på langs' fra de enkelte arbejdspladser, hvilket giver en fornemmelse af blænding fra kunstlyset, specielt i situationer uden supplerende dagslys, f.eks. i de mørke vintermåneder. Det er specielt overskærmen umiddelbart over lysrøret, der har en lidt for høj luminans, hvilket medfører spejlinger i de fleste dataskærme. Både blænding og gener på grund af spejlinger og reflekser forstærkes af, at samtlige arbejdspladser er placeret direkte under de to ubrudte rækker af armaturer.

Arbejdsbelysningen på ca. 250 lux fra loftarmaturerne er således ikke tilstrækkelig uden supplerende lys fra en arbejdslampe. Samtidig er det paradoksalt, at arbejdsbelysningen vurderes som for kraftig, set fra de enkelte arbejdspladser. Dette skyldes uden tvivl ubehagsblænding fra lofts-belysningen.

For at undgå reflekser, spejlinger og ubehagsblænding fra loftarmaturerne, burde armaturrækkerne være placeret forskudt i forhold til arbejdspladserne med én række helt ude ved vinduerne, én række mellem skriveborde (arbejdspladserne) samt evt. en tredje række i stedet for de nuværende downlights i gangarealerne.

Ved hver plads findes der en arbejdslampe med en halogenpære isat. Lampen, der er tænkt som supplement til almenbelysningen, har desværre en ret lang arm, der gør, at den er meget besværlig at indstille korrekt.

Arbejdspladserne i det besigtigede område er fortrinsvis placeret langs nord- og vestfacaden samt ved den østvendte vinduesvæg mod atriet. Alle arbejdspladser har således adgang til dagslys enten fra en udvendig facade

eller fra atriet. Langs vestfacaden er der mulighed for at afskærme for solindfald ved hjælp af rullegardiner. Arbejdspladserne ved nordfacaden har ligeledes adgang til rullegardiner, der her afhjælper problemer med kraftige himmelreflekser i edb-skærmene. Ved den østvendte vinduesvæg mod atriet kan der også skærmes for sollys i morgentimerne ved hjælp af rullegardiner. Alle rullegardiner er manuelt betjente.

Energiforhold

I det vestlige kontor med rumdybden 10,9 m består almenbelysningen af Louis Poulsen armaturer af type Tripar, der er et indirekte lysende indbygningsarmatur. Armaturerne sender en mindre mængde lys direkte nedad gennem en halvcylindrisk hulplade, der er monteret på undersiden af lysstofrøret, samt et mere diffust, nedadrettet, indirekte lys fra en hvid reflekterende flade øverst i indbygningsarmaturet. Armaturerne er bestykkede med 1x36 W kompaktlysstofrør og med HF dæmpbare spoler. Der er ligelysende, indstillelige arbejdslamper af typen Berenice fra Luce Plan med halogenglødelamper på samtlige arbejdspladser. I ganglinier findes Fagerhults Pleaid Comfort 175 downlight for 18 W kompaktlysstofrør med HF dæmpbare spoler.

Den installerede effekt fra almenbelysningen er 7 W/m^2 og fra særbelysningen 3 W/m^2 (skønnet), hvilket er mindre end nøgletallet for energiforbruget til rumbelysning i store kontorer og kontorlandskaber på $12\text{-}15 \text{ W/m}^2$ for almenbelysning og 3 W/m^2 for særbelysning. (God og energirigtig kontorbelysning. Energistyrelsen, 1993).

Belysningsanlægget er zoneopdelt med bevægelsesmeldere og indendørs lysfølere. Desuden kan anlægget betjenes manuelt, idet belysningsstyrken kan reguleres trinløst. Yderligere elbesparelser vil kunne opnås ved at kunne regulere armaturrækken langs de udvendige facader uafhængigt af resten af almen- og gangbelysningen.



<< Eksempel på kraftig spejling i edb-skærm.
< I arbejdssituationen ses spejlinger også tydeligt.



Storrumsskontor. Arbejdspladser ved østvæg mod atrium.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "Det elektriske almenlys er tændt på fuld styrke, computer-skærme samt bordlamper visse steder - skønt man skulle tro, der var dagslys nok. Jeg bliver efter kort tid træt i øjnene og savner 'fast grund under fødderne'. Da kunstlyset forsøgsvis slukkes, synes kontoromgivelserne at falde lidt på plads. Medarbejderne synes dog, det er alt for mørkt uden kunstlys - og skærmen virker pludselig mere lysende i det mørkere rum. Da kunstlyset tændes igen, tror alle, det tændes på en højere styrke, skønt den er den samme som den, der blev slukket for. Det viser da noget om adaptation!"

Der falder ro over rummet, når det udelukkende er belyst af kunstlys. Det får en til at tænke på, om belysningsanlæg mon planlægges med tanke på et totalt mørklagt rum - altså uden dagslys? Rummet fungerer helt klart bedre (når det er mørkt uden for) i kunstlys alene, end i blandingslys med dagslys."

Ebbe Christensen: "Kunstlyset er så kraftigt, at dets styrke og varme farve overdøver dagslyset - kunstlyset er arbejdslyset.

Reduceres belysningsstyrken fra loftbelysningen til ca. 180 lux, er her meget bedre - især hvis arbejdspladsen bliver suppleret med en god arbejdslampe. Den nuværende arbejdslampe har så lang en arm, at den ikke kan bruges."

Vibeke Clausen: "Rummet virker velbelyst, men lidt 'formløst' og 'udflydende' i den jævnt fordelte og ret diffuse kunstige belysning. Om dagen med supplerende dagslys virker lokalet lyst og venligt. Om aftenen virker udsynet fra kontorerne til resten af den 'gennemsigtige' bygning lidt uroligt, bl.a. på grund af udsynet til de mange lysende armaturer - ens egne i kontoret, disses spejlinger i egne og andre vinduer samt indkik til de andre lokalers belysningsanlæg.

Det kunne konstateres at mulighederne for styring og regulering af belysningen ikke udnyttes effektivt. Dette kan skyldes, at det ikke er muligt at slukke/dæmpe hver armaturrække for sig."

Niels Frimer-Larsen: "Forbavsende, at persiennerne bliver nede efter i en kort periode at have været nødvendige. Er det mon svært at finde ud af, hvornår de bør op? Der er jo mange i lokalet, der på lidt forskellige tidspunkter har brug for solbeskyttelse.

Det ville have hævet kvaliteten og energibesparelsen, hvis persiennerne kørte automatisk op sammen, når solen ikke generede mere. Først da kan sollyset udnyttes fuldt ud.

Alle armaturer var tændt, hvilket ikke burde være nødvendigt. Det var indtrykket, at armaturerne var udstyret med automatisk lysregulering, men måske virkede den ikke. Personalet manglede viden om, hvordan styring og regulering af belysningen virkede. Også derfor var alt lys tændt."

Poul Erik Pedersen: "Belysningen forekommer noget diffus - især om dagen. I aftensituationen forekommer det at være ret massivt med armaturer i loftet. Arbejdslamperne er ok, men de kunne være bedre. Relativt mange arbejdspladser er placeret, så de har armaturer lige over eller skråt foran arbejdspladsen. Derfor iagttages spejlinger og reflekser på mange arbejdspladser, hvilket især kan være generende om aftenen. Brug af arbejdslamper hjælper på forholdet. Luminansfordelingen både i rummet og ved arbejdspladserne vurderes at være ok, bortset fra de sorte skriveunderlag, som er uhensigtsmæssige.

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

Erwin Petersen: "Helhedsindtrykket af lokalet er, at det virker ret ensformigt, og belysningen er domineret af den kunstige belysning i loftet. De to rækker armaturer sidder som to meget lysende rækker, som et bånd placeret lige i den spejlende retning over arbejdspladserne ved skrivebordene. Lokalet virker derfor ret overbefolket. Det har måske været meningen fra begyndelsen, at der kun skulle være ét skrivebord placeret mellem armaturrækkerne. De mange armaturer giver tilsammen ingen hovedretning på lyset, dvs. det mangler skygger, hvilket bevirker en dårlig gengivelse af rummelige genstande ved arbejdspladserne.

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

Byggeriets data

Nestlé Danmark A/S
Amerikakaj
Dampfærgevej 28
DK-2100 København Ø

Bygherre: PFA Byg, ejendomsselskab
Opførelsesår: 1996-1997
Arkitekter: Rørbæk og Møller Arkitekter MAA
Totalentreprenør: Monberg & Thorsen A/S
El-ingeniør: Birch & Krogboe A/S

Philips Danmark A/S

Byggeriet

Philips' domicil ligger på Frederikskaj 6, der er en del af Københavns Sydhavn. Philips bygningen, der er på ca. 8100 m² etageareal, er i stueetagen bl.a. indrettet med reception og kantine. De næste fire etager er indrettet til kontorer, mødelokaler m.m. En stor del af fjerde etage er indrettet som auditorium.

Facaderne fremstår i beton og granit. Sydsiden har traditionelle vinduesbånd med normal vindueshøjde, mens resten af facaderne har vinduer i etagehøjde på nær en lav brøstning. Vinduesglassene er let tonede i en grøn-brun nuance.

Bygningens og etagernes indretning er udviklet efter principperne bag konceptet 'The New Office'. Konceptet, der er skabt af den engelske arkitekt Francis Duffy, blev lanceret i 1997. I Philips' tilfælde har udgangspunktet været en opdeling af kontorbygningen i fem rumkategorier:

- *Hive*: det kendte kontorlandskab
- *Cell*: enkeltmandskontoret
- *Club*: det integrerede kontor
- *Meet*: møderummet
- *Lobby*: gangarealer, trapper, korridorer m.m.

Opdelingen tager tydeligt sigte på en tilpasning af arbejdspladserne efter varierende kompetance og opgaver som f.eks. direkte kundekontakt, projektopgaver, egentlige mødelokaler, cellekontoret og ikke mindst lobbyarealerne, hvor mindre uformelle møder holdes, og aftaler træffes.



Philips Danmark A/S



Etageplan 3. etage.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet et kontorareal beliggende på 3. etage. Kontoret har facader, der vender mod nord og mod syd, hvor der er adgang til direkte dagslys gennem vinduerne.

Det indfaldende dagslys bliver reduceret en smule på grund af, at der er monteret indfarvede vinduesglas i en grønbrun toning for reduktion af sol- og varmeindfald. Der blev dog ikke bemærket en egentlig misfarvning af dagslyset i selve kontoret.

Rummet og lyset i rummet

Både i dag- og aftensituationen virker lokalerne meget lyse og venlige, selv på trods af gulvets og reolbagsidernes meget mørke farver. Det virker fornuftigt med anvendelse af forskellige typer armaturer; det giver variation i lysfordelingen og i lysoplevelsen af rummet. Det virker specielt positivt, at de nærmeste armaturer 'tegner' lyset på væggene, hvilket i høj grad er med til at give liv og variation i rummet.

Belysningsniveauet ved arbejdspladserne er ca. 350 lux relativt jævnt fordelt. Det virker dog, som om dagslyset i flere tilfælde giver for meget lys ved arbejdspladsernes edb-skærme i vindueszonerne. Arbejdspladserne i midterzonen mellem vinduesrækkerne virker til gengæld lidt mørke, hvilket uden tvivl skyldes det meget dagslys i vindueszonen.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

Langs nordfacaden er anvendt nedhængte Up/Downlight armaturer Futuro 172 TL5. Langs sydfacaden er anvendt nedhængte Uplight armaturer Futuro 174 TL5. Ind mod midten af lokalet er anvendt kvadratiske indbygningsarmaturer af type Pizza TBS 670 D7 TL5.

I gangarealer ved arbejdspladser og ved beplantning er anvendt downlights af typerne QBD 5640 med lavvoltage-halogen lyskilder og Mezzo ø120 med metalhalogen og White SON lyskilder. I det sydlige gangareal er anvendt downlights af typen Ritz 353 med PL-C lavenergipærer.

Lysrørsarmaturerne og armaturer med lavenergipærer er forsynet med HF-forkobling, dæmpbare. Alle armaturer er fremstillet af Philips.



Storrumskontor. Arbejdspladser ved nordfacaden.

Lyset ved arbejdspladserne

Belysningsstyrken fra kunstlyset på arbejdspladserne vurderes at være tilstrækkeligt til almindelige arbejdsopgaver, men i tilfælde af vedvarende læsning og skrivning vurderes der at være behov for supplerende lys fra en egnet arbejdslampe.

Arbejdspladserne bliver ikke automatisk forsynet med arbejdslamper, men alle ansatte har mulighed for at få udleveret en. Ved nogle arbejdspladser findes en ligelysende arbejdslampe med lavvolthalogenpære. Den ligelysende type kan være svær at indstille korrekt, så man undgår spejlinger og reflekser i arbejdsemnerne eller for meget lys på skærmen. Det vurderes, at en bedre arbejdslampe i højere grad ville kunne tilgodese behovet for kvalitetsrigtigt arbejdslys om aftenen og/eller ved koncentreret læsning, specielt for lidt ældre medarbejdere.

De dobbeltparabolske indbygningsarmaturer længere ind mod midten af kontoret giver generende spejlinger, reflekser og blænding på få arbejdspladser, hvor det ikke er lykkedes at koordinere bord- og armaturplacering. Det skal dog pointeres, at der kun er tale om ganske få pladser.

Belysningen langs vinduesvæggene og dagslyset passer godt sammen og giver én hovedskygge, da både dagslys og kunstlys kommer fra vinduesvæggen.

Langs sydfacaden er alle vindue forsynet med halvgennemsigtige manuelt betjente rullegardiner. Nordfacaden er forsynet med samme type gardiner. At nordfacaden har fået monteret gardiner, skyldes ikke kun ønsket om afskærmning mod nordhimlens lys, men også ønsket om at kunne udelukke meget generende lysreflekser fra naboejendommens glas- og aluminiumsfacade.



Storrumskontor. Arbejdspladser ved sydfacaden.

Generelt passer møbleringsplan og armaturplan fornuftigt sammen, således at de fleste faste arbejdspladser er placeret optimalt både i forhold til vinduer og til belysningsanlæg.

Set fra arbejdspladserne virker luminansfordelingen lidt skæv i dagsituationen, først og fremmest på grund af de meget mørke gulvtæpper og reolernes mørke bagsider. I aftensituationen derimod, opleves rummet i balance, idet de mørke tæpper og reolbagsider afbalanceres af de mørke vinduesfacader.

Energiforhold

Langs nordfacaden er anvendt nedhængte, opad/nedad-lysende armaturer af typen Futuro 172. Armaturet er bestykket med tre stk. TL5 lysstofrør 28 watt. Langs sydfacaden er anvendt nedhængte, opadlysende armaturer af typen Futuro 174. Armaturerne er bestykket med to stk. TL5 lysstofrør 28 watt.

Ind mod midten af lokalet er anvendt kvadratiske indbygningsarmaturer af typen Pizza. Armaturerne er bestykket med tre stk. TL5 lysstofrør 14 watt.

I gangarealerne mod nord og ved beplantning er anvendt downlights af typerne QBD 5640 med lavvoltage-halogen lyskilder, 50 watt og Mezzo Ø120 med metalhalogen lyskilder, 35 watt og White SON 50 Watt. I det sydlige gangareal er anvendt downlights af typen Ritz 353 20/156 med PL-C 4p 118 HF for 18 watt PL-C lavenergipærer.

Lysrørsarmaturerne og armaturerne med lavenergipærer er alle forsynet med HF-forkobling, dæmpbare. Alle armaturer er fremstillet af Philips.

Den installerede effekt fra almenbelysningen er i beskrivelsen sat til 10 W/m² og fra arbejdslamperne til 5 W/m², ialt 15 W/m². Ved valg af energieffektive armaturer og på trods af brugen af glødelamper, hvor det skønnes nødvendigt, er det konstaterede effektforbrug til almenbelysning ca. 7 W/m² og til supplerende arbejdslamper ca. 3 W/m² (skønnet), hvilket er væsentligt mindre end nøgletallene for energiforbrug til rumbelysning i store kontorer og kontorlandskaber (God og energirigtig kontor-belysning. Energistyrelsen, 1993). Disse nøgletal er 12-15 W/m² til rumbelysning og 3 W/m² til arbejds-lamper.

Belysningsanlægget styres af et HELIO anlæg baseret på LON-Works teknologi. Alle områder (zoner) er forsynet med bevægelsesmelder og dagslysføler. Anlægget er således zoneopdelt, hvor hver zone har sin egen bevægelsesmelder og dagslysføler. I aftensituationen kunne det konstateres, at bevægelsesmelderfunktionen fungerer efter hensigten, hvilket vil sige, at lyset kun tændes i den zone, hvor der opholder sig personer.

Belysningsniveauet fra almenbelysningen er ca. 350 lux ved arbejdspladserne. Generelt vurderes dette at være i orden. Yderligere elbesparelser kunne opnås ved f.eks. at reducere belysningsniveauet til maksimalt 200 lux og samtidig opprioritere brugen af gode arbejdslamper. Den store dagslysmængde kunne godt retfærdiggøre et sådant tiltag.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "Rummet omkring arbejdspladserne virker rart og roligt. Apterings mørke farver, som f.eks. gulvtæppet bevirker visuel ro og koncentration. Om aftenen bliver kun de områder, vi opholder os i, tændt. Resten af kontoret er belyst ved hjælp af aftentændingen (5 % af normal styrke) i armaturer langs vinduerne og fungerer udelukkende som orienteringslys. 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 arbejdsituationen - man har sin egen 'aftenhule', i stedet for et stort 'lyshelvede' uden mennesker."

Ebbe Christensen: "Energirudernes farve set indefra er afhængig af synsretningen: Indtil 45° er farven stort set uændret, men under en fladere vinkel f.eks. 15°, bliver farven og dermed udsynet til himmelen mere grønlig.

På grund af spejlinger af himmelen eller solen i nabohusets meget lyse facade er stort set alle (mørkelægnings)gardiner trukket helt ned hele dagen ved nordfacaden.

Til gengæld har to medarbejdere i midterområdet anskaffet sig 'antidepressions-lamper', som de har tændt hele dagen. Lamperne er placeret på arbejdsbordet kun en halv m fra edb-skærmen! Lampernes lysflade er en halv gang større end edb-skærmen og har en luminans på ca. 6000 cd/m².

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 der fra de ansatte."

Vibeke Clausen: "De opadlysende tætsiddende armaturer ved sydfacaden giver om aftenen en temmelig høj luminans af væg og loft tæt ved vinduesfacaden. Dette virker imidlertid 'rigtigt', da lysindfaldsretningen omtrentligt er den samme som om dagen, hvor der er meget dagslys ind gennem vinduerne.

