

## Elbesparelser ved dagslysudnyttelse i kontorbyggeri

Af Poul E. Kristensen / Esbensen, Rådgivende Ingeniører F.R.I.

### Danmarks energiforbrug siden starten af 70-erne

Siden energikrisen i 1973 har Danmarks energipolitik været dikteret af hensynet til betalingsbalancen og hensynet til forsyningssikkerheden. Denne politik har haft stor succes, idet afhængigheden af olie er reduceret fra 90% af Danmarks samlede energiforbrug i 1972 til nu knap 50%.

På energiforbrugssiden er der i samme periode sket en reduktion af den relative andel, der går til rumopvarmning, således at rumopvarmning nu kun beslaglægger 20% af vort energiforbrug, imod 40% i 1972.

Elforbruget har derimod en stigende tendens, idet forbruget siden 1972 er steget med 75%. Et hovedmål i de kommende års energipolitik forventes derfor at blive at få reduceret elforbruget (1).

Netto-elforbruget var i 1988 101 PJ (2), og fordelingen på anvendelsesområder var rumopvarmning 9%, industri/landbrug 35%, transport 1% og elapparater m.v. 55%. Sidstnævnte udgør altså over halvdelen af elforbruget, og heraf forbruges ca. 27% inden for området handel, service og den offentlige sektor. Det største enkeltforbrug inden for dette område er el til belysning, som lægger beslag på 1/3 af forbruget, eller svarende til at 9% af Danmarks elforbrug medgår til belysning inden for handels- og kontorområdet.

### Belysning i kontor- og erhvervsbyggeri

Det viser sig, at elbehovet til belysning i kontor og erhvervsbygninger kan reduceres meget væsentligt.

Besparelserne kan opnås ved at installere moderne højeffektive lyskilder, installere automatisk tænd/sluk, samt ved i størst muligt omfang at udnytte naturligt dagslys til erstatning for elbelysning.

Nærværende projekt for et kontorbyggeri illustrerer det store besparelspotentiale, der er på området el til belysning. Projektet vandt 1. prisen i EF-konkurrencen om fremtidens kontorhus (4), bl.a. fordi elforbruget til belysning er reduceret med ca. 80% i forhold til traditionelt kontorbyggeri.

Projektet er udarbejdet af arkitektfirmaet KHR A/S, entreprenørfirmaet ISLEF samt ingeniørfirmaet ESBENSEN med konsulentbistand fra Cenergia ApS.

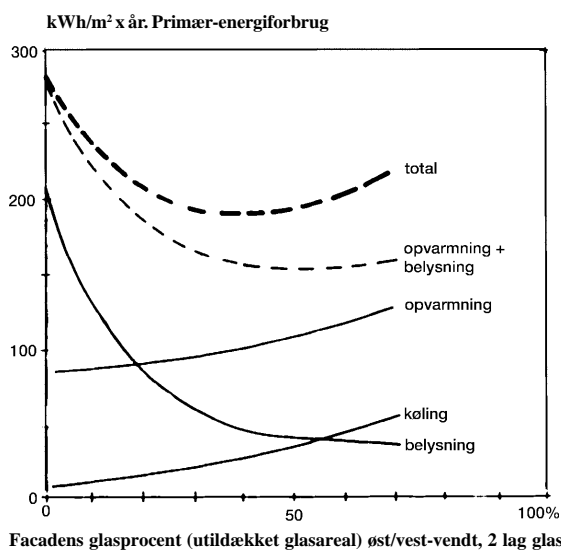
### Energisætning i kontorbyggeri

Kontorbyggeri er karakteriseret ved et dagligt

BRUGSmønster med stort lys- og varmebehov i arbejdstiden 8.00-17.00, og normalt et mere reduceret lys- og varmebehov i resten af døgnet. Mulighederne for udnyttelse af dagslys er således gode.

I figur 1 illustreres energiforbruget for en kontorbygning i afhængighed af vinduesarealet under iøvrigt fastholdte standardforudsætninger. Disse indebærer bl.a. en rumdybde på 6 m, rumhøjde på 3 m, samt et krævet belysningsniveau på 300 LUX i arbejdstiden 09.00 til 19.00, se iøvrigt (4).

Energiforbruget er her udregnet som energiforbruget ved kilden, eksempelvis kulforbruget ved produktion af el. Herved er det muligt at foretage en direkte sammenligning af forbrug af eksempelvis gas til opvarmning og kul til elfremstilling. Varmeanlæggets nyttevirkning er sat til 70%, køleanlæggets COP er sat til 2.25. Til forbrug af 1 kWh el forudsættes at medgå 3,70 kWh kul på kraftværket, svarende til en totalnytttevirkning af elproduktionen, incl. tab i distributionen, på 27%.