Ved nordfacaden, hvor der er længere mellem armaturerne, og hvor disse også er delvist nedadlysende, virker de lyse områder på loft og vægge ikke så opmærksomhedskrævende, som ved sydsiden. Til gengæld er der en svag tendens til, at man om aftenen generes af indblik til lyskilder eller reflektorer, når man kigger ud ad vinduet."

Niels Frimer-Larsen: "Alle vægflader og lofter er hvide. Inventarets vandrette flader er lyse, mens lodrette flader, såsom bagsiden af alle reoler, er mørke. Hertil kommer, at gulvtæppet er meget mørkt. Dette medfører, at ikke mindst kerneområderne er alt for mørke, uanset belysningsforholdene.

En betydelig del af rullegardinerne var trukket ned ved begge facader på grund af solspejling i naboejendommens glasfacader, så selvom dagslyset var fint uden for, var der desværre en tydelig aftenstemning på kontoret, også fordi den kunstige belysning naturligt var tændt. Også det forhold, at de nedtrukne rullegardiner forhindrer oplevelsen af 'alt det derude', forstærker aftenstemningen. Måske havde lyse persienner været en bedre løsning."

Poul Erik Pedersen: "Hovedparten af arbejdspladserne er hensigtsmæssigt placeret i forhold til loftsarmaturerne. Enkelte er placeret med et loftsarmatur lige skråt foran arbejdspladsen, hvilket giver blændingsgéner.

Generelt vurderes belysningen at være god, men man kunne overveje at dæmpe loftsbelysningen til ca. 200 lux (max.-indstilling), og opprioritere gode arbejdslamper til gengæld."

Erwin Petersen: "Helhedsindtrykket af belysningen i lokalet går i retning af et demonstrationsanlæg, idet der er anvendt fire forskellige slags belysning, hvor de opad/nedadlysende bånd ved vinduesvæggen er de mest dominerende.

Belysningen langs vinduesvæggene og dagslyset passer godt sammen og giver én hovedskygge, da både dagslys og kunstlys kommer fra vinduesvæggen.

Luminansvariationerne er meget store. De lyse pletter på loftet langs vinduesvæggen er meget dominerende til dels på grund af den meget store kontrast til de mørke reolflader og gulvtæppet. Det er positivt med variationer i luminansfordelingen, men den må ikke overdrives, som her."

Byggeriets data

Philips Danmark A/S
Frederikskaj 6
DK-1780 København V

Bygherre: PFA Byg, ejendomsselskab
Opførelsesår: 1998-1999
Arkitekter: PLH Arkitekter A/S
Totalentreprenør: Højgaard & Schultz a/s
Rådgivende el-ingeniør: COWI A/S

Nykredit A/S

Byggeriet

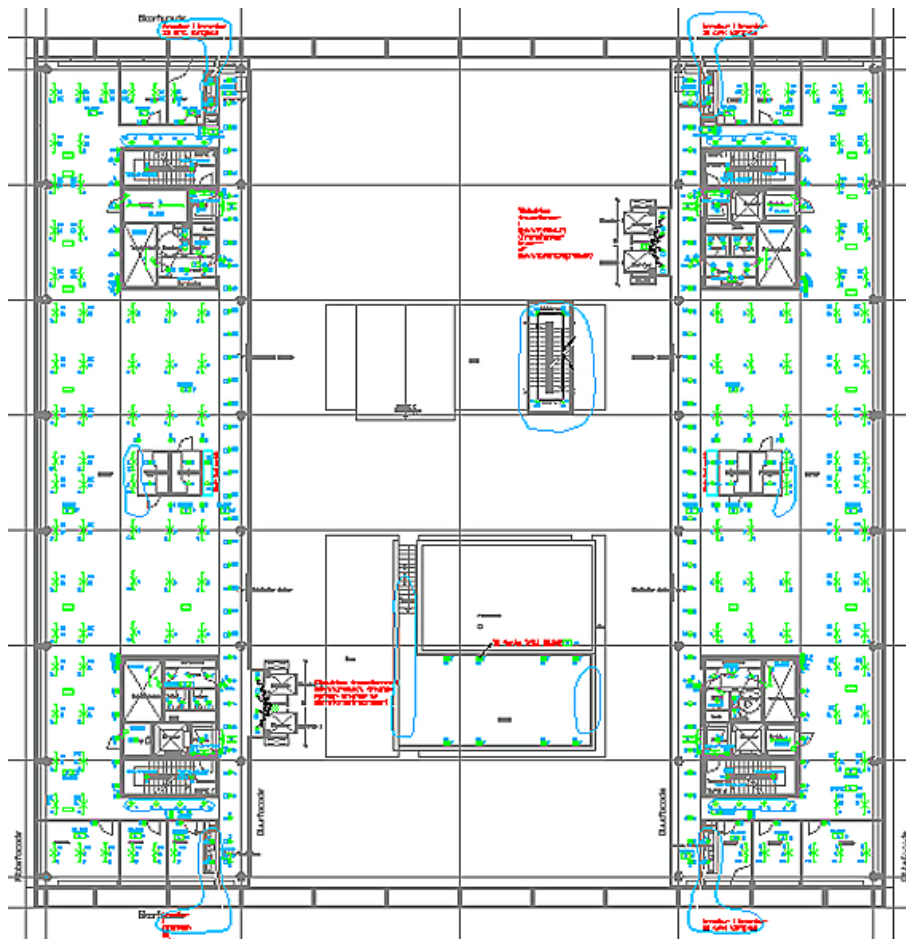
Nykredits domicil ligger ud til Sydhavnen tæt ved Langebro og Otto Mønstedts Plads, Kalvebod Brygge 1-3. Bygningskomplekset består af en stor kube ca. 56x56x40 m med et nettoetageareal på i alt 18.000 m².

Indgangspartierne fører direkte til lobbyen. Her findes reception, auditorium m.m. Herfra fører den centrale trappe op til atriet med kantine- og mødefaciliter. Det centrale rum indrammes herfra af de to dobbeltfacader og de to kontorbygninger. Kontorbygningerne indeholder hver ni etager med cellekontorer, storrumskontorer, dealer-floor samt direktionskontorer. Alle ydre glasfacader er beklædt med jernfattigt diamantglas, hvilket giver mulighed for store mængder dagslys uden væsentlige farveændringer.

Facaderne i indgangspartierne, gulve og lobbyen er beklædt med travertin. Bygningens søjler og ribberne mellem vinduesbåndene er af kinesisk granit.



Nykredit A/S



Etageplan, 5. etage.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet et storrumskontor beliggende på 5. etage. Kontoret har udvendige facader, der vender mod SV (langsgående), mod NV og SØ (gavlfacader) samt en langsgående indvendig facade der vender mod atriet.

Størstedelen af kontorarealet har direkte adgang til dagslyset gennem vinduerne, dog må enkelte arbejdspladser nøjes med dagslyset fra atriet.

Rummet og lyset i rummet

Kontoret virker lyst og venligt om dagen. Der er en rimelig ballance i rummets lys, bl.a. fordi kunstlysets aftegning på bagvæggene fra de tætsiddende downlights afballancerer vinduernes høje luminans. De store vinduer giver meget dagslys, som rummets lyse overflader fordeler langt ind i kontoret, men den mørke indramning af vinduesfladerne vil uden tvivl øge blændingen og dermed behovet for brug af en afskærmning.

Om aftenen virker vinduesvæggen mod gaden/havnen meget mørk, hvilket selvfølgelig påvirker rummets luminansfordeling. Dette forhold kan enkelt afhjælpes med et lyst gardin, der trækkes for vinduerne om aftenen.

Belysningsniveauet ved arbejdspladserne er i gennemsnit 300 lux fra loftsbelysningen. Niveauet vurderes højere, end det måles til. Dette skyldes nok, at belysningsniveau og luminansfordeling er meget ensartet og måske også kontrasten til den mørke vinduesvæg.



Storrumskontor. Arbejdspladser ved sydvestlig facade.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

De indbyggede belysningsarmaturer i Line-serien er designede af Schmidt, Hammer & Lassen og produceret af Louis Poulsen. De benyttede armaturer er et aflangt armatur med dobbeltparabolisk afskærmning for 1x28 W T5 lysstofrør samt et downlight-armatur med kompaktlysrør i forskellige wattager afhængigt af armaturets placering.

Arbejdspladserne er forsynet med en asymmetrisk lysende arbejdslampe med halogenpære. Brugere kan justere den tændte lampes belysningsniveau i to trin, et højt og et lavt niveau.

Lysrørsarmaturer og downlights er forsynet med HF-forkobling, dæmpbar. Gangbelysning og belysning ved elevatorer og trapper består af downlight-armaturer. Alle downlights har blank reflektor.

Lyset ved arbejdspladserne

På en del arbejdspladser er der spejlinger af og reflekser fra loftsarmaturerne i de blanke gennemsigtige skriveunderlag og lyse bordplader. Dette giver, sammen med de sorte overflader på tastaturer og skærme, en uhenigtsmæssig luminansfordeling ved arbejdspladserne.

Skriveunderlag med en mat overflade samt lyse mat overflader på edb-udstyret kunne give en belysningsmæssigt mere harmonisk arbejdsplads.

Ved nogle uheldigt placerede arbejdspladser kan man se lyskilderne eller lyse armaturdele i det nærmeste armatur skråt foran over arbejdspladsen. Dette kan undgås ved at placere arbejdspladserne til siden for de enkelte armaturer. Belysningsniveauet på de enkelte arbejdspladser vurderes som tilpas, idet der, efter behov, er mulighed for at supplere lofts-belysningen med en asymmetrisk lysende arbejdslampe.

Det er dog en forudsætning for arbejdslampens gode belysning, at denne placeres korrekt, således at lyset kommer skråt fra siden under arbejdet og ikke, som det ofte ses, skråt forfra. Placeres arbejdslampen, så lyset kommer skråt forfra, opnås i stedet generende spejlinger og reflekser ved arbejdsområdet.



Spejlinger og reflekser fra loftsarmaturerne i de blanke og gennemsigtige skriveunderlag.



Arbejdslampens placering er vigtig. Lyset *skal* komme skråt fra siden og ikke som vist, hvor lyset kommer skråt forfra.

Arbejdspladserne i det besigtigede kontor er fortrinsvis placeret langs den sydvestlige facade samt i et midterområde, der vender ud mod atriet. Alle arbejdspladser har således adgang til dagslys enten fra en udvendig facade eller fra atriet. Langs sydvestfacaden er der mulighed for at afskærme for solindfald ved hjælp af plisségardiner, integreret i glaspartierne. Plisségardinerne, der har et afskærmningstal på 0,36, aktiveres automatisk efter lysindfaldet, men kan også aktiveres manuelt via betjeningspaneler monteret på vinduesbrystningen.

Energiforhold

I arbejdsområderne består almenbelysningen af rækker af specialudviklede indbygningsarmaturer i Line-serien fra Louis Poulsen med dobbeltparabolisk afskærmning for 1x28 W T5 lysrør.

Gangbelysningen består af specialudviklede downlights i Line-serien med kompaktlysrør fra Louis Poulsen. Alle downlights har blank reflektor.

Der er mulighed for at supplere almenbelysningen med asymmetrisk lysende arbejdslamper med halogenpærer. Arbejdslampernes lys kan reguleres på to niveauer.

Den installerede effekt fra almenbelysningen i kontorarealerne er 5 W/m^2 , og fra den supplerende belysning skønnes effektbehovet at være mindre end 1 W/m^2 . En samlet installeret effekt til belysning på ca. 5 W/m^2 er således mindre end nøgletallene for energiforbrug til rumbelysning i store kontorer og kontorlandskaber (God og energirigtig kontorbelysning. Energistyrelsen, 1993), hvor de tilsvarende nøgletal er $12\text{-}15 \text{ W/m}^2$ for almenbelysningen og 3 W/m^2 for arbejdslamper.

Belysningsanlægget er zoneinddelt, og der er indvendige lysfølere og bevægelsesmeldere for hver zone. Armaturrækken ved facaden er dæmpbar. Gangbelysningen har bevægelsesmeldere med timerstyring. Armaturer med lysstofrør og kompaktlysrør er alle forsynet med HF-forkobling og med dæmpbare enheder, hvor det er nødvendigt.



Gangareal og glasvæg mod ariet med elevatorer, gangbroer og mødebokse.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "En virksomhed i international klasse! Glas - glas - glas, ny teknologi i moderigtigt 1960'er udtryk. På etagen er der byens mest storslåede udsigt over havnen, kig til det enorme atrium mellem husets to kontorlænger og herigennem videre til byen på den anden side. VAUW!

Der er overskuelige rumligheder i det store rum, søjlerne langs den indre facade og den indvendige mørke aptering omkring vinduerne. Tidligere har jeg set, at mørk aptering omkring vinduer kan medvirke til blænding, men her rammes udsigten ind og skaber en behagelig overgang til verden udenfor.

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

Ebbe Christensen: "Elektrisk lys ødes overalt, hvor det er unødvendigt, på alle gange og i lobbyen. Igen: *Vinduer er til udsigt, elektrisk lys til at se ved.* To huse med 27 m's afstand, i ni etager med et mellemliggende rumfang af tom luft, der kun bruges til tre ophængte møderum - frit svævende, og et fuglebur i en 'oase' på en gangbro. Fuldt vinduesparti af dobbelt glasfacade i begge ender. Med så store åbninger er der ikke tale om *dagslys*, men *udsyn.*"

Vibeke Clausen: "Lokalerne virker lyse og venlige om dagen. Der er rimelig balance i lyset i rummet, bl.a. fordi lysets aftegning på bagvæggen fra de tætsiddende downlights til dels afbalancerer vinduets høje luminans. Om aftenen virker den store vinduesvæg meget mørk. Dette medvirker til at skævvride rummets luminansfordeling.

På en del arbejdspladser er der spejlinger af og reflekser fra loftsarmaturerne i de blanke, gennemsigtlige skriveunderlag. Skriveunderlag, der er mere matte, og lysere overflader på EDB-udstyret kunne give en mere harmonisk arbejdsplads. Belysningsniveauet på den enkelte arbejdsplads vur-



'Lysegardiner' på Kalvebod Brygge.

deres som tilpas, idet der er mulighed for at supplere loftsbelysningen med en asymmetrisk lysende arbejdslampe."

Niels Frimer-Larsen: "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. Enkelte tværgående skillevægge kunne også fortjene den samme vægbelysning.

Inventaret er intet sted højere, end at man siddende kan overskue lokalet. Inventaret er lyst, også på reolbagsider, hvilket desværre alt for tit ses ikke at være tilfældet.

Om aftenen, når vinduerne bliver sorte, ændrer miljøet karakter og bliver ganske hårdt. Gardiner eller lyse persienner og en nedregulering af belysningen ville fremme kvaliteten af aftenforholdene.

Lysets hovedretning og belysningen af omgivelser og personer er god.

Poul Erik Pedersen: "Rummet virker lyst, venligt og behageligt både aften og dag, og udsigten er flot. Luminansfordelingen er udmærket, dog bortset fra de sorte vinduespartier (sorte sprosser mv.). Skærme, tastaturer og arbejdslamper kunne med fordel være lyse og matte i overfladen. Især de sorte tastaturer giver generende reflekser om aftenen. Lys på indervægge fra downlights giver rummet liv om aftenen.

Der er moderat generende ubehagsblænding, især hvis arbejdspladsen er uheldigt placeret i forhold til nærmeste armatur, specielt i aftensituationen. Arbejdspladser i midtermodulet har væsentligt mindre blænding, da loftet er lavere, og armaturerne sidder længere ude til siden i forhold til arbejdspladserne. Rummet virker lunt og hyggeligt - også om aftenen - hvilket nok bl.a. skyldes farve 827-rørene."

Erwin Petersen: "Helhedsindtrykket er et næsten sterilt lokale, hvor rummets flader stort set flyder sammen, fordi belysningen er så jævn, og alle flader er

lyse - også kontormøblerne. Undtagelsen er vinduesvæggen, som er af glas fra gulv til loft, dog brudt af en bred sort 'bjælke' og en sort brystning. Der er gardiner mellem glassene.

Om aftenen står vinduesfladen nu som en helt sort flade fra loft til gulv i hele facadens længde, med et spejlbillede af rummet og billygterne på gaden. De indbyggede armaturer i loftet er ikke afskærmet tilstrækkeligt og giver for stor ubehagsblænding. Tværlamellerne sidder for langt fra hinanden, så de nærmeste armaturer virker for åbne.

Der mangler nogle variationer i belysningen og luminanserne. Der er forsøgt lidt i de små afsnit i hver ende af storrumskontoret, hvor der er hængt billeder på væggen og opsat spots til at belyse væggen."

Kommentarer fra Nykredit A/S

Som kommentar til ovenstående har Nykredit A/S påpeget at årsagerne til visse "negative" udsagn vedrørende belysningsanlæggets egenskaber m.m. skyldtes, at anlægget på besigtigelsestidspunktet endnu ikke var endeligt indreguleret. I en kommentar til rapportens tekst uddybes det " Nykredit har efterfølgende i samarbejde med arkitekt og ingeniør udarbejdet et belysningskoncept for bygningen (dag- aften- og natsituation) såvel inde som ude, hvor det sikres, at bygningen fremstår korrekt belyst med et helt klart fokus på at optimere energiforbruget herunder begrænse omfang og perioder, hvor bygningen belyses. Disse omtalte situationer styres via lysfølere og tider, der angiver hvornår, der er brug for belysning i/på bygningen i rette situationer".

Byggeriets data

Nykredit A/S
Kalvebod Brygge 1-3
DK-1780 København V

Bygherre: Nykredit A/S
Opførelsesår: 1999-2001
Arkitekter: Schmidt, Hammer og Lassen K/S
Entreprenører: Højgaard & Schultz og NCC, Danmark
Rådg. ingeniør: Sycon, Steensen & Varming

COWI, Rådg. Ingeniører A/S

Byggeriet

Cowi's domicil i Århus er en del af et markant byggeri beliggende ud til Randersvej på adressen Jens Chr. Skous Vej 9, hvor Cowi har indrettet kontorer og tegnestue på ca. 4000 m² af det samlede areal på 41.500 m². Byggeriet er opført på grunden ved hjørnet af Randersvej og Nordre Ringgade, der tidligere husede en stor tømmerhandel. Bygningerne, der er i fem etager, er udført som traditionelt betonbyggeri med ydervægge af røde mursten. Bygningskroppene forbindes parvis af en repos/trappe-bygning med glasfacader fra gulv til loft.

Cowi's bygning er i stueetagen indrettet med reception og modtagelsesareal, og resten af etagerne er indrettet til kontorer og tegnestue. Tagetagen er desuden indrettet med kantine og møderum.

Det vurderede storrumskontor på øverste etage får dagslys fra almindelige standardvinduer, der vender mod hhv. NV, NØ, SØ og SV, hvilket giver mulighed for at følge dagens 'lysrhythme' fra den enkelte arbejdsplads sammen med en stor slået udsigt over byen og Århus Bugt.

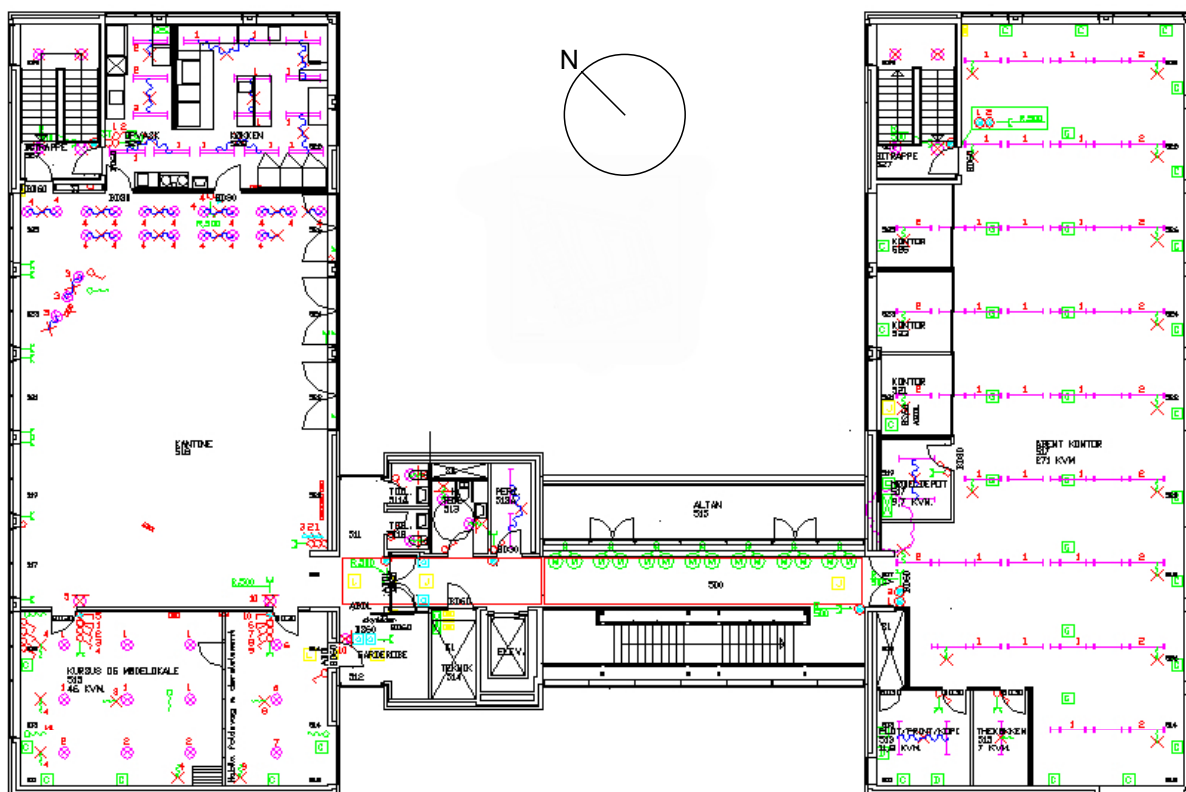


Cowi A/S.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet et storrumskontor på 5. etage med hovedfacaden vendende mod SØ. Kontoret har også vinduer vendende mod SV, NV og NØ. Alle vinduer giver direkte adgang til dagslys. Det indfaldende dagslys bliver ikke reduceret, da der er monteret energiruder med klart glas.



Etageplan, 5. sal. Storrums-kontoret til højre på planen blev vurderet.

Rummet og lyset i rummet

Kontoret virker lyst og venligt både om dagen og om aftenen med et gennemsnitligt belysningsniveau fra kunstlyset på 300 lux ved arbejdspladserne. Det virker overbevisende med arbejdspladserne frit placeret på gulvarealet. Flertallet af arbejdspladserne er således placeret i en projektfaglig sammenhæng i stedet for, som det ofte ses, i snorlige rækker med orden i geledderne. Måske nogen vil synes, det virker uoverskueligt, men det tjener en funktion.

Dagslyset medvirker til at give en god rumopfattelse, selv når et større antal vinduerne er afskærmet med persiener. Om aftenen får de op/nedadlysende armaturer kontoret til at virke veloplyst, selv ude i hjørnerne.

Der synes ikke at være indkig til lyskilder eller armaturdele fra de enkelte arbejdspladser. Lysstriberne i loftet synes heller ikke at virke generende, selvom de virker dominerende, når kontoret betragtes på langs.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

Nedhængte lysbånd bestående af Fagerhult Loop armaturer udgør almenbelysningen. Armaturerne er fortrinsvis opadlysende med et afskærmende gitter med tætsiddende lameller til det nedadrettede lys. De er bestykket med 1x35 W T5 lysstofrør og HF-forkobling. Lysbåndene er ophængt ca. 40 cm under loftet, vinkelret på den lange SØ-facade. Armaturerne langs denne facade kan tændes uafhængigt af armaturerne inde i rummet.

Ganske få arbejdspladser var forsynede med asymmetrisk lysende arbejdslamper med kompaktlystofrør.

Lyset ved arbejdspladserne

Arbejdspladsbelysningen er tilstrækkelig de steder, der, om dagen, ud over lys fra almenbelysningen, også modtager en væsentlig mængde dagslys. Belysningen er ligeledes tilstrækkelig på de arbejdspladser, der, om aftenen, kan supplere med lyset fra en arbejdslampe.

Det skønnes dog, at der er behov for arbejdslamper på stort set alle arbejdspladser. Arbejdslamperne kunne være flytbare, asymmetrisk lysende



Storrumskontor. Arbejdspladsgrupper. Set mod NØ om dagen.

med et tilstrækkeligt stort lysområde til, at selv store tegninger kan oplyses. Arbejdslyset ville således blive suppleret til et passende niveau.

Generelt synes der ikke at være arbejdspladser med refleksproblemer fra almenbelysningen, dog ses tilfælde, hvor der forekommer refleksproblemer fra vinduerne.

Selvom luminansen af lysstriberne på loftet over armaturerne er på ca. 500 cd/m^2 , giver det ikke anledning til ubehagelig blænding ved udsyn i rummet, det bidrager derimod til at give 'liv i rummet'.

Kontorets arbejdspladser har direkte adgang til dagslys fra tre facader og indirekte fra cellekontorerne og møderummenes glasskillevægge. Nogle arbejdspladser, specielt i den nordøstlige ende af kontoret, bliver generet af det kraftige himmellys. Det ses f.eks. som kraftige refleksioner i edb-skærmene. Problemerne afhjælpes ved brug af manuelt betjente, matte metalfarvede persienner. Persiennernes forholdsvis smalle og tætsiddende lameller slører dog udsynet en del.



Storrumsskontor. Arbejdspladsgrupper. Set mod NØ om aftenen.

Energiforhold

Almenbelysningen består af nedhængte rækker af armaturer af typen Fagerhult Loop. Armaturerne er opad/nedad-lysende, dog fortrinsvist opadlysende. Armaturerne er forsynet med et afskærmende gitter med tætsiddende lameller. De er bestykket med 1x35 W T5 lysstofrør og HF-forkobling, ikke dæmpbar. Belysningsstyrken på arbejdspladserne fra almenbelysningen er på ca. 300 lux. Der benyttes asymmetrisk lysende arbejdslamper på enkelte arbejdspladser.

Den installerede effekt fra almenbelysningen er $5,2 \text{ W/m}^2$, og den installerede effekt fra de relativt få arbejdslamper skønnes at være $0,5 \text{ W/m}^2$, ialt $5,7 \text{ W/m}^2$. Dette er væsentligt mindre, end nøgletallene for energiforbruget til rumbelysning i store kontorer og kontorlandskaber på $12\text{-}15 \text{ W/m}^2$ henholdsvis 3 W/m^2 til rumbelysning og arbejdslamper. (God og energirigtig kontorbelysning. Energistyrelsen, 1993).

Belysningsanlægget er ikke forsynet med automatisk regulering eller styring. Dog kan armaturer langs SØ-facaden tændes uafhængigt af armaturerne inde i lokalet.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "Der er forskel på de forskellige arbejdspladsers lysforhold, hvilket mere ser ud til at give den enkelte plads sin særlige karakter, end at det er en ulempe.

Slående er det, at arbejdspladserne ser ud til at være 'selvgroede', den enkelte har placeret sig der, hvor det var muligt og har vendt bordet og indrettet sit eget lille område, som det passer én.

Midterrækken ser ud til at udgøre de behageligste arbejdspladser i forhold til udsyn, ganglinier og mobilitet - vinduesrækken kan bare indrettes, som en vinduesrække nu kan; langs vinduet. Jeg kan lide, at de gennemgående armaturer spænder på tværs af rummet, det bryder det lange rums perspektiviske linier i loftet og gør det til en flade at kigge på.

Det reflekterede lys fra de nedhængte armaturer skaber en overskuelig rytme af lysheder i loftet, men belysningen i rummet er diffus. Den jævne belysning udjævner den ellers stærke 'territorie-følelse' af arbejdspladsen, og man føler mere et nærvær i forhold til hele kontoret."

Ebbe Christensen: "Stående ved indervæggen i storrumsskontoret med langfacade mod SØ. Persienerne er nedrullede i næsten alle vinduer. På

grund af persienerne skaber oplyset et 'fortroligt' inderum, med et lille samlet udsigtspunkt. I siddehøjde forstyrrer himlen i vesthjørnet. Tværstriberne af lys på loft giver upræcis loft-fiksering, lamper og lysstriber får perspektivisk forskydning og forveksling, og det nedsætter synsopfattelsen, fordi det påvirker adaptationen mere, end langsgående 'lodrette' lysstriber ville gøre.

Alle vinduespladser (ni) har siden til vinduet - inde på gulvet står de i skiftende retninger.

Da jeg fik lyset slukket, var reaktionen "Hov, der blev mørkt" og "skærmen spejler". Persienerne blændede faktisk også lidt. Arbejdslamper kunne sikkert klare lyset på bordet tilfredsstillende, men nok ikke nedsætte blændingen. Det var kun i inderzonen, at jeg savnede det supplerende lys fra en arbejdslampe.

Om aftenen og set på langs, er lysstriberne på tværs af loftet for lyse i rummet, det er bedre at se på langs af armaturernes retning. Alu-persienerne nedsætter/fjerner spejlinger i de mørke ruder. Jeg mærker design-indsatsen positivt her i kontoret."

Vibeke Clausen: "Det virker befriende, at arbejdspladserne tilsyneladende er mere frit placeret end i mange andre kontorer. Om dagen medvirker dagslyset til at give en god rumopfattelse, også selvom vinduerne afskærmes. Om aftenen får det meget oplys lokalet til at virke veloplyst uden mørke hjørner, men også som et lidt diffust rum.

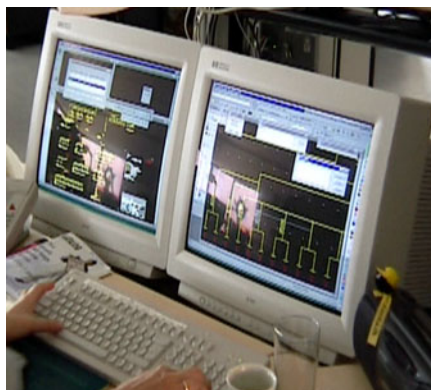
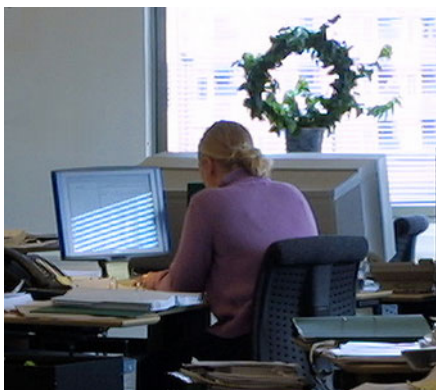
Lysbåndene er nedhængt ca. 40 cm fra loftet. En større nedhængningshøjde ville have givet en mere jævn lysfordeling på loftet, men det er uvist, om dette havde været behageligere, da rummet dermed let kan miste noget af sin karakter og blive mere diffust eller udflydende om aftenen. Til gengæld ville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

Niels Frimer-Larsen: "Et meget dybt rum (ca. 9 m) med traditionelle vinduer, hovedsageligt i den ene langside. Alle møbler er med hjul. Også derfor er der en befriende mulighed for individualitet i møbleringen, der er tilpasset projektgruppens behov.

Vinduerne er udstyret med manuelle persiener. 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 og indirekte blænding fra vinduerne. Vinduerne i facaden kommer let til at 'styre' møbleringen, og det ønsker man ikke her.

Alle medarbejdere har mulighed for at supplere med en arbejdslampe. Men den gode almenbelysning og det åbne miljø medfører, at meget få benytter sig af denne mulighed.

Et dejligt kontor at være i dag og aften. Den kunstige belysning understøtter det målsatte fleksible og åbne samarbejde om opgaverne."



<< Eksempel på reflekser fra persienne i fladskærm.

< Eksempel på reflekser fra vindue i skærme ved CAD-anlæg.

Poul Erik Pedersen: "Loftsbelysningen består af nedhængte op/ned-lysende armaturer. Velegnede asymmetriske arbejdslamper kan hentes i kælderen,

men der er kun ganske få arbejdslamper i praksis i rummet, hvilket kan undre lidt.

Lokalet forekommer lyst og venligt - et indbydende miljø, hvor alt er på hjul. Rumoverfladerne er lyse, og der er et lyst interiør og lyse, matte tastaturer m.v.

Der er ingen refleksproblemer i skærme fra kunstlys, men der kan forekomme refleksproblemer fra vinduer."

Erwin Petersen: Helhedsindtrykket af lokalet er et lyst og rart miljø. De aflange vinduer er af moderat størrelse og giver et godt udsyn. Der er et højt stykke facademur over vinduet, som begrænser dagslysindfaldet længere inde i rummet, men som på den anden side afskærmer udsynet til den del af himlen, som har en høj luminans, og dermed giver en mindre blænding.

Samspillet mellem dagslys og kunstlys er godt, og det er vanskeligt at skelne, hvor dagslyset giver det dominerende bidrag til belysningen, og hvor man går over til en overvægt i den kunstige belysning. Umiddelbart er det kunstlyset, der virker dominerende på grund af lyspletterne på loftet. Armaturerne afskærmer lyskilderne godt, så man undgår blænding. Luminansfordelingen i rummet er god, idet der er forskellige lyse og mørke farver på væggene.

Om aftenen er der meget lys på loftet, og belysningsniveauet vurderes at være højt, selvom det kun er 300 lux. På arbejdspladsen føles der et umiddelbart behov for en arbejdslampe for at kompensere for de kraftige lyspletter på loftet. Øjet tiltrækkes af de lyse områder. Synligheden af arbejdsopgaverne er god, men der kan være nogen refleks i skærmen fra lyspletterne på loftet.

Vægfladernes farver gør, at på trods af det meget diffuse lys, kan man se rummets afgrænsninger. Lyset er så diffust, at man skal stå lige under et armatur for at få så meget rettet lys, at man får skygger, der kan gengive den rummelige form på genstande, f.eks. personers hovedform.

Vinduernes form og størrelse og det ret store, lyse vægareal over vinduet kombineret med anvendelse af persienner bevirker, at vinduerne ikke opfattes som dominerende sorte flader i rummet, som det ofte ses i andre kontorbygninger.

Alt i alt er det et behageligt visuelt belysningsmiljø at være i.

Byggeriets data

Cowi A/S

Jens Chr. Skous vej 9

DK-8000 Aarhus C

Bygherre: Forskningsfondens Ejendomsselskab A/S (FEAS)

Opførelsesår: 1996-2000

Arkitekter: C. F. Møllers Tegnastue

Totalentreprenør: NCC Danmark A/S

Ingeniør: COWI A/S (alle discipliner)

NEG-Micon A/S

Byggeriet

I 1995 opførte det daværende Micon A/S en ny vindmøllefabrik langs motorvejen ved Randers. I 1997 fusionerede Micon A/S og Nordtank Energy Group, hvorfor der hurtigt blev behov for en udvidelse af fabriksanlægget med ny kantine, foyer og administrations- og udviklingsafdeling.

Administrations- og udviklingsafdelingen, der er på ca. 4000 m², ligger i forlængelse af selve fabriksanlægget. Bygningen fremtræder med sine tre etager som et moderne kontorbyggeri, hvor facadens udtryk veksler mellem lodrette partier af frosted glas ved trapper og elevatorer og vandrette vinduesbånd adskilt mellem etagerne af sorte paneler.

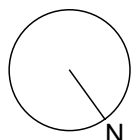
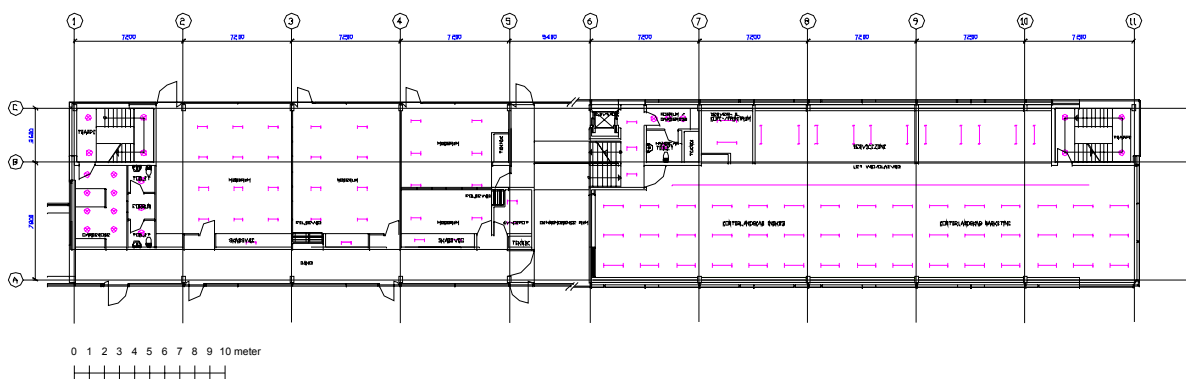


NEG-Micon.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet et storrumskontor i stueetagen. Kontoret har de væsentlige facader vendende dels mod nordøst og dels mod nordvest. Dagslysgang sker via gennemgående vinduesbånd i facaderne. Kontorets sydvestside er optaget af cellekontorer og møderum. Disse er adskilt fra storrumskontoret med en mørk, næsten sort, glasvæg med døre i klart glas. Disse tilfører dog ikke storrumskontoret mærkbare mængder dagslys.