Figur 1. Energiforbrug for kontorbygning i afhængighed af glasareal.

Facaden vil i traditionelt kontorbyggeri have en glasprocent på 15-25%, og det ses, at el til belysning i dette tilfælde udgør op imod halvdelen af bygnings totale energiforbrug.

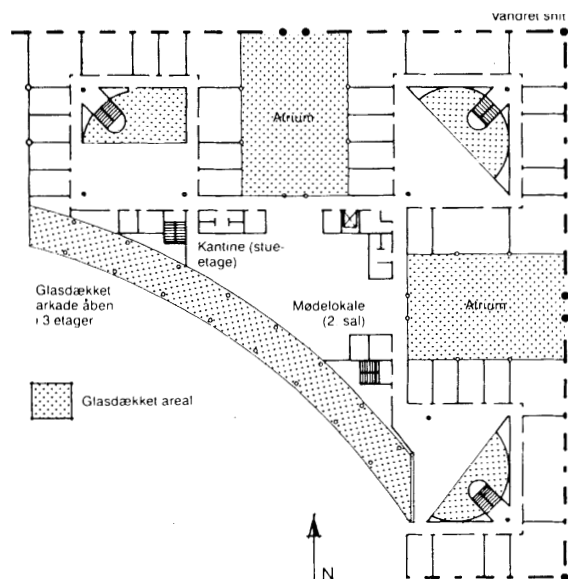
Figuren illustrerer, at en større glasprocent kan resultere i et energiforbrug, der totalt set er lavere. Afhængig af orienteringen, vil det være nødvendigt

at montere solafskærmning for at undgå overop-  
hedning i sommerperioden.

### EF vinderprojektet

I figur 2 vises en plan af det aktuelle kontorbyggeri på 4500 m<sup>2</sup> fordelt på 3 etager.

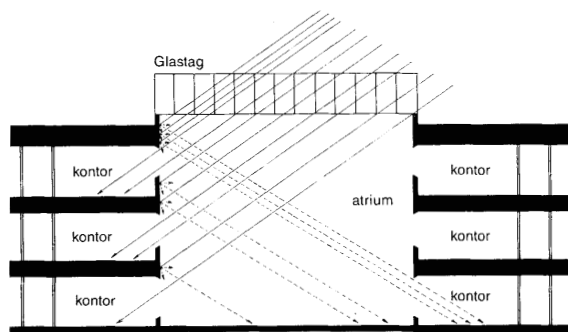
I facaderne er der et glasareal på 30%. Der er desuden store glasoverdækkende uderum, trappe-  
rum og glasdækkede gangarealer, som tillader dags-  
lys at trænge dybt ind i bygningen.



Figur 2.  
Etageplan af 4500 m<sup>2</sup> kontorhus.

Vinduesarealet for de kontorer der vender ud  
imod de glasoverdækkede atrier er graderet, så-  
ledes at det udgør 40% af facaden på øverste etage,  
og 60% i stueetagen.

Herved opnås en mere jævn lysfordeling i kon-  
torerne, da der er et større lysreflekterende bryst-  
ningsareal øverst i atriet, som illustreret i figur 3.



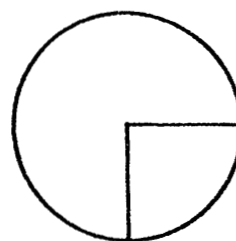
Figur 3.  
Dagslysadgang via glasdækket atrium.

### Styring af kunstlyset

En forudsætning for at opnå reel besparelse på  
elbehovet til en belysning ved udnyttelse af naturligt  
dagslys er, at kunstlyset styres i afhængighed af til-  
rådighed værende dagslys. Manuelt tænd/sluk er ikke  
tilstrækkeligt, da man oftest, trods god sparevilje,  
glemmer at slukke kunstlyset, når der tilstrække-  
ligt med dagslys.

I figur 4 er illustreret, hvorledes behovet for  
belysning dækkes i den aktuelle bygning. Der er  
regnet med et krævet lysniveau på 200 LUX al-  
menbelysning og 500 LUX på skrivebordet i ar-  
bejdstiden 09.00-19.00.

**Elbehov til belysning: 22 kWh/m<sup>2</sup>-år**  
(aktuel bygning »uden vinduer«)



**Dagslys dækker 76%**  
(17 kWh/m<sup>2</sup>-år)

**El-belysning  
dækker 24%**  
(5 kWh/m<sup>2</sup>-år)

Figur 4.  
Dækningsgrad for dagslys.