Etageplan. Stueetage. Storrumskontoret til højre på planen blev vurderet.

Rummet og lyset i rummet

Kontoret virker generelt lyst og venligt med et belysningsniveau på arbejdspladserne på mellem 200-250 lux fra almenbelysningen. Dog vurderes det, at der gennemgående er for meget lys ved vinduespladserne og for lidt lys ved de inderste pladser mod hovedganglinjen.

Møbleringen er opdelt med lave reoler, der sikrer et fint overblik over hele kontoret, og et godt udsyn. Bordfladerne er lyse, hvorimod inventarets lodrette flader og trægulvet er meget mørke.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

Loftsbelysningen i storrumskontoret består af specialarmaturer fra Louis Poulsen. Armaturerne er bestykket med 1x28W eller 1x35W T5 lysstofrør med HF-forkobling, dæmpbar. Armaturerne, der er indbygget i loftet i tre rækker parallelt med kontorets nordøstfacade, er nedadtil afskærmet med et gitter af dobbelt parabolske lameller. Hovedganglinjen langs cellekontorer og møderum belyses af en såkaldt Floorwasher bestående af en gennemgående, forspejlet lysrende med afskærmede lysstofrør. Der findes indstillelige arbejdslamper ved ganske få arbejdspladser.



Storrumskontor set mod nordvest om dagen.

Lyset ved arbejdspladserne

De dobbelt paraboliske udformede lameller i armaturerne medvirker til en god afskærmning af lyskilderne. Fra arbejdspladserne er der således ikke indkig til lyskilder eller kraftigt lysende armaturdele. Til gengæld medfører det en meget direkte nedadrettet belysning med hårde skyggedannelser til følge.

Det meget nedadrettede lys fra armaturerne giver således problemer på en del arbejdspladser, da der kastes personskygge ind over bordarealet og arbejdssemnerne. Det kan derfor anbefales, at samtlige arbejdspladser bliver udstyret med indstillelige, asymmetrisk lysende arbejdslamper, der kan afbalancere belysningen og bløde skyggerne op.

Armaturrækken ved vinduet kunne med fordel flyttes helt ud til vinduesfacaden, så generende reflekser på borde og arbejdssemner kunne undgås. Det samme gælder for den tredje armaturrække, der ligeledes med fordel kunne rykkes, så armaturerne kommer fri af arbejdspladserne og dermed nedsætter muligheden for at give reflekser og spejlinger på arbejdspladsen.

Luminansfordelingen i lokalet er god både med og uden dagslys.

Generelt vurderes dagslysadgangen at være god, dog med en tendens til for meget dagslys i vinduesrækken og for lidt i inderrækken. Nordøst- og nordvestfacadens vinduer er forsynet med manuelt betjente rullegardiner, der hovedsageligt bruges til at skærme for himmellysets kraftige luminans.



Storrumsskontor set mod nordvest om aftenen.

Energiforhold

Almenbelysningen består af indbyggede specialarmaturer fra Louis Poulsen. Armaturerne er forsynet med et afskærmende gitter af dobbelt paraboliske lameller. De er bestykket med henholdsvis 1x28W eller 1x35W T5 lysstofrør med HF-forkobling, dæmpbare. Belysningsstyrken fra almenbelysningen på arbejdspladserne er mellem 200 og 250 lux. Der benyttes traditionelle arbejdslamper ved ganske få arbejdspladser.

Den installerede effekt fra almenbelysningen er $6,8 \text{ W/m}^2$, og den installerede effekt fra de ganske få arbejdslamper skønnes at være $0,3 \text{ W/m}^2$, i alt $7,1 \text{ W/m}^2$. Dette er væsentligt mindre end nøgletallene for energiforbruget til rumbelysning i store kontorer og kontorlandskaber på $12-15 \text{ W/m}^2$ henholdsvis 3 W/m^2 til rumbelysning og arbejdslamper. (God og energirigtig kontor-belysning. Energistyrelsen, 1993).

Belysningsanlægget er zoneinddelt og styres af et EIB-anlæg (Siemens) via bevægelsesmeldere og indendørs lysfølere.



Floorwasher-armatur i hovedganglinien.

Da gardinerne ret hurtigt trækkes for vinduerne i dagtimerne og dermed reducerer dagslystilgangen, vil det sandsynligvis være et stærkt reduceret antal arbejdstimer, hvor automatikken får mulighed for at regulere belysningsstyrken i kontoret.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "Man fornemmer, at det er dagslyset, der er hovedlyskilden i rummet, men det virker diffust pga. ret tonede ruder. Armaturerne i loftet følger rummets retning og skærper loftets langsgående perspektiviske linier.

Derimod er det lange armatur, der følger ganglinjen, meget dominerende og generende med spejlinger fra armaturet i uheldige vinkler. Specielt hvis man sidder for tæt på ganglinjen eller krydser ganglinje og kontordel.

Umiddelbart ville jeg foretrække at sidde i vinduesrækken. I midterrækken er lyset mere diffust og uden retning, midterrækken virker som et 'hverken eller sted'."

Ebbe Christensen: "Vinduesglasset virker meget grønt. Siddende hvor reol-tværbokse dækker for synet af de andre borde, har dagslyset tydelig dominans i rummets overdel, og de tændte lysstofrør forstyrrer ikke. Røret nærmest væggen spreder dog en giftgrøn kile under sig på væggen.

Både dag og aften virker det blanke reflektorarmatur ved hovedganglinjen blændende (og der er lysere på ganggulv end på resten) - det bevirker, at der synes utilstrækkeligt lyst ude i rummet. Men siddende ved bordet, er her lyst nok, dog med generende skygger fra de lodretlysende armaturer. Den dårligste form for arbejdslys.

Meget sjovt at man ikke ser hvor lyset kommer fra, mens vandrette flader er belyst. Men godt lys er det ikke. Lysstofrørene er farve 830. Man kunne prøve om farve 930 gjorde, at man så godt nok ved et lidt lavere niveau."

Vibeke Clausen: "Om dagen virker lokalerne blødt, om end noget uens, belyst. Det vurderes, at der er for meget lys ved vinduerne og for lidt lys inde bag i lokalet. Det kunne også konstateres, at der hurtigt trækkes gardiner for vinduerne, bl.a. for at skærme for udsigt til høje himmelluminanser og for at formindske dagslyset på skærmene tæt ved vinduet.

Kontorlokalet virker faktisk mere behageligt at opholde sig i om aftenen, måske på grund af den jævne belysning og fravær af gener fra udsyn til en meget lys himmel. Der er en tendens til for kraftigt nedadrettet lys og en noget hård skyggedannelse. Ved færdsel i hovedganglinjen eller ophold tæt derved vurderes gangbelysningen at blænde, og lyset virker 'stikkende'. Gangbelysningen burde afskærmes væsentligt bedre, evt. med et hvidmalet tværlamelgitter eller lignende."

Niels Frimer-Larsen: "Et meget dybt rum (ca. 8 m) med et stort vinduesbånd i den ene side. I kontorets endevæg i synsretningen er der et stort vinduesbånd. Særlig i kontrast til det mørke inventar og gulv, blænder dette vinduesparti meget. Det ville have gavnet at trække persienerne ned. Alle vinduer er udstyret med manuelt betjente persiener. Næsten alle var halvt nede, hvorved udsynet bevarede. 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."

Poul Erik Pedersen: "Almønbelysningsanlæg giver let generende blænding i aften-situationen; men i dagslys virker det ikke generende. Rummet virker generelt lyst og venligt. Rummets farver virker lidt ensformige, blandt andet på grund af de mange grå overflader. Der kunne måske med fordel være valgt lidt mere 'spræl' i farverne.

I dagslys-situationen forekommer den inderste række arbejdspladser ringe belyst - formentlig på grund af den skæve luminansfordeling, som dagslyset forårsager, og på trods af at der er mindst ca. 225 lux på arbejdspladsen (man sidder med 225 lux men føler, at det er for lidt, da arbejdspladserne ved vinduerne har væsentlig mere lys). En velegnet arbejdslampe på den inderste række arbejdspladser ville formentlig afhjælpe problemet. I aften-situationen virker glasvæggen midt inde i lokalet mørk og lidt generende. Et lyst gardin foran glasvæggen ville skabe hygge."

Erwin Petersen: "Helhedsindtrykket af lokalet i dagslyssituationen er en behagelig belysningsituation, hvor dagslyset er den dominerende lyskilde i lokalet. Vindueskonstruktionen med den kraftige konstruktion af de hvide rammer, de brede søjler og drageren over vinduesvæggen danner mange flader med forskellige luminanser, således at facaden får et meget tredimensionalt udseende, hvilket fremhæver rummets dimensioner.

Den kunstige belysning ses blot som rækker af lysende sprækker i loftet, idet loftet belyses af dagslyset og reducerer kontrasten mellem armaturer og loft. Dagslyset er dominerende, så der er ingen blænding fra armaturerne, og reflekser fra armaturerne forekommer kun som svage. På den anden side mangler der en dominerende lysretning, idet der er flere skygger, og dagslyset kan ikke give en tilstrækkelig dominerende retning i sig selv.

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."

Byggeriets data

NEG-Micon A/S
Alsvej 21
DK-8900 Randers

Bygherre: NEG-Micon A/S
Opførelsesår: 1998-1999
Arkitekter: C. F. Møllers Tegnastue
Ingeniør: Cowi A/S (alle discipliner)

Bang & Olufsen A/S

Byggeriet

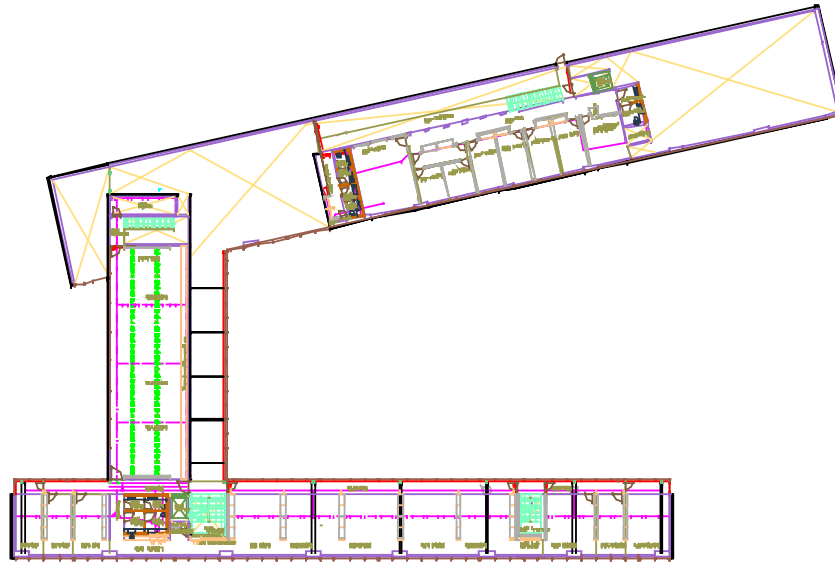
Når man kommer til Struer syd fra ad landevejen langs Venø Bugt, dukker B&O's nye domicilbygning pludseligt op af græsmarkerne omgivet af græssende får. Fra parkeringspladsens fjerneste ende fører en ydmyg sti til hovedindgangen. Denne ligger på vestsiden, hvor nordfløjen og mellembygningen mødes.

Bygningen består af en nordfløj, en mellembygning og en kontorfløj mod syd. Nordfløjen vender på den ene side mod produktionshallerne, og på den anden side afgrænser den det såkaldte gårdrum. Mellembygningen giver gårdrummet sin bredde og lukker af mod vest, samtidig med at den danner forbindelse til kontorfløjen.

Kontorfløjen imponerer ved fra landevejen at 'stå' på jorden på traditionel vis og ved på nærmere hold at 'svæve' over markens græs. En række diskrete søjler og skiver afslører dog, at det er på dem, bygningen hviler. Kontorfløjens syd- og vestfacade mod landevejen og østfacaden mod Venø Bugt består af røde mursten. Sydfacaden giver dagslysadgang til kontorerne via gennemgående smalle vinduesbånd i de tre etager. Hver etage har et udsigtsvindue og et dagslysvindue placeret lige under loftet. Kontorfløjens nordfacade består derimod af glas i hele facadens udstrækning.



Bang & Olufsen.



Etageplan. 1. etage. Den vurderede kontorfløj ses fornedet på planen.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet et storrumskontor på 1. etage med etagehøje, nordvendte vinduer og smalle udsigts- og dagslysvinduer mod syd. Kontorfløjen består af et midterfelt med et åbent kontorlandskab og af traditionelle kontorer i hver af gavlfelterne. Det indfaldende dagslys bliver ikke reduceret eller farvet nævneværdigt trods brug af energiruder med belægninger.

Rummet og lyset i rummet

Arbejdslokalerne virker meget lyse, venlige og behagelige såvel i dagslys som i kunstlys.

Forår og efterår kan der opstå situationer, hvor indfaldende sollys virker generende fra sydfacadens vinduer. Om aftenen virker belysningen diffus, og loftet lidt for lyst, når alle arbejdspladser er i brug, og belysningen i hele lokalet derfor er tændt. Men det skønnes, at der i de fleste tilfælde vil være en vis variation i belysningen, idet de ansatte selv har mulighed for at tænde/slukke belysningen i deres egen 'bås'.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

Kontoret belyses af specialarmaturer indbygget i toppen af de tværgående reoler, der afgrænser hver gruppe på i alt fire arbejdspladser. Armaturerne er hver bestykket med 2x49 W TL5 HE lysstofrør.

Belysningsstyrken fra armaturerne reguleres enten automatisk eller manuelt ved, at to, ét eller ingen lysstofrør er tændte i et armatur.

Gangbelysningen består af lysbånd af specialarmaturer indbygget i huldæk for 1x28 W TL5 HE lysstofrør. Alle armaturer for lysstofrør er forsynet med HF-forkobling, ikke dæmpbar. Der er arbejdslamper på en del arbejdspladser.

Lyset ved arbejdspladserne

Belysningsstyrken fra kunstlyset er ca. 250 lux med ét rør tændt og ca. 400 lux med begge rør tændt. Med fuldt lys virker arbejdspladserne tilfredsstillende belyst, selvom belysningsstyrkerne er i underkanten af de gældende krav (500 lux ved vedvarende læsning/skrivning). Suppleres med lys fra en arbejdslampe, bliver belysningen fuldt tilstrækkelig.

Arbejdspladserne er alle placeret på tværs af husets længderetning. I hver 'bås' findes fire pladser, hvoraf to sidder med ansigtet mod øst og to sidder med ansigtet mod vest. Alle arbejdspladser har adgang til dagslys

dels via udsigts- og dagslysvinduerne i sydfacaden og dels via hele nordsidens glasfacade. Sydfacadens udsigtsvinduer er efter bygningens ibrugtagning blevet forsynet med manuelt betjente rullegardiner, da det viste sig, at der opstod store gener fra sollyset morgen og aften. Nordsidens glasfacade er ikke forsynet med afskærmende gardiner, selvom himmelluminansen i givne situationer vil virke blændende set fra arbejdspladserne.



Storrumskontor. Arbejdspladser om dagen, set mod øst.

Energiforhold

Almenbelysningen ved arbejdspladserne består af specialfremstillede armaturer indbygget i toppen af reolskillevæggene. Armaturerne er derfor opadlysende og er bestykket med 2x49W TL5 HE lysstofrør med HF-forkobling, ikke dæmpbar. Belysningsstyrken på arbejdspladserne fra almenbelysningen er mellem 275 lux og 400 lux med henholdsvis ét eller to lysstofrør tændt pr. arbejdspladssektion. Der benyttes indstillelige arbejdslamper med halogenpærer ved ganske få arbejdspladser.

Gangbelysningen ved nordfacaden består af specialdesignede armaturer indbygget i etagedækket. Armaturerne, der sidder som et lysbånd, er bestykket med 1x28W TL5-HE lysstofrør med HF-forkobling, ikke dæmpbar.

Den installerede effekt fra almenbelysningen er 14 W/m², og den installerede effekt fra de relativt få arbejdslamper skønnes at være 0,5 W/m², i alt 14,5 W/m². Det er på niveau med nøgletallene for energiforbruget til rumbelysning i store kontorer og kontorlandskaber på 12-15 W/m² henholdsvis 3 W/m² til rumbelysning og arbejdslamper. (God og energirigtig kontorbelysning. Energistyrelsen, 1993).

Belysningsanlægget er zoneopdelt med bevægelsesmeldere placeret under hvert arbejdsbord samt udvendige lysfølere, der regulerer belysningsniveauet trinvist med ét, to eller ingen lysstofrør tændt i armaturerne omkring et arbejdsområde. Desuden kan anlægget betjenes manuelt, idet belysningsniveauet kan reguleres på samme måde, som omtalt før via et panel i reolvæggen.



Storrumskontor. Arbejdspladser om aftenen, set mod øst.

Den valgte indirekte belysningsform stiller store krav til rengøring og vedligeholdelse af armaturernes overflader. Der var ingen synlige problemer, bortset fra en del støv på armaturernes dækplader.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "I dette rum fornemmer man virkelig dagslyset - rum og ting fremstår som det, de er. Ingen diffusering eller misfarvning. Skønt.

Af alle de kontorer vi har set, er dette kontor det, jeg helst vil arbejde i. Der er en kæmpe arbejdsplads i en overskuelig enhed på fire borde - der har sin egen integritet med ganglinier på begge sider og opdelende skabelementer mellem enhederne. Man kan orientere sig i forhold til B&O's bygninger, dér hvor man sidder og i forhold til landskabet, der omgiver stedet. Det er gode rum at arbejde og bevæge sig i.

På mit teststed er jeg glad for 'gårdens' nordfløj - den tager noget af himmellyset, der ellers ville være meget dominerende pga. de store glaspartier. Der er virkelig rigeligt med dagslys, hvorfor man kunne undre sig over, at kunstlyset var tændt.

Dette kontor er det eneste, vi har set, som ikke har akustiklofter eller andet nedhængt loftssystem. Derfor fremstår rummet rent, ærligt og letafslæsligt.

Det er fint, at bygningerne ligger i forhold til hinanden på en måde, der gør, at man kan se lyset fra andre steder i anlægget. På den måde er det nemt at orientere sig, også om aftenen.

Hovedparten af kontorets belysning er den indirekte belysning fra rumdelerne. Vedrørende belysningsniveauer 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 den type belysning i dette kontor."

Ebbe Christensen: "Rummet er meget smalt med et unødigt stort samlet vinduesareal. Medarbejdere har været opmærksomme over for det meget dagslys, hvorfor rullegardiner er monteret ved udsigtsvinduer mod syd.



Kontorfløjen set fra 'Gården' i retning mod syd.

Kunstlys er lagt på hylder over reolerne, hvor spejlreflektorer sender det rosa-gule plumre lys ind på loftfladen over arbejdsbordene. Der ses kun få arbejdslamper. Kan dette virkelig være aftenlys nok?

Rummet er kun lidt dybere end to gange vinduesoverkant-højden, så det skulle teoretisk være nok med dagslyset fra nordvinduerne.

Akustikken i storrumskontoret må være slem i længden; man hører tydeligt hinanden.

Om aftenen er nordfacaden sort af mørke; man føler sig på en præsentertbakke. Og dog en oplevelse! Tænk at se noget så stimulerende - et kunstlyshus - et nathus! Overraskende giver den 1 cm brede sprække til lysrør i loftet langs facaden et fint strejf og gulvet markeres tilstrækkeligt".

Vibeke Clausen: "Arbejdslokalerne virker meget lyse, venlige og behagelige såvel i dagslys som i kunstlys.

I dagslys kan man evt. 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.

Om aftenen virker belysningen meget diffus og loftet lidt for lyst, når belysningen i hele lokalet er tændt. Specielt bevægelsesmeldernes placering under arbejdsbordet er meget opfindsom, selvom der har været en del problemer med meget ekstra materiale oplagret under bordene, som tager 'udsynet' for bevægelsesmelderen."

Niels Frimer-Larsen: "En meget smal kontorbygning (ca. 10 m), der ligger smukt i det åbne landskab. Der er glas fra loft til gulv i nordfacaden, og et todelt vindue i sydfacaden, så der tilføres dagslys i rigelige mængder. Supplerende kunstig belysning om dagen synes unødvendig.

Desværre medfører solindfald morgen og aften store gener, værst fra sydfacaden. Efter ibrugtagning af bygningen er der opsat manuelt betjente rullegardiner på sydfacadens nederste vinduer. Selvom der bestemt er brug for det, er der ikke opsat solafskærmning i de øverste smalle vinduer.

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 enkelte arbejdsborde sås små arbejdslamper. Hvis de bruges, er det vist mest for hyggenes skyld.

Et fascinerende smukt byggeri, der udfordrer fantasien, men som havde fortjent en større opmærksomhed på dagslyset til arbejdspladserne, både når der er for meget og for lidt."

Poul Erik Pedersen: "I dagslyssituationen er der rigtig meget dagslys. Der er behov for afskærmningsmuligheder for dagslyset i stor udstrækning (findes delvist), således at gêner med blænding og spejlinger/reflekser kan undgås (gælder både mod syd og mod nord).

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

I dagsituationen er kunstlyset ret udtrykssløst, og der er behov for en god arbejdslampe til at markere arbejdspladsen.

Om aftenen virker rummet hyggeligt, når bare f.eks. én sektion er tændt (bløde overgange). De metalliserede grå overflader er levende og hyggelige om aftenen. Der vurderes at være brug for en god asymmetrisk arbejdslampe til at give godt lys på arbejdspladsen om aftenen."

Erwin Petersen: "Dagslyset fra de store vinduesarealer er dominerende. Direkte sol kan virke generende, men man kan anvende lyse, uigennemsigtige rullegardiner for de vinduer, der giver gener.

Den indirekte belysning på loftet virker lidt spøgelsesagtig, fordi man ikke kan se armaturerne, der er gemt på oversiden af reolskillevæggene. Lyset er meget diffust, og der er overhoved ingen skygger eller glans i fladerne. Ensformigheden i belysningen brydes kun af lysstriberne på loftet, og farven på de dagslysbelyste flader og loftet er forskellig, men det virker ikke generende.

Udsynet gennem vinduerne og dagslyset bevirker, at rummet føles behageligt at være i.

Om aftenen virker rummet velbelyst med kraftige lysbånd på loftet, som dog ikke virker generende.

'Skillevæggene', der opdeler rummet, så de kan fungere som selvstændige zoner med egen indstilling af belysningen, 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 rummelige form.

Synligheden af arbejdsemnerne er god, og reflekser i skærme med lys baggrund forekommer ikke generende. Der er ingen blænding, og luminansfordelingen er tilfredsstillende med passede variationer skabt af skillevæggene. Belysningsstyrken fra almenbelysningen er høj. Et lavere almenbelysningsniveau og nogle gode arbejdslamper ville give et bedre og mere energieffektivt anlæg."

Byggeriets data

Bang & Olufsen A/S
Peter Bangs Vej 15
DK-7600 Struer

Byggherre: Bang & Olufsen A/S
Opførelsesår: 1997-1998
Arkitekter: KHR AS Arkitekter
Hovedentreprenør: Monberg & Thorsen A/S
Ingeniør: Birch & Krogboe A/S (alle discipliner)

Ingeniørernes Hus, IDA

Byggeriet

Ingeniørforeningens domicil ligger ud til Sydhavnen tæt ved Langebro og vis-a-vis Godsbanegården og Bernstorffsgade på adressen Kalvebod Brygge 31.

Ingeniørhuset er opdelt i to bygningskroppe (længehuset og punkthuset) forbundet med en forbindelsesgang. Længehuset, som indgik i undersøgelsen, er seks etager højt. Kælder og tagetage anvendes til teknik- og lagerfunktioner. Stuen, 1. og 2. etage er offentligt tilgængelige arealer, der anvendes til møde- og konferenceformål. Stueetagen rummer desuden restaurant med plads til 100 personer. 3., 4. og 5. etage er indrettet med kontorer til IDA (Ingeniørforeningen i Danmark) og IAK (Ingeniørernes arbejdsløshedskasse). I tilslutning til længehuset findes tårnet med sine syv etager.

Længehusets kontorer får dagslys ind via almindelige vinduer i de to langsgående facader, der vender mod henholdsvis SØ og NV, hvilket i sommerhalvåret giver mulighed for at følge dagens og solens 'rytme' sammen med en stor slået udsigt over byens tage og Sydhavnen.

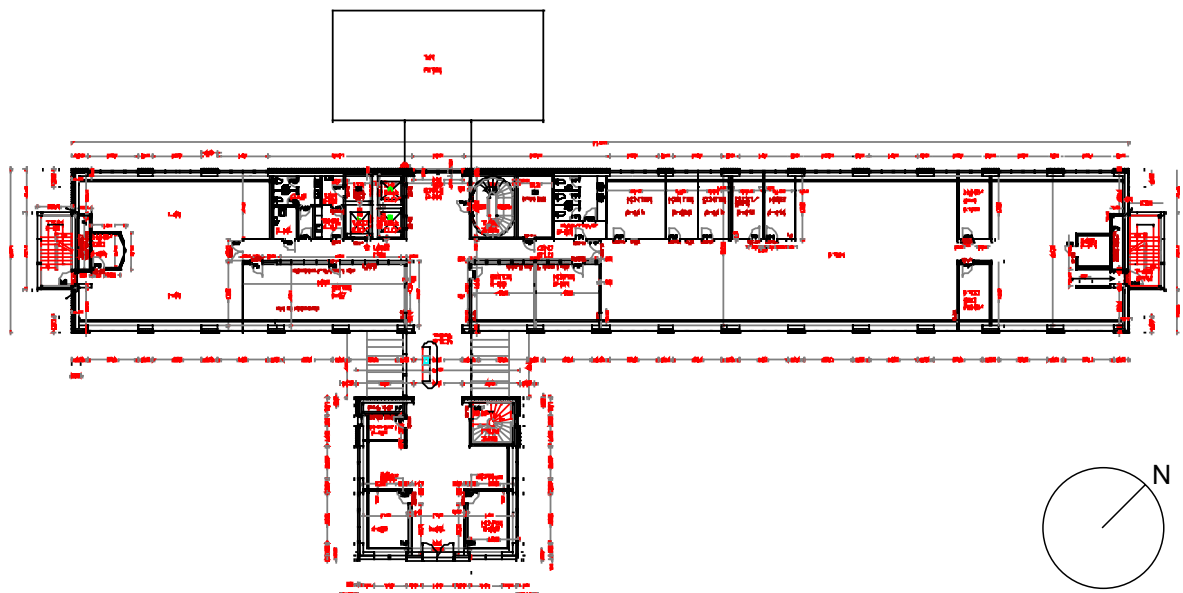


Ingeniørernes Hus, IDA.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet et storrums kontor på 4. etage med facaderne vendende mod henholdsvis SØ og NV. Alle vinduer giver adgang til dagslys. Af hensyn til varmetabsrammen og solindfaldet er der anvendt coatede energiruder, der reducerer dagslysindfaldet. Coatingen tilfører dagslyset en nuancering mod det grå-grønne.



Etageplan, 4. etage. Storrums-kontoret til højre på planen blev vurderet.

Rummet og lyset i rummet

I dagtimerne virker storrumskontoret lyst og venligt på grund af de mange lyse flader på inventaret og i selve rummet. Almenbelysningen, fortrinsvis dagslys, virker behagelig og suppleres ved en del arbejdspladser med arbejdslamper, eventuelt for at skabe focus i forhold til den lyse væg mod havnen. Så godt som alle personer sidder ved en af facaderne, hvilket naturligvis giver gode muligheder for at udnytte dagslyset.

Om aftenen virker kontoret også venligt om end med en lidt mere diffus karakter. De høje reoler og 'skillevæggene' udgør fine afskærmninger mellem de enkelte arbejdspladser, hvor bevægelsesmeldere sørger for, at lyset kun er tændt i de zoner, hvor der opholder sig personer.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

De indbyggede, nedadlysende belysningsarmaturer er af typen Thorn Jacobsson Menlo bestykket med 1x40W kompaktlystofrør med HF-forkobling, ikke dæmpbar. Kompaktlystofrøret er placeret centralt i armaturet og er afskærmet nedadtil med et dobbelt parabolisk gitter. Røret giver et velafskærmet lys gennem gitteret, mens det opadrettede lys fordeles via den hvide reflektor som en mere diffust nedadrettet tilskuds-belysning.

I gangarealer anvendes armaturer af typen Fagerhult Pleiad Comfort bestykket med 1x18W kompaktlystofrør med HF-forkobling, ikke dæmpbar.

De fleste arbejdspladser er forsynet med en justerbar arbejdslampe af typen Artemide Tolomeo med halogenpære.

Lyset ved arbejdspladserne

Belysningen ved de enkelte arbejdspladser er god både til skærmarbejde og til arbejde ved bordet. Der er ikke konstateret spejlinger eller reflekser i skærme. Ved enkelte arbejdspladser kunne der konstateres reflekser i arbejdsemner på bordet, men kun når arbejdslampen ikke var indstillet korrekt.

Om dagen vil vinduernes sorte rammer forøge risikoen for blænding fra disse. Dette medfører en øget brug af afskærmninger (gardiner eller persienner) med et øget forbrug af kunstlys til følge.

Om aftenen virker armaturerne meget lyse specielt set på baggrund af loftet, der ikke belyses. Luminansen fra armaturerne er på ca. 5000 cd/m², hvilket kan give anledning til ubehagsblænding.

Det fortrinsvis indirekte lys fra armaturerne virker diffust. Der mangler således noget rettet lys, der kan gengive former og konturer på genstande i rummet.



Storrumskontoret i dagslys.

Arbejdspladserne i det besigtigede kontorareal er alle placeret ved en af facaderne med rigelig adgang til dagslys. Ved begge facader er der monteret manuelt betjente persienner. Persienerne langs havnefacaden (mod SØ) benyttes dels til at skærme for direkte solindfald og dels for at dæmpe virkningen af meget kraftige solreflekser i havneområdet. Langs nordvestfacaden benyttes persienerne fortrinsvis til dæmpning af himmelluminansen.

Energiforhold

Almenbelysningen består af indbyggede armaturer af typen Thorn Jacobsson Menlo. Armaturerne, der er nedadlysende, er bestykket med 1x40 W kompaktlystofrør med HF-forkobling, ikke dæmpbar. Belysningsstyrken på arbejdspladserne fra almenbelysningen er på 200-250 lux.

Almenbelysningen i gangarealer består af armaturer af typen Fagerhult Pleiad Comfort bestykket med 1x18W kompaktlystofrør med HF-forkobling, ikke dæmpbar.

De fleste arbejdspladser er forsynet med en justerbar arbejdslampe af typen Artemide Tolomeo med halogenpære.

Den installerede effekt fra almenbelysningen er 6-8 W/m². Den installerede effekt fra arbejdslamperne anslås maksimalt til at være 2 W/m². Den samlede installerede effekt bliver således 8-10 W/m². Dette er væsentligt mindre end nøgletallene for energiforbruget til rumbelysning i store kontorer og kontorlandskaber på 12-15 W/m² henholdsvis 3 W/m² til rumbelysning og arbejdslamper. (God og energirigtig kontorbelysning. Energistyrelsen, 1993).

Belysningsanlægget er zoneinddelt og styres af bevægelsesmeldere. Disse er placeret i hvert arbejdspladsområde. Ønskes belysningen tændt i en zone, skal medarbejderen blot betjene en kontakt. Hvis en zone forlades, slukker lyset automatisk efter ca. 10 minutter. Ønskes lyset slukket, skal kontakten betjenes med et 'langt' tryk.



Storrumskontoret om aftenen.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "Et kendetegn for Ingeniørernes Hus er, at vinduerne er 'normale' med pille-vægstykker mellem hvert vindue, det afgrænser kontorrummet i forhold til havnerummet. Til gengæld går vinduet højt op, og himmellyset bliver let blændende. Hvis man var opmærksom på denne blænding, ville man sænke persiennen ned over det øverste stykke af vinduet - selvom solen ikke skinner. Helt sikkert en fordel i forhold til, at der er så grundig brug for afblænding, når solen står på.

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 aftenen ses det, at almenbelysning og gangbelysning har forskellig lysfarve. Lysets 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 apteringen omkring arbejdspladserne, den er robust og skaber (dagslys)-rum til den enkelte arbejdsplads."

Ebbe Christensen: "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 persiennen, 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 persiennen op og lyset slukket.

Slukkes loftlyset, er belysningsforholdene stadigvæk gode, men sjovt nok savner jeg umiddelbart den varme loftlysfarve på bordet lige efter, at det er slukket. Akustisk er her et problem med gener fra andres telefonsamtaler."

Vibeke Clausen: "Der har været tvivl om, hvilken lysfarve, der var optimal at anvende, men man er endt med, at farve 83 er det bedste valg. Om dagen fremtræder arbejdsrummene meget velbelyste og venlige, bl.a. på grund af de lyse, lodrette inventaroverflader, de lyse overflader på EDB-udstyret, de lyse skriveborde, og selvfølgelig ikke mindst et godt dagslysindfald. Det er dog nødvendigt at have persiennen helt nede i en del af arbejdstiden, så-

fremt gener med udsyn til en meget lys himmel eller sol ind i arbejdslokalerne skal undgås.

Også om aftenen virker rummet venligt, dog med en lidt mere diffus karakter. Det virker også rart, 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 kontoret, men det viser det tændte/slukkede lys, om der er).

Armaturene vurderes ikke at give ubehagsblænding eller på anden vis genere, selvom der ved måling kunne konstateres en luminans på ca. 5000 cd/m² over diagonalen i armaturet."

Niels Frimer-Larsen: "Vinduerne er meget brede og med lav karm. Det giver gode muligheder for et virkeligt godt udsyn, selv siddende 2 m fra vinduet. Vinduerne er forsynede med manuelt regulerede persiener. Disse anvendes individuelt, og mange af de anvendte er kun sænket så langt ned, at himlen er afskærmet, mens der er åbent for oplevelsen af modstående bygninger, terræn og hav.

Såvel borde som reoler er behageligt lyse. Lofter er hvide, og den eneste mørke flade i synsfeltet er det mørke gulv. Sammenlagt medfører farvevalget en behagelig lyshed.

Så godt som alle medarbejdere sidder ved facaden og har følgelig gode muligheder for at udnytte dagslyset. Med undtagelse af gangbelysningen er alt kunstigt lys slukket om dagen.

Dagslysforholdene og kunstlyset i sammenhæng med møbleringen resulterer i et lysteknisk behageligt arbejdsmiljø."

Poul Erik Pedersen: "Det er et lyst venligt interiør - gælder både de ergonomiske hæve-/sænkeborde, reoler og skærmvægge. Generelt er det lyse, venlige kontorer, der signalerer: 'træd nærmere'. Reoler og skillevægge giver fine afskærmninger, så kunstlys og dagslys fra 'naboer' ikke kan genere.

Der er fint udsyn gennem vinduerne, som er forsynet med indvendige persiener, hvilket vurderes at være udmærket. Dog er vinduesrammerne sorte, hvilket ikke er hensigtsmæssigt rent synsmæssigt."

Erwin Petersen: "Belysningsforholdene i lokalet forekommer behagelige, og de store vinduer i de forholdsvise smalle arbejdsområder bevirker, at man kan nøjes med dagslyset alene. Når lyset er tændt i den ene side af rummet, ses farveforskellen på belysningen meget tydeligt. I dagslysområdet er væggen pastelblå, i kunstlys er den mere over i det grønlig. Der er en passende luminansfordeling, men dog risiko for generende reflekser fra vandet i havnen, når solen skinner. De lyse møbler, de farvede vægge, der adskiller fladerne og det nedsænkede loft i gangarealet, giver en tilpas adskillelse af fladerne og 'tegner' rummets grænser."

Byggeriets data

Ingeniørernes Hus, IDA
Kalvebod Brygge 31
DK-1560 København V

Bygherre: Ineniørforeningen i Danmark
Opførelsesår: 1996-1998
Arkitekter: Kieler Architects
Ingeniører: C. G. Jensen (konstruktioner)
Crone & Koch A/S (elinstallationer)

Nordea Bank Danmark A/S

Byggeriet

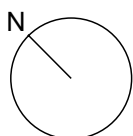
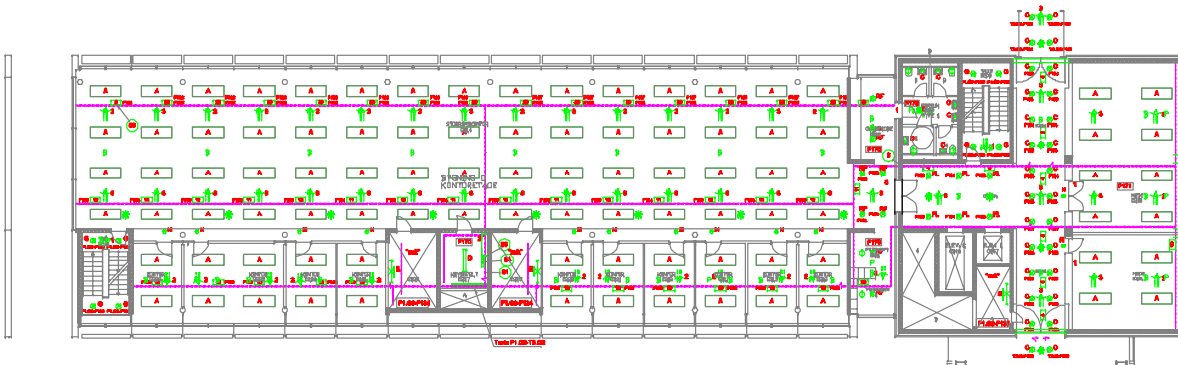
Nordea Bank Danmarks domicil ligger på en af Københavns mest attraktive og krævende grunde ved foden af Knippelsbro på Christianshavn på adressen Strandgade 3. Det meget omtalte byggeri er delt i to bygningstyper. Mod Strandgade og Christians Kirke er facaderne beklædt med poleret kalksandsten for at opnå en virkning af tyngde og robusthed mod bydelens øvrige huse og kirken. Her er bygningshøjden på de femetagers huse lig med gesimshøjden på kirken, således at tårn og spir fortsat vil præge kvateret.