Dagslys dækker ca. 75% af det totale lysbehov,  
under forudsætning af, at der er kontinuerlig dæmp-  
ning af lyset. En on/off styring vil være billigere,  
men den vil normalt ikke være at foretrække. Dels  
reduceres elbesparelsen, og dels virker hyppige tænd/  
sluk irriterende for brugerne. Såfremt der var ma-  
nuel tænd/sluk ville dagslyset skønsomt kun  
dække ca. 25% af behovet, og elbehovet til belys-  
ning ville således blive tredoblet i forhold til situa-  
tionen med kontinuerlig styring.

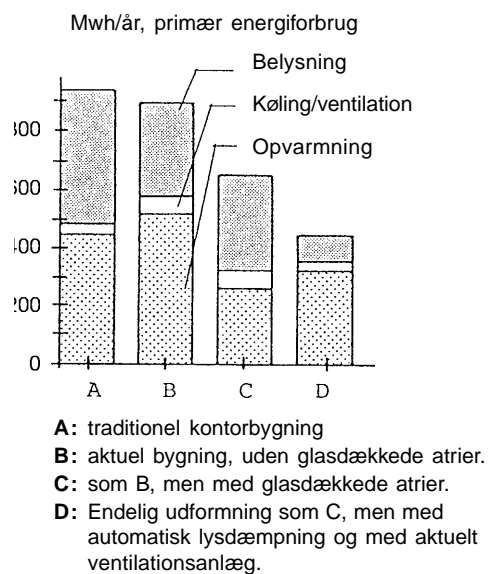
### Minimering af energiforbruget

I figur 5 er illustreret det årlige primær-energi-for-  
brug til opvarmning, køling/ventilation og belys-  
ning.

De fire tilfælde illustrerer fire stadier i optime-  
ringsprocessen, hvor der tilstræbes det mindste to-  
tale energiforbrug. Energiforbruget er beregnet ved  
hjælp af LT-beregningsmetoden, som blev foreskre-  
vet i forbindelse med EF-konkurrencen (4).

Tilfælde A er en traditionel kontorbygning med  
ca. 20% glas i facaden. Der er dog regnet med, at  
der også her er installeret el-effektiv belysning (ne-  
onrør).

Tilfælde B illustrerer den aktuelle bygning med  
større vindues- og facadeareal, men uden glasover-  
dækning af de to atrier. Der spares el til belysning,  
men varmebehovet stiger.



Figur 5. Energiforbrug for 4500 m<sup>2</sup> kontorbygning.

I tilfælde C overdækkes atrierne med glas, og udnyttelse af passiv solvarme via atrierne reducerer varmebehovet markant.

Elbehovet til belysning stiger en smule, da sproserne i glasoverdækningen reducerer lysindfaldet via atrierne en smule.

Reduktionen i elbehov til belysning fra tilfælde C til det endelige design D skyldes, at der nu installeres et lysdæmperanlæg, der automatisk dæmper kunstlyset, afhængig af til rådighed værende dagslysniveau.

Det bemærkes, at varmebehovet stiger fra tilfælde C til D. Dette skyldes at der i tilfælde D ikke

er så meget "gratisvarme" fra belysningen, og i perioder med varmebehov må dette tilskud erstattes med købt varme.

### Konklusion

Det kan konkluderes, at det totale årlige energiforbrug i den aktuelle kontorbygning er halveret, og at det væsentligste bidrag hertil er opnået via effektiv udnyttelse af dagslys.

I tilgift til den lavere energiregning skabes der et spændende og stimulerende indemiljø, hvor man på den enkelte arbejdsplads har direkte kontakt med lysets skiften udenfor.

I en bredere sammenhæng illustrerer projektet mulighederne for at opnå væsentlige elbesparelser via dagslysudnyttelse, og dermed mulighederne for at reducere miljøbelastningen på vore omgivelser grundet elproduktion.

### Referencer

- (1) Statusnotat – Energiplanlægning  
Energiministeriet 1988
- (2) Energi og Danmark  
Balance 1988, Energiministeriet 1988
- (3) Tekniske elbesparelser  
Mogens Johansson og Thomas Petersen, AKF's forlag 1988. (Amtskommunernes og Kommunernes Forskningsinstitut).
- (4) "Working in the City"  
Konkurrencemateriale for EF-konkurrencen v/ Shane O'Toole, School of Architecture, University College, Dublin. 1988.