De seks glasbygninger mod havnefronten minder om de tidligere B&W-industribygninger, der, i stil med de oprindelige købmandsgårde, alle lå vinkelret på havnebassinnet. Disse bygninger i seks etager er udført som lette transparente glashuse indrammet af forpatinerede kobberrammer. Mellem længerne ses skiftevis have- og gaderum med bl.a. en 'vandtrappe'.

Nordea Bank Danmarks domicil består af fire af de seks længer mod havnefronten samt en U-formet bygning, hvis østlige del vender ud mod Strandgade. Bygningerne er forbundet indbyrdes, dels af mellembygninger og dels af gangbroer.



Nordea Bank Danmark A/S.



Etageplan. 2. etage. Storrums-kontoret er placeret foroven til venstre på figuren.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet et storrumskontor på 2. etage i blok F med den langsgående hovedfacade, der vender mod NØ. Kontoret har ligeledes gavlvinduer, der vender mod NV. Facaden mod SV er optaget af en række cellekontorer og mindre møderum. Kontorets etagehøje glasfacader giver rigelig adgang til dagslys, der ikke synes at blive reduceret væsentligt eller misfarvet.

Rummet og lyset i rummet

Kontoret virker lyst og behageligt og lidt forretningsagtigt både om dagen og om aftenen med et gennemsnitligt belysningsniveau fra almenbelysningen på 200 lux ved arbejdspladserne.

Der er virkelig tale om et åbent kontor, idet intet inventar er højere end ca. 1 meter. Inventaret er, med undtagelse af gavlene, holdt i en meget lys træsort, hvilket medvirker til at reflektere dagslyset ind i rummet. Som modsætning til inventarets lyse farver er gulvtæppet holdt i en mørk gråblå farve.

Der synes at være en række problemer bl.a. med synsnedsættende blænding fra vinduerne på arbejdspladser tæt ved glasgavlen, generende solreflekser i nabobygningens vinduer samt generelle gener fra den nordøstvendte glasfacade, hvis de lyse diffuserende gardiner ikke trækkes ned.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

Belysningsanlægget består af rækker af specialtilvirkede, indbyggede downlight-armaturer af typen Fagerhult Pleiad Comfort. Armaturerne har en reflektor med semi-diffus overflade (5 % mattering) og er bestykket med 1x26W kompaktlystofrør med HF-forkobling, dæmpbare. Der er indstillelige arbejdslamper af typen Berenice fra Luce Plan med halogenpærer ved alle arbejdspladser.

Lyset ved arbejdspladserne

Belysningen på arbejdspladserne synes at være tilstrækkelig til almindeligt skærmarbejde. Suppleret med lyset fra arbejdslampen bliver belysningsforholdene tilfredsstillende til vedvarende skrive/læsearbejde. Loftsarmaturerne er i stort set alle tilfælde placeret til siden for arbejdspladserne, således at generende reflekser undgås i edb-skærme og i arbejdsemner på bordet.

De store vinduesflader er om aftenen meget mørke. I denne situation ville det være til gavn for luminansfordelingen, hvis de lyse gardiner automatisk kørte helt ned, så rummet ikke 'vælter' rent synsmæssigt.

De ligelysende arbejdslamper kan være vanskelige at indstille korrekt, så lyset kommer fra siden i forhold til arbejdsemner på bordet. Asymetrisk lyssende arbejdslamper ville være at foretrække.



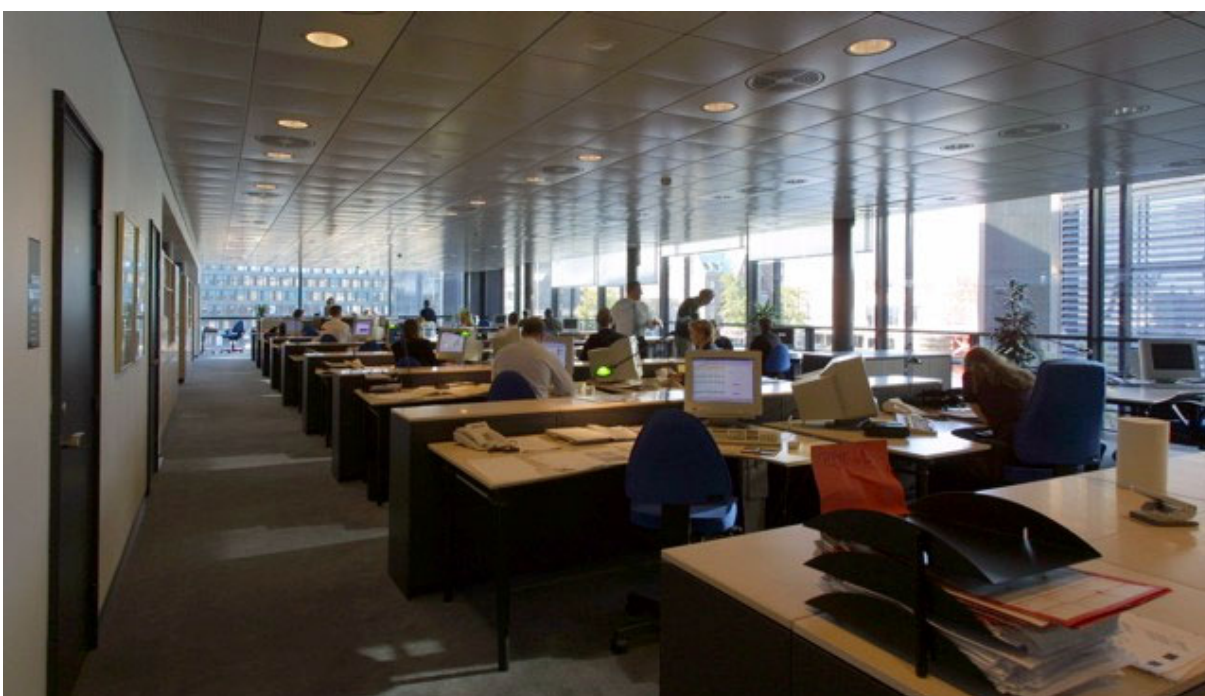
Storrumskontoret om dagen set mod SØ.

Gulvtæppet kunne dog godt være af en lysere farve af hensyn til luminansfordelingen i rummet.

De etagehøje glasfacader giver tilstrækkeligt med dagslys til alle arbejdspladser. Disse er fordelt i tre rækker, således at de ansatte for det meste vender ansigtet mod nordvest. Der kan forekomme synsnedsættende blænding fra de høje vinduer samt generende solreflekser i vinduer og udvendig solafskærmning i nabobygningen. Disse gener kan dog afhjælpes ved anvendelse af de monterede rullegardiner, hvis det huskes. Gardinerne aktiveres automatisk, men de kan også betjenes manuelt i sektioner.

Energiforhold

Almenbelysningen består af fire rækker indbyggede downlight armaturer af typen Fagerhult Pleiad Comfort. Armaturerne er bestykket med 1x26W kompaktlystofrør med HF-forkobling, dæmpbar. Belysningsstyrken fra almenbelysningen på arbejdspladserne er ca. 200 lux. På alle arbejdspladser be-



Storrumskontoret om dagen set mod NV. 73



Storrumskontoret om aftenen set mod SØ.

nyttes en ligelysende arbejdslamper af type Berenice fra Luce Plan med en halogenpære.

Den installerede effekt fra almenbelysningen er 7 W/m^2 . Den installerede effekt fra arbejdslamperne anslås at være 3 W/m^2 . Den samlede installerede effekt bliver således 10 W/m^2 . Dette er væsentligt mindre end nøgletallene for energiforbruget til rumbelysning i store kontorer og kontorlandskaber på $12-15 \text{ W/m}^2$ henholdsvis 3 W/m^2 til rumbelysning og arbejdslamper. (God og energirigtig kontorbelysning. Energistyrelsen, 1993).

Belysningsanlægget er zoneinddelt og styres af bevægelsesmeldere og dagslysfølere. Kun de to rækker armaturer langs NØ-facaden er dagslysstyrede. Der sidder bevægelsesmeldere i alle arbejdszoner. Lyset tændes først i midterzonen på langs gennem lokalet og dernæst i arbejdszonen med omgivende zoner. Styring og regulering foretages af et LON-baseret HELIOS anlæg.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "Arbejdsborde er generet af solens refleksioner i modstående facader. De skarpe slagskygger blødes dog op, når rullegardinet trækkes ned. Rummet virker helt spejlvendt, når man opdager, at sol- og skyggespil på gulve og borde ikke er fra solen selv, men fra en sol nr. to i facaden overfor. Ikke desto mindre giver lys- og skyggespillet liv og lethed til rummet og ser helt smukt ud på de nedrullede rullegardiner.

Umiddelbart virker rummet behageligt - men jeg husker det kontrastfyldt med et usædvanligt dominerende metallisk loft. Refleksionerne fra gaden distrahérer, og enhver gul bus eller rød lastbil forandrer loftet, der derved mister det statiske udtryk, man ellers forbinder med et loft. Om aftenen er der ret stærke dobbeltskygger fra almenbelysningen - så meget at jeg virkelig lægger mærke til det. Og fordi der er rigeligt med lys, virker skyggerne generende. Blækken fra min tusch spejler også generende, inden den tørrer.

Når man kigger ned gennem rummet, ser man ikke lyset fra loftsarmaturerne p.g.a. deres specielle konstruktion. Alligevel spejler lyset fra armaturerne sig i glasfacaden og lukker rummet visuelt. Hovedindtrykket er, på trods eller på grund af glasfacaden, et indadvendt rum. En diametral modsætning til rummet i dagslys."



Storrumskontoret om aftenen set mod NV.

Ebbe Christensen: "Hvidt, som en Xenon-projektør ved filmoptagelse, reflekteres sollyset fra ruderne i nabohuset mod NØ og kaster knivskarpe skygger fra den gale side. Hældningen på de varmeregulerende glaslameller derovre er lige nu underordnet, for det er den lodrette rude bagved, der spejler.

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.

Siddende på 3. række: Det lodrette lys fra de fire nærmeste loftslamper giver en umulig, uforståelig skyggetegning under en fremstrakt hånd. Der er mange reflekser i loftet, generende fordi de flytter sig uforudsigeligt, når man selv bevæger sig lidt.

Om aftenen er de 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, men 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.

De lange lige rækker borde og maskiner fik mig til at tænke på gamle fotografier af arbejdende piger på systuen."

Vibeke Clausen: "I storrumskontoret er loftsarmaturerne velplacerede til siden for arbejdspladserne og i øvrigt så velafskærmede, at der ikke vurderes at være gener pga. ubehagsblænding eller direkte indkik til lyskilder under normale synsretninger. Det er en fordel, såfremt de lyse gardiner lige omkring arbejdspladsen trækkes ned om aftenen, både for at skærme for udsyn til lyse nabobygninger og spejlinger i vinduesglasset, men også for at få en bedre luminansfordeling omkring arbejdspladsen."

Niels Frimer-Larsen: "Et smukt og stilrent kontorlandskab. Den automatiske lysregulering af den kunstige belysning virkede og sikrede, at de inderste arbejdspladser fik 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 bordfladen og i pc-skærmene er undgået.

Det må være et dejligt lokale at arbejde i dag og aften, uanset hvor man er placeret i rummet."

Poul Erik Pedersen: "Alménbelysningsniveauet er ca. 200 lux, hvilket vurderes tilstrækkeligt, når en arbejdslampe er til rådighed. En lidt bedre, f.eks. asymmetrisk arbejdslampe, kunne anbefales, hvis meget læsning og skrivning forekommer.

Arbejdspladserne er i stor udstrækning placeret rimeligt i forhold til lofts-armaturene, hvorfor der kun i enkelte tilfælde forekommer gener. Hvis en downlight er lige over en arbejdsplads, så virker den blændende.

I aftensituationen kunne loftet godt være lidt lysere og mere mat."

Erwin Petersen: "Rummet virker lyst og behageligt med de store vinduesarealer og udsigten til havnen. De meget lange rækker af skriveborde i dette utroligt store rum lægger dog på en eller anden måde en bremse på det gode indtryk, når man forestiller sig selv i en arbejdssituation ved et af bordene. Møblerne er lyse med mørke gavle og luminansfordelingen er god. I nedreguleret tilstand går lyset over i det rødlige, men generer ikke, da det på det lave niveau ikke bidrager til belysningsstyrken.

Belysningen af det store lokale med downlights passer ind i lokalets størrelse, fordi armaturerne er så afskærmede, at man kun ser dem som små lysende pletter. Normalt syntes jeg, at downlights giver et meget nedadrettet lys, der kan give en stor ubehagsblænding og skarpe skygger. En anden type armaturer i dette lokale ville sandsynligvis have givet et dominerende lysende loft, for ikke at tale om den uro nedhængte armaturer ville give. Tegningen af personernes ansigter bærer dog tydelig præg af det meget nedadrettede lys, og belysningsforholdene i dagtimerne er mange gange bedre end om aftenen.

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

Byggeriets data

Nordea Bank Danmark A/S
Strandgade 3
DK-0900 København C

Bygherre: ATP
Opførelsesår: 1997-1999
Arkitekter: Henning Larsens Tegnastue
Bygherrerådgiver: COWI A/S
Ingeniører: Carl Bro A/S (aptering)

Københavns Lufthavne A/S

Byggeriet

Kontorhus Vest er Københavns Lufthavne A/S' nye hovedsæde. Kontorhuset rummer den samlede lufthavnsadministration og er en integreret del af Finger Vest, der nu forbinder Indenrigsterminalen med Udenrigsterminalen.

Bygningen markerer sig mod Lufthavnsvoulvarden som to kontorsektioner omkring et foyerrum. Rummet strækker sig gennem alle etager og afsluttes med en bølget tagform. Dette design refererer til lufthavnens første terminalbygning, der var tegnet og opført af Vilhelm Lauritzen i 1939.

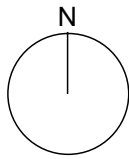
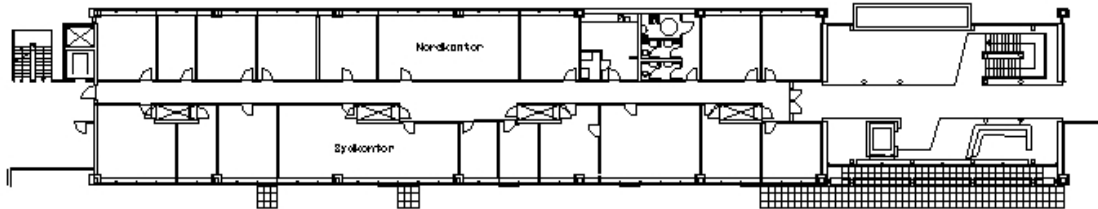
Kontorhuset har fire etager og er 12 m bredt med kontorer på begge sider af en midterkorridor.

Lufthavnens krav til el- og belysningsinstallationerne var bl.a. overordnet mulighed for en fleksibel installation, miljø- og energimæssige aspekter skulle tilgodeses samt at installationerne blev fremtidssikre.

Der blev vurderet to storrumskontorer på 2. etage, der vender henholdsvis mod nord og mod syd. Kontorerne har dagslysadgang dels fra det normale udsigtsvinduet og dels fra dagslysvinduet, der er placeret lige under loftet. Vinduerne er forsynet med standard energiruder uden synlig misfarvning af det indfaldende dagslys.



Kontorhus Vest.



Etageplan, 2. etage.
Nord- og sydkontorerne
blev vurderet.

Belysningsanlæg

Kontorarealer

Der blev vurderet to storrumskontorer på 2. etage. Kontorerne vises som henholdsvis Nordkontor og Sydkontor på ovenstående figur. De to hovedfacader vender direkte mod henholdsvis nord og mod syd. Alle vinduer giver adgang til dagslys, både udsigtsvinduer og dagslysvinduer. Det indfaldende dagslys bliver ikke reduceret eller misfarvet, da der er monteret energiruder med klart glas.

Rummet og lyset i rummet

De to kontorer virker lyse og venlige både om dagen og om aftenen trods den mørke afdækning omkring vinduerne. Om aftenen virker belysningen lidt diffus. Armaturernes luminans vurderes til at være på ca. 5000 cd/m², hvilket er på grænsen til at give ubehagsblænding.

Der er stor forskel på belysningsforholdene mellem de to kontorer afhængigt af, hvordan de er indrettet. Nordkontoret er præget af det lyse inventars refleksion af lyset, hvorimod sydkontoret er præget af høje reoler med mange mørke ringbind, der i væsentlig grad påvirker lysfarven i rummet. Belysningsstyrken fra almenbelysningen er ved arbejdspladserne ca. 300 lux og rimeligt jævnt fordelt.

Belysningsarmaturer og arbejdslamper

I begge kontorer er de indbyggede armaturer downlights af fabrikatet Arkilux Sekvens. Armaturerne, der er bestykket med 1x42W TC-TEL kompaktlystofrør med HF-forkobling, dæmpbar, afsluttes nedadtil med en opal af-skærmning.

Der er ligelysende, indstillelige arbejdslamper af typen Louis Poulsen IT med glødelys ved de fleste arbejdspladser.

Lyset ved arbejdspladserne

Arbejdspladsbelysningen fra almenbelysningen er fuldt tilstrækkelig til almindelige arbejdsopgaver ved edb-skærme. Til mere koncentreret arbejde som f.eks. vedvarende skrivning/læsning, vil det være en fordel at supplere med lyset fra arbejdslampen.

Ved hver arbejdsplads er der et betjeningspanel hvorfra medarbejderen kan regulere belysningsstyrken i lokalet samt eventuelle bordlamper tilsluttet arbejdsområdet. Denne mulighed bliver tilsyneladende ikke anvendt, da belysningen på vurderingstidspunktet var indstillet til maksimalt niveau i begge kontorer.

Arbejdspladserne i de to kontorer er alle placeret ved vinduerne, hvorfor alle pladser har rigelig adgang til dagslys. Nord- og sydkontorerne har monteret lette grålige skyggegardiner, der betjenes automatisk. Gardinernes stilling kan overstyres manuelt ved hjælp af medarbejderens betjeningspanel. Ved sydsidens vinduer er der yderligere monteret et mørkeblåt, gennemsigtigt rullegardin, der skærmer for sollyset. Dette gardin betjenes manuelt.



Sydkontoret i dagslys.

Energiforhold

Almenbelysningen består i begge kontorer af to rækker indbyggede downlight armaturer af typen Arkilux Sekvens. Armaturerne er bestykket med 1x42W kompaktlysstofrør HF-forkobling, dæmpbar. Belysningsstyrken fra almenbelysningen på arbejdspladserne er ca. 300 lux. På stort set alle arbejdspladser benyttes en ligelysende arbejdslampe af typen Louis Poulsen IT med glødelampelys.

Den installerede effekt fra almenbelysningen er 8,2 W/m². Den installerede effekt fra arbejdslamperne anslås at være 3 W/m², i alt 11,2 W/m². De vurderede kontorer skønnes at tilhøre kategorien 'større kontorer' ifølge Energistyrelsens definition. Den installerede effekt er væsentligt mindre end nøgletallene for energiforbruget til rumbelysning i større kontorer på 10 W/m² henholdsvis 6 W/m² til rumbelysning og arbejdslamper. (God og energirigtig kontorbelysning. Energistyrelsen, 1993).

Belysningsanlægget styres af bevægelsesmeldere og dagslysfølere i hvert kontor. Anlægget er LON-baseret (Philips) af typen Helios. Den automatiske regulering af almenbelysning, pendeludtag og gardiner for solafskærmning kan overstyres manuelt fra medarbejderens betjeningspanel.

Panelets vurdering

Katja Bülow: "Apteringen omkring vinduerne er mellemgrå over i mørkegrå, metallisk og let spejlende. Den mørke aptering rammer udsigten ind, og man lægger mærke til trafikken nær lufthavnen. Apteringen omkring vinduet bruges som hylde og magnettavle til familie billeder m.m. samt en magnetfjernbetjening til lysregulering i kontoret. Jeg dæmper almenbelysningen med det samme, som 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 pga. det rettede lys fra vinduet (der nu virkelig kommer til sin ret). Her ville være helt godt, hvis arbejdslampe og dagslys kunne suppleres med en bordlampe et sted i rummet."



Sydkontoret om aftenen.

Ebbe Christensen: "Der forekommer spøgelsesskygger på arbejdspladsernes borde.

Mod syd findes to sæt rullegardiner i de underste vinduer: Et let solgardin og en mørk, transparent, blålig, blank folie. Siddende ved et bord, hvor den tætte folie er rullet ned, giver loftlampen hovedlyset - og det er bedre på bordet end sammenblandingen med dagslys, som set i nordkontoret.

Det er for kraftigt med fuldt loftlysniveau sammen med bordlampen. Adaptationsniveauet på lodret er ca. 50 lux. Almenniveauet på bordet kan sagtens dæmpes fra ca. 350 til f.eks. 190 lux."

Vibeke Clausen: "Lokalerne virker lyse og venlige både om dagen og om aftenen med kunstlys alene. Belysningen virker dog lidt diffus, men dette indtryk mildnes af armaturernes lidt høje luminans, som er med til at 'forklare', hvor lyset kommer fra.

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 ikke, som i de fleste andre af de undersøgte lokaler, den mørke vinduesflade samt en spejling af belysningsanlægget i vinduet. Om dagen kan hylden godt virke som en mørk barriere mod vinduet, specielt såfremt der ikke er trukket gardiner for det højsiddende vindue. Belysningen er fuldt tilstrækkelig til både færdsel, ophold og rengøring i lokalerne.

Den bevidste brug af lyst inventar og lyse rumoverflader giver i sammenhæng med de lidt mindre kontorer en god luminansfordeling og et hyggeligt rum."

Niels Frimer-Larsen: "En traditionel planløsning med midterkorridor og én til fire mands kontorer på hver side. Vinduerne er delt i to flader ved hjælp af en bjælke udformet som en høj reol. Vindueskarmen er så høj, at den umuliggør udsyn til terræn i siddende stilling. Vinduerne er forsynet med manuelt betjente rullegardiner. Alle indvendige vægflader og lofter er hvide, mens facadevæggen er grå. Inventaret er lyst, men desværre er gulvtæppet helt sort. Det generelle indtryk er et tungt miljø. I kontoret mod syd havde med-



Nordkontoret i dagslys.

arbejderne gjort alt for at lukke dagslyset helt ude ved brug af rullegardinerne suppleret med mørkeblå film.

I kontorerne mod nord var rullegardinerne oppe. Alligevel virkede det som om der ikke var dagslys nok. Den kunstige belysning var tændt på fuldt blus, selvom der er gode muligheder for at regulere lyset.

De indbyggede armaturer fordeler lyset godt. Men den opale afskærmningsplade har en for høj luminans, som svækker billedet i pc-skærmene. Alle arbejdspladser er forsynet med en stor og særdeles nyttig arbejdslampe. Der er sikkert mange medarbejdere, som nøjes med denne udmærkede belysning om aftenen.

Det synes trods alt at være en god arbejdsplads. Ikke mindst fordi der er tale om småkontorer med store muligheder for at indrette sig, som man selv vil have det. Dog savnes der mulighed for at se ud, og dagslyset kan kun anvendes i lokalerne mod nord."

Poul Erik Pedersen: "Om aftenen virker det behageligt, når almenbelysningen dæmpes til ca. 200 lux. Luminansfordelingen i lokalerne er ok, bortset fra de mørkegrønne skriveunderlag, som bør udskiftes med lysere og matte. Gulvtæppet virker dog også lidt mørkt. Det øvrige interiør er lyst og venligt. Det nordvendte kontor virker i øvrigt lyst og venligt. Det sydvendte kontor virker væsentlig mørkere, da der er tværstillede reoler fyldt med mørkeblå mapper. Der er fint udsyn gennem vinduerne fra arbejdspladserne.

I dagsituationen er almenbelysningen let blændende - om aftenen vurderes der at være moderat blænding. Generelt vurderes arbejdspladserne at være fornuftigt placeret i forhold til armaturrækkerne for begge kontors vedkommende. Generelt vurderes, at belysningen er funktionelt i orden, men ikke specielt spændende."

Erwin Petersen: "Det øverste smalle vindue giver et rettet lys ind på bagvæggen, men ellers skygger de brede, grå karme meget for dagslyset. Vinduesbrystningen er høj, og dagslyset reflekteres i den vandrette vindueskarm.

Kunstlyset er dominerende i forhold til dagslyset og niveauet virker lidt søvnt. Kun de to rækker armaturer lyser op i lokalet, men på en ubehagelig, blændende måde.

Lyset har flere rettede komponenter, der giver flere skygger. Lyset er således bedre end det helt diffuse til at gengive formen på genstande i rummet."

Byggeriets data

Københavns Lufthavne A/S
Lufthavnsboulevarden 6
DK-2770 Kastrup

Bygherre: Københavns Lufthavne A/S
Opførelsesår: 1997-1998
Arkitekter: Holm & Grut A/S
Ingeniører: Rambøll A/S (konstruktioner)
 Crone & Koch A/S (VVS)
 Balslev (elinstallationer)

Summary

SBi 2005:06

Efficient lighting systems in office- and commercial buildings

A study in nine office buildings

Energy consumption for artificial lighting in offices varies a lot from one building to another and the consumption for electric lighting can sometimes be as much as 40 percent of the gross energy consumption. The last five to 10 years have shown a rush in the technological development of new and very energy effective light sources, fixtures and control gear. However, it is remarkable that several studies have shown that a typical office lighting system only on rare occasions fulfils today's standards regarding energy efficiency or quality of light.

In this report examples are given on high quality lighting systems, which are assessed by the lighting designers to be better than normal. Space, windows, furnishing, interior decoration and surfaces are all part of the lighting system and the quality of interior light (natural and/or artificial). It should be designed in close relation with the activities going on in the office rooms. The report confirms a general impression of lighting systems in nine remarkable office buildings in Denmark. The buildings and their lighting systems have all been evaluated by two different panels. One panel consisting of six experts have given minute descriptions regarding artificial light, daylight and light quality in various (open-plan) offices, the other panel consisting of 35 members of the The Danish Illuminating Engineering Society (LTS) have also visited the buildings and were asked to fill in a questionnaire regarding the quantity and the quality of the lighting systems.

The general conclusions are listed in the following chapter: *Sammenfatning* with a survey of today's planning practice and decision making leading to the final choice of lighting system.

The chapter *Belysningsystemer og koncepter* goes into detail with the various concepts regarding fixtures and lighting systems. Examples are shown of typical uplights, downlights and combinations of both.

It is of great importance to develop and maintain a good and healthy environment in the office. Therefore the chapter *Vinduer og arbejdspladsplacering* will outline window sizes, light and thermal capabilities and the maximum/minimum distances from a desk to the nearest windows for all the offices in question.

Codes and standards are natural and important elements in the process of planning and performing a lighting system. However, they often tend to emphasise the quantity of light instead of the quality. Present codes and standards are listed in the chapter *Myndighedskrav til belysningsanlæg*.

Next the chapter *Indledning* goes through the project details starting with the process of choosing the buildings and offices till the final assessments and suggestions for system improvements.

The opening interviews with the consulting engineers focused on identifying the technical, economical and market related barriers for not using the newly developed technology in lighting research. The chapter *Interview med projekterende* highlights these discussions. During the interview the consulting engineer was asked to fill in a questionnaire focusing on what criteria should be met before a lighting system can be characterised as being a high quality system. The chapter *Kriterier for et kvalitetsanlæg* highlights in priori-

tised order parameters, which the consulting engineer will put into focus in designing a quality lighting system.

The report finishes with one chapter describing each of the nine buildings *Bygningseksempel 1-9* going through the (open-plan) office spaces, furnishing, interior decoration, windows and facades, the daylight and artificial lighting systems principally based on the panellists impressions.

Referencer

Arbejdstilsynet. (1999). *Dispensationer og fortolkning af regler inden for faste arbejdssteders indretning ved projekteret byggeri* (At-cirkulæreskrivelse nr. 3/1999). København.

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*. København: Energistyrelsen.

Lorentzen, C.A. (1999). *Glas i byggeriet* (SBI-anvisning 192). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Litteratur vedrørende bygningerne

Philips Danmark A/S

Thorsted, Arne. (1999). The new office. *LYS*, 2.

Nykredit A/S

Gram, Dorte. (2002). Armaturene er en del af arkitekturen. *LYS*, 1.

Gram, Dorte. (2002). Kuben lever af lys. *LYS*, 1.

Østergaard, Peer. (2002). Nykredit lyser i natten. *LYS*, 1.

Skude, Flemming (2002). Kubens facination, *NYT (Louis Poulsen & co a/s)*, 571.

COWI, Rådgivende Ingeniører A/S

Nielsen, Ole. (2000). COWI på hjul. *LYS*, 2.

NEG-Micon A/S

C. F. Møllers Tegnestue. (2000). N. E. G. MICON A/S, Udvidelse, Randers. *Arkitektur DK*, 4.

Bang & Olufsen A/S

Keiding, Martin. (1999). Trylleri på højt niveau. *Arkitektur DK*, 6.

Ingeniørernes Hus, Ida

Johansson, Per Lennart. (1999). Ingeniørernes nye hus. *LYS*, 4.

Nordea Bank Danmark A/S

Henning Larsens Tegnestue. (2000). Hovedsæde for Nordea Bank Danmark, København. *Arkitektur DK*, 5.

Lund, Morten. (2000). Larsen og lyset. *NYT (Louis Poulsen & co a/s)*, 565.

Københavns Lufthavne A/S, "Kontorhus Vest"

Holm & Grut A/S Arkitekter. (1999). Finger Vest, Kontorhus Vest. Københavns Lufthavn, Kastrup. *Arkitektur DK*, 1.

Gram, Dorte. (2001). Lufthavnen gennem tiderne, 75 års bevidst arbejde med lys. *LYS*, 1.

Rolfsted, Bent. (1999). Avanceret styring giver fleksibilitet. *LYS*, 1.
Gullev, Jørgen. (2000). Kontorbygninger i glas. *VVS/VVB*, 15.
Schiønning, Jørgen og Petersen, John. (1999) Finger D, indeklimaet. *VVS/VVB*,
12.

Bilag

De i projektet benyttede interviewskemaer samt resumé af EU-SAVE rapportens danske del vedlægges som bilag.

Interviewskema 1

Interviewskema 2

Baggrundsmateriale: EU-SAVE rapport (DEFU)

Oversigt over medvirkende ingeniørvirksomheder, projekterende og bygninger

Kriterier for et kvalitetsanlæg (denne side udfyldes af den projekterende selv)

Nedenfor er (i tilfældig orden) angivet en række kriterier som (måske) skal være opfyldt for at et belysningsanlæg (til kontorer) kan karakteriseres som et anlæg af høj kvalitet.

Gennemlæs venligst alle muligheder og marker med et mærke på skalaen, hvilken vægt (fra 0 til 10), du tillægger hvert kriterium.

(Prioriteringen afhænger naturligvis af de nærmere omstændigheder, men tænk f.eks. på et konkret anlæg).

	0	10
Lys og lysfordeling		
Jævn belysningsstyrke i rummet (generelt)	-----	-----
Passende variationer i luminansfordelingen i rummet (lyse og mørke flader)	-----	-----
Passende luminansvariation i overgangszoner, fx fra gang til rum	-----	-----
God kontrastgengivelse af detaljer	-----	-----
Ingen blænding ved arbejdspladser	-----	-----
Ingen refleksioner ved arbejdsplads, fx i papirer eller edb-skærm	-----	-----
Lyskilder med god lysfarve og farvegengivelse (RA-indeks)	-----	-----
Udformning af anlæg (og rum)		
Meget dagslys/ høj dagslysudnyttelse	-----	-----
Fleksibel udformning af belysningsanlægget	-----	-----
Individuelle lamper ved arbejdspladser	-----	-----
Bevægelig solafskærmning	-----	-----
Fast solafskærmning	-----	-----
Rengøringsvenlige armaturer	-----	-----
Ingen generende støj og varme fra belysningen	-----	-----
Reguleringsudstyr		
Zoneopdeling af belysningen	-----	-----
Bevægelsesmeldere	-----	-----
Energieffektive armaturer med HF-spøler til lysstofrør	-----	-----
Styring af kunstlyset efter dagslyset	-----	-----

Andet, skriv venligst:

De følgende sider udfyldes gennem interview med de(n) projekterende

Generelt om udbud og projektering af belysningsanlæg for det aktuelle projekt		
De følgende spørgsmål drejer sig om udbudsformen og om hvornår i projekteringsforløbet nogle af de vigtige beslutninger bliver taget.		
Hvilken udbudsform var der for projektet?		
Totalentreprise		
Alm. hovedentrepriser		
Indbudt/kvalificeret licitation via bygherrerådgiver		
Andet, beskriv		
Hvor detaljeret var udbuddet?		
Opfyldelse af DS 700		
Angivelse af belysningsniveauer		
Angivelse af max installeret effekt		
Krav vedr. blænding		
Specifikation af armaturer		
Specifikation af styring		
Andet, beskriv		
Har Jeres firma udelukkende været med i el-entreprise / belysningsanlæg?		
Hvor meget har du selv deltaget i projekteringen?		
Kan du beskrive stedet for projektet, da belysningen blev inddraget første gang?		
Er det dit indtryk, at arkitekten har været meget bevidst om dagslyset i lokalerne?		
Var du på noget tidspunkt involveret i diskussioner om dagslyset i rummene, fx i forbindelse med valg af vinduer eller samspil mellem kunstlys og dagslys?		
Har du deltaget i drøftelser af farver, møblering og anden indretning?		
Hvem, vil du sige, er hovedansvarlig for den endelige udformning af belysningsanlægget?		
Har du under projekteringen været inde i overvejelser om variationer i belysningsniveauer fx i overgangszoner eller på gange? - Har dette været drøftet med arkitekten?		
Hvem har valgt armaturer, - har arkitekten haft indflydelse?		
Hvem har bestemt armaturplacering, - har arkitekten haft indflydelse?		
På hvilket tidspunkt blev armaturer og deres placering besluttet?		
Hvordan er styringsstrategi og styringsystem valgt? Hvornår?		

Beslutningsproces, projekteringshensyn, barrierer

Hvilke hovedårsager ligger til grund for <u>valg af belysningsarmaturer</u> ?		
Udbudskrav		
Udseende/ design		
Totalentreprenørs valg		
Forslag fra armaturfabrikant		
Forslag fra el-installatør		
Arkitektens valg/ design		
Brugt tidligere/ gode erfaringer		
Økonomiske rammer (begrænsninger)		
Kvalitet af armatur		
Konstruktionsmæssige forhold		
Effektivitet/energiforbrug		
Lav varmeafgivelse		
Rengøringsvenlighed		
Andre, beskriv		
Blev beslutningen om armaturtype ændret undervejs		
Har brugerne været involveret i beslutningsprocessen, fx gennem sikkerhedsrepræsentant		
Hvilke hovedårsager ligger til grund for <u>placering af belysningsarmaturer</u> ?		
Udbudskrav		
Beregnet af installatør/ armaturfabrikant		
Ønske om jævn belysningsstyrke i hele rummet		
Arkitektens valg/ arkitektoniske hensyn		
Armaturer er simpelthen placeret, hvor det kan lade sig gøre		
Havde du kendskab til loftplaner, placering af loftsplader, ventilation, sprinkler etc. Da du lavede belysningsplanen?		
Placeret efter (edb-)beregninger		
Ønske om at opnå en variation i belysningsstyrke/luminansforhold		
Ud fra kendskab til arbejdspladsernes placering		
Ønske om at undgå reflekser i edb-skærme		
Ønske om at opnå en fleksibilitet i forhold til skiftende arbejdspladser		
Samspil mellem dagslys og kunstlys		
Ønske om zoneinddeling		
Hensyn til luminansfordeling ved færdsel i gangarealer		
Andre, beskriv		

Hvilke hovedårsager ligger til grund for <u>valg (eller fravalg) af reguleringssystem?</u>		
Udbudskrav		
BR-krav		
Krav fra totalentreprenør		
Økonomiske begrænsninger		
Energispare-hensyn		
Ønske om zoneinddeling		
Udnyttelse af dagslyset		
<i>Erfaringer for at det ikke virker</i>		
Andre, beskriv		

Projekteringsmetode		
De følgende spørgsmål drejer sig om selve den måde, belysningsprojektet er blevet til på, fx hvilke beregningsmetoder der har været anvendt, og hvilke forhold der er taget hensyn undervejs		
Hvilke beregninger har du <u>selv</u> udført ved fastlæggelse af belysningsplanen?		
Håndberegninger		
Hvilke? hvordan?		
NB-metoden		
Faba-light		
Fabrikant-program		
Prolight		
Andre, hvilke?		
Har andre udført beregninger for Jer ved fastlæggelse af belysningsplanen?		
Hvilke, hvordan?		
Hvad er de vigtigste faktorer, der er taget hensyn til ved beregningerne?		
Belysningsstyrke		
Blænding		
Luminansfordeling		
Luminansspring, ved og omkring arbejdsplads (DS700)		
Placering af armaturer i forhold til arbejdspladsplacering		
Supplement i form af arbejdslamper lamper placeret umiddelbart ved arbejdsplads		
Møblering af lokaler		
Aktuelle lysheder (reflektanser) af vægge, loft og gulv		
Lyskildernes farvegengivelse		
Lyskildernes kvalitetsgruppe fx som Sekundær, Primær, Primær de luxe, el. 3-pulver, 5-pulver etc.		

Er der ved projekteringen taget hensyn til/ foretaget beregninger af:		
Blænding, blændingstal, - hvordan?		
Mulige refleksioner, fx i edb-skærme		
Kontrastforhold, - var der kendskab til farver/reflektanser af overflader og inventar		
Dagslys, beregning af dagslysfaktorer, - hvordan		
Reduktion af dagslys, forklar: Rudetype Solafskærmning Skygger		
Vedligeholdelsesfaktor, - hvilken?		
Arbejdspladsbelysning, - kendes arbejdspladsers placering, er udtag til særlys tilpasset herefter		
Vedligeholdelse(splan), -faktorer		
El-besparelser opnået ved regulering, - hvordan, forudsætninger?		

Økonomi og energieffektivitet		
Har der været overvejelser om at søge offentlige tilskud til det aktuelle anlæg?		
Hvad er den installerede effekt (W/m ²) for almenbelysning i hovedopholdsarealer: - Kontorer, gange og sekundære rum?		
Har armaturernes effektivitet haft betydning for valget (af armaturer)?		
Indgår brug af energieffektive komponenter i alle installationsdele?		
Hvilken type spoler er anvendt (ref. til HF-direktiv mht. typer)?		
Benyttes elektronisk regulering og styring af anlægget, f.eks. i form af bevægelsesmeldere, bevidst udnyttelse af dagslys etc?		
Har der været foretaget (langsigtede) økonomiske beregninger med hensyn til anlægs- og driftsudgifter?		
Har komponenternes forventede levetid spilet i rolle for valget?		
Har vedligeholdelsen indgået i disse overvejelser, - hvordan?		

Aflevering og vedligeholdelse		
Er der udarbejdet en vedligeholdelsesplan for anlægget?		
Hvis ja, hvilke faktorer omfatter planen?		
Rengøring af indvendige overflader		
Rengøring af armaturer		
Udskiftning af lyskilder		
Andet:		
Er det kontrolleret om det installerede anlæg opfylder de stillede krav og gældende lovgivning, f.eks. DS 700		
Er der foretaget generel kontrol i alle rum eller foretages der kun stikprøvekontrol?		
Gennemføres en indregulering af automatikken? Bliver f.eks. belysningsniveau på arbejdsplanet justeret i samspil med dagslysniveau?		
Hvis ovennævnte kontrol finder sted, sker det så i alle relevante lokaler?		
Omfatter kontrollen en funktionalitetstest, dvs. om styring og regulering fungerer som forudsat?		
Er afprøvningerne dokumenteret?		
Foreligger der en fyldestgørende dokumentation og driftsinstruktion for anlægget f.eks. i form af tavlediagrammer, data (kurver) for reguleringsfunktioner og generel rapportering?		

Andre forhold, der kan være af betydning for anlægskvaliteten		
Hvordan vil du generelt karakterisere de udbudskrav, som stilles vedr. belysning: Præcise Upræcise For detaljerede For strenge/stramme For urealistiske For lidt rettet mod kvalitative aspekter		
Er det fra projektets start klart, hvordan overholdelse af kravene skal verificeres og dokumenteres?		
Bliver alle vigtige anlægsfunktioner, herunder opnåelse af belysningsniveauer og funktion af reguleringsudstyr checket i forbindelse med afleveringen?		
Foretager myndighederne kontrol af belysningsanlægget i byggesager?		
Mener du, at en standardiseret checkliste ville være nyttig i forbindelse med de nævnte kontrol-terminer? Hvad ville efter din mening være de vigtigste elementer i en sådan checkliste?		
Mener du at ansvarsfordelingen i byggesager er klar i forbindelse med belysningen?		
Har alle implicerede den nødvendige uddannelse og viden om belysnings- og reguleringsanlæg, herunder nye digitale komponenter og kontrolsystemer?		
Mener du det ville være en god idé med en certificeret uddannelse af belysningsplanlæggere?		
Har du forslag (eller ønsker) til hvad der kunne gøres for at sikre en bedre kvalitet af fremtidige belysningsanlæg, fx vedr.: Udbud Projektering Aflevering Kontrol Dokumentation Vedligeholdelse Andet:		

Resume af den danske del af DEFU-rapport

En stor del af elforbruget i handels- og servicesektoren anvendes til belysning. Flere undersøgelser viser, at elforbruget til belysning kan halveres. På denne baggrund er der under EU's forskningsprogram SAVE gennemført en undersøgelse med følgende formål:

- Hvordan bruger handels- og servicesektoren belysning (lyskilder, wattage og brugsmønstre)?
- Hvor anvendes allerede energieffektiv belysning?
- Hvor og hvordan foretages lysstyring (efter tid, dagslys og sensorer)?
- Hvor stort er potentialet for energibesparelser ved anvendelse af mere energieffektiv belysning?
- Hvilke barrierer er der for anvendelse af mere energieffektiv belysning, og hvordan kan disse barrierer fjernes?

Projektet omfatter en markedsundersøgelse i landene Belgien, Danmark, England, Grækenland, Italien og Spanien. ELFOR og Energistyrelsen har støttet udgivelsen af en individuel rapport, der afspejler danske forhold. En samlet engelsk EU-rapport vil foreligge i første halvdel af 2001. Denne rapport vil inkludere detaljerede resultater for alle seks deltagerlande samt sammenligning af retningslinier for projektering af belysning i de enkelte lande.

Den danske rapport omhandler en markedsundersøgelse inden for de fem mest betydende kategorier inden for handels- og servicesektoren: Skoler, sundhedsvæsen, offentlige kontorer, private kontorer og butikker.

Rapporten giver oplysninger om brug af dagslys, forkobling, lysstyring, vedligeholdelse, anvendte lyskilder og installeret effekt for hver rumtype. Der påpeges endvidere potentialer for reduceret installeret effekt og elbesparelser.

Resumé

Undersøgelsen viser at:

- der fortrinsvis bruges direkte og semi-direkte belysning
- dagslys udnyttes ikke altid bevidst
- der er en lille udbredelse af elektronisk forkobling, lysstyring og vedligeholdelse
- 3-pulver lysstofrør er den dominerende lyskilde
- 5-pulver lysstofrør anvendes meget på hospitaler
- 12V halogen pærer anvendes meget i butikker
- Den installerede effekt kan for servicesektoren reduceres med 30 %
- Den installerede effekt kan i gennemsnit reduceres med 7 W/m².

Halvdelen af det danske elforbrug til lys inden for handel- og servicesektoren kan spares ved at:

- bruge elektroniske forkoblinger
- en del af gløde- og halogenpærene skiftes til lavenergipærer
- elforbruget kan reduceres ved brug af bedre armaturer
- bruge automatiske lysstyringer
- anvende dagslyset bedre, og dermed hæve lyskvaliteten.

Ovennævnte sparepotentialer er i praksis mindre, da der er en manglende accept af:

- tilbagebetalingstider over 3-7 år.
- Belysning er ikke altid med fra starten ved renovering og nybygning
- Der fokuseres på byggebudget uden driftsomkostninger
- Arkitekter er ikke altid opmærksomme på god udnyttelse af dagslyset
- Information om energieffektiv belysning kommer ikke til de rigtige personer
- Anlæg til lysstyring bliver slået fra, da de er for vanskelige at betjene.

Der er behov for aktiviteter, der kan medvirke til at nedbryde ovennævnte barrierer. Energieffektiv belysning bør gå hånd i hånd med forbedring af belysning og arbejdsmiljø.

Lysfordeling

For de kortlagte belysningsanlæg er lysudsendelsen:

- 64 % direkte belysning. (Sundhedsvæsen er lavere med 26 %)
- 36 % semi-direkte belysning. (Sundhedsvæsen er højere med 73 %)
- ingen indirekte belysning. (Sundhedsvæsen har 1 %).

Undgå brug af indirekte belysning, det sparer energi. Indirekte belysning anvendes i noget omfang i offentlige og private kontorer, oftest med lyse rumfarver.

Dagslys og lysstyring

- 42 % af brugerne oplyser at de bevidst gør brug af dagslyset
- 49 % bruger ikke dagslys
- 9 % ved det ikke.

Ved større brug af dagslys opnås større energieffektivitet og forbedring af arbejdsmiljøet.

Forkobling

Anvendelse af lysstofrør kræver installation af en forkobling. I de undersøgte bygninger anvender:

- 83 % konventionel forkobling
- 13 % elektronisk forkobling. (skoler: 14 %, sundhedsvæsen: 9 %, off. kontorer: 19 %, priv. kontorer: 29 % og butikker: 4 %)
- 4 % ved ikke, så man antager, at de bruger konventionel forkobling.

Det er overraskende, at der ikke er en større brug af elektronisk forkobling, da det længe har været kendt, at man hermed kan spare op til 17 % af elforbruget og samtidig få en forbedring af lyskvaliteten.

Private kontorer anvender i højere grad HF-forkoblinger, hvilket kan skyldes offentlige tilskud (Energistyrelsen) til nye eller eksisterende anlæg.

Lysstyring

Der anvendes stort set ikke lysstyring i de offentlige kontorer (skoler, sundhedsvæsen og offentlige kontorer).

Der anvendes i nogen grad lysstyring i private kontorer og især i butikker (urstyring).

Der ligger et stort sparepotentiale i lysstyring.

Vedligeholdelse

De undersøgte belysningsanlæg vedligeholdes kun i begrænset omfang. De er ofte dårligt vedligeholdt. Der stilles forslag om brug af vedligeholdelsesplaner, også for at undgå overdimensionering af anlæggene.

Installeret effekt

Den installerede effekt er opgjort fordelt på lyskilder, wattager og rumtyper. På dette grundlag er beregnet og skønnet, hvor meget den installerede effekt kan reduceres ved brug af mere energieffektiv belysning. Forudsætninger:

- 60 % af glødepærene udskiftes til lavenergipærer
- der anvendes elektronisk forkobling overalt
- udskiftning til mere energieffektive armaturer. For nogle rumtyper vil det være muligt at reducere den installerede effekt med op til 30 %.

Det betyder, at:

- den installerede effekt kan komme ned under 9-12 W/m² afhængig af rumtype
- i gennemsnit vil den installerede effekt herefter være på 7-8 W/m².

Offentlige kontorer

Kortlægning af lyskilder

Den installerede effekt til belysning varierer fra 3-18W/m². Der anvendes primært 3-pulver lysstofrør og i nogen grad kompaktlysstofrør.

Anvendelse af lyskilder: Offentlige kontorer.

Lyskilde	Udbredelse i %
Glødepærer	4
3-pulver lysstofrør	74
Lavenergipærer	5
Kompaktlysør	14
12V halogenpærer	2
Højtryksnatrium Ra<80	1

Installeret effekt

For de forskellige rumtyper er der i tabellen vist den registrerede installerede effekt pr. m² opdelt på rumtype. Åben-plan kontorer adskiller sig ved brug af mange kompaktlysør og en del halogen 12V pærer.

Installeret effekt W/m² og elforbrug kWh/m² pr. år. Offentlige kontorer.

Rumtype	Installeret effekt W/m ²	Elforbrug kWh/m ² pr. år	Elforbrug pr. rumtype i % (afrundet)
Cafeteria	7,9	12,2	3
Gange	5,7	13,0	14
Kontorer	10,8	22,7	49
Åben-plan kontorer	11,8	26,0	9
Andre	9,2	20,1	17
Reception	11,5	22,5	1
Lagerrum	5,4	8,4	6
Toiletter	14,9	27,8	2

Et beregnet potentiale for besparelser ved reduktion af den registrerede installerede effekt ved udskiftning af glødepærer, installation af HF-forkobling overalt og udskiftning af armaturer til mere effektive typer viser, at den installerede effekt for alle rumtyper kan komme under $10,5 \text{ W/m}^2$. I gennemsnit giver det en reduktion på ca. 29 %.

Elforbrug fordelt på rumtyper

Af ovenstående tabel ses, at kontorer bruger 49 % af elforbruget, mens store åbne kontorer bruger 9 % af elforbruget, hvilket stort set afspejler forholdet mellem arealet for de to typer af kontorer i de undersøgte bygninger, da der ikke er den store forskel på elforbruget pr. m^2 .

Gange udgør 14 % af elforbruget, hvor de i areal udgør over 20 %, men elforbruget pr. m^2 er lavere end for kontorer.

Ved simpel udskiftning af lyskilder og installation af bevægelsesmeldere vurderes elforbruget teoretisk at kunne reduceres med omkring 25-45 %. Tages der hensyn til økonomi og brugeraccept skønnes besparelspotentialet at kunne blive på 20-30 %.

Foretages en ombygning/renovering, eller installeres et nyt anlæg, vurderes det teoretiske sparepotentiale at være 45-65 %. Tages der hensyn til økonomi og brugeraccept, skønnes besparelspotentialet at kunne blive på 30-50 %.

Private kontorer

Kortlægning af lyskilder

Den installerede effekt til belysning varierer mellem 7 og 24 W/m^2 med et gennemsnit på 12 W/m^2 . Der er ikke nogen af de undersøgte kontorer, der adskiller sig fra de øvrige med hensyn til installeret effekt.

Lysudbyttet fra den installerede effekt (lumen/W) afhænger af, hvilke lyskilder, der anvendes. Generelt anvendes der 3-pulver lysstofrør og i mindre grad kompaktlysrør, glødepærer og 12V halogenpærer.

Anvendelse af lyskilder: Private kontorer.

Lyskilde	Udbredelse i %
Glødepærer	10
3-pulver lysstofrør	65
Lavenergipærer	5
Kompaktlysrør	13
12V halogenpærer	5
Metalhalogen	1
Andet	1

Installeret effekt

For de forskellige rumtyper er der i tabellen vist den registrerede installerede effekt pr. m^2 opdelt på rumtype. Installeret effekt pr. m^2 for cafeterier ligger meget højere end for offentlige kontorer.

Et beregnet potentiale for besparelser ved reduktion af den registrerede installerede effekt ved udskiftning af 60 % af glødepæerne, installation af HF-forkobling overalt og udskiftning af armaturer til mere effektive typer viser, at den installerede effekt for alle rumtyper undtagen cafeterier kan komme under 11 W/m^2 . I gennemsnit giver det en reduktion på ca. 28 % for alle rumtyper.

Den installerede effekt er ca. 20 % højere end i offentlige kontorer som følge af større brug af 12V halogen og glødepærer.

Installeret effekt W/m² og elforbrug kWh/m² pr. år. Offentlige kontorer.

Rumtype	Installeret effekt W/m ²	Elforbrug kWh/m ² pr. år	Elforbrug pr. rumtype i % (afrundet)
Cafeteria	23,9	43,1	4
Gange	10,8	22,5	11
Kontorer	10,7	18,4	37
Åben-plan kontorer	10,2	22,6	26
Andre	12,6	8,4	9
Reception	13,1	24,6	6
Lagerrum	7,7	12,0	5
Toiletter	14,4	17,3	2

Elforbrug fordelt på rumtyper

Ovenstående tabel viser, at almindelige kontorer bruger 37 % af elforbruget, mens åben-plan kontorer bruger 26 % af elforbruget, hvilket stort set afspejler forholdet mellem arealfordelingen af de undersøgte kontorer. Det fremgår også, at der er flere åben-plan kontorer i private end i offentlige kontorer.

Ved sammenligning af ovenstående tabeller ses, at elforbruget pr. m² er betydeligt større i offentlige kontorer end i private på trods af, at der ikke er den store forskel i de anvendte lyskilder. Er der rengøring til forskel? Gange udgør 11 % af elforbruget.

Ved simpel udskiftning af lyskilder og installation af bevægelsesmeldere vurderes elforbruget teoretisk for kontorer at kunne reduceres med omkring 30 %. Når der tages hensyn til økonomi og brugeraccept, skønnes energisparepotentialet i praksis at være ca. 20 %. Potentialet for rumtypen gange er højere med et teoretisk energisparepotentiale på 50 %. I praksis anslås det til at blive ca. 40 %.

Foretages en ombygning/renovering, eller installeres et nyt anlæg, vurderes det teoretiske sparepotentiale at være 50-65 %. Tages der hensyn til økonomi og brugeraccept, skønnes besparelspotentialet at kunne blive på 30-55 %.

Konklusion vedrørende anlægstyper

- Der benyttes hovedsageligt direkte og semi-direkte belysning
- Dagslys udnyttes ofte ikke bevidst
- Brugen af elektroniske forkoblinger er lille
- Brug af lysstyring er ringe
- Vedligeholdelse af anlæg er ringe.

Konklusion vedrørende Lyskilder

- 3-pulver lysstofrør er dominerende
- 5-pulver lysstofrør anvendes meget på hospitaler
- 12V halogenpærer er den mest anvendte lyskilde i butikker.

Konklusion vedrørende forbrug

- Den installerede effekt kan i gennemsnit for sektoren reduceres med 30 %
- Den installerede effekt kan i gennemsnit reduceres til 7 W/m².

Rapporten vurderer belysningskvalitet og energieffektivitet i belysningsanlæg i ni udvalgte kontorbygninger med storrumskontorer. Der er desuden fokuseret på en vurdering af anlæggenes tekniske og arkitektoniske kvalitet i samspil med kontorerens indretning. Rapporten henviser sig til rådgivende ingeniører og arkitekter samt fabrikanter og leverandører af belysningskomponenter.

1. udgave, 2005
ISBN 87-563-1226-1