

PSO 2004

Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

Det fleksible, energieffektive kontorhus



Muligheder for energioptimering i to typiske udformninger af kontorbyggeri – stang-hus og punkt-hus – er analyseret gennem mere end 150 simuleringer i BSim programmet



Resumé:

Mulighederne for at energioptimere moderne kontorbyggeri er blevet kortlagt ved at simulere forskellige parameter-ændringer i to hovedtyper af kontorhuse – stang-huset og punkt-huset: Bygningens orientering, hovedindretning af bygningen, bygningskonstruktionens evne til varmeakkumulering, vinduesareal, solafskærmning, opvarmningssystem, ventilation, køling samt belysning og kontorudstyr.

Der er udført mere end 150 simuleringer i programmet BSim og er efterfølgende søgt implementeret i en nyopført kommunal administrationsbygning i Århus, hvor effekten på indeklimaet er verificeret gennem en brugerundersøgelse. Projektets generelle erfaringer er samlet i en lettilgængelig pjece, beregnet for bygherrer og andre beslutningstagere.

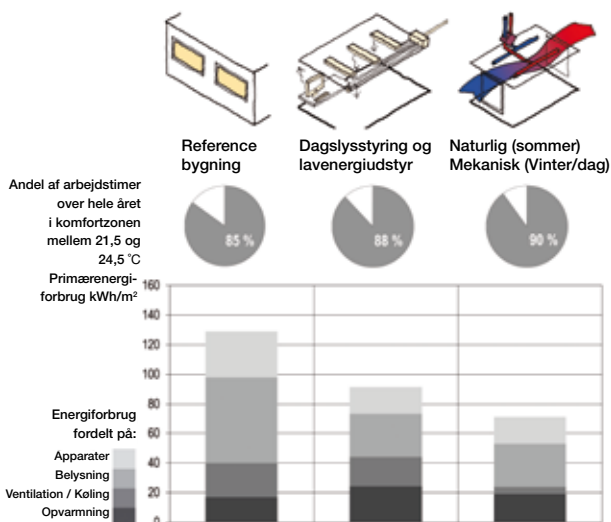
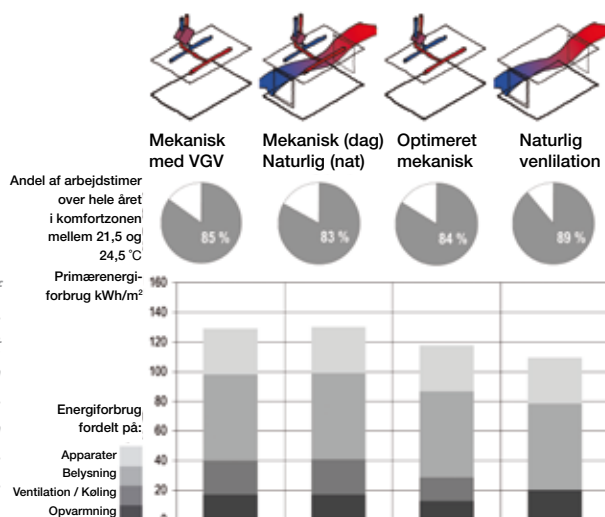
Målsætning:

Projektet har haft til formål at udvikle, afprøve og formidle et åbent helhedskoncept for fleksible og energieffektive kontorhuse, der har et lavt elforbrug og højt komfortniveau i kraft af et godt indeklima.

Konceptet kan bruges både til kontorbygninger for et enkelt firma og kontorhuse med flere firmaer. Konceptet skulle også sikre udjævning af bygnings samlede elforbrug over døgnet, således at elforbrug til køling og belysning kunne reduceres i dagtimerne, mens der kunne bruges ekstra el til at trække overskudsvarme ud af bygningen i sommerhalvårets nattemper, hvor samfundets elforbrug er lavest.

“Det er muligt at projektere et kontorbyggeri, der kun har det halve primærenergiforbrug og et godt indeklima, uden væsentlige meromkostninger”

Simuleringer af forskellige ventilationsanlæg viste, at naturlig ventilation giver flest arbejdstimer inden for den foretrukne komfortzone med det laveste energiforbrug.



Når referencebygningen udstyres med dagslysstyring og energieffektivt kontorudstyr reduceres energiforbruget med knap 25 %, og energiforbruget nedsættes yderligere til godt halvdelen, når der også indføres naturlig ventilation om sommeren og mekanisk ventilation i dagtimerne om vinteren.

Processen:

Projektet blev gennemført i fem faser. I den første indsamlede Rambøll data om energiforbrug fra andet nyere kontorbyggeri, mens Statens Byggeforskningsinstitut under Aalborg Universitet (SBI) opbyggede modeller i BSim programmet til brug for simuleringer af de forskellige parametre, der indgår i design af kontorbyggeri.

I fase 2 agerede Rambøll og SBI sparringspartner for Århus kommune, der endte med at blive bygherre for projektets demonstrationsbyggeri.

Kontorbygningen på 13.700 m² blev projekteret som et 3-5 etagers stanghus med to fløje og et centralt atrium. Hver fløj er forsynet med en gårdhave. Kontorhuset blev udstyret med ca. 50

el-bimålere og 23 varmemålere for at gøre energistyringen via det centrale CTS-anlæg mere effektiv.

I den tredje fase blev der udført detaljerede målinger af bygningens energiforbrug, og SBI har undersøgt brugernes oplevelse af indeklimaet gennem en spørgeskemaundersøgelse.

På grundlag af de mere end 150 simuleringer i BSim er det i fase 4 illustreret, hvordan kontorbyggerier kan energioptimeres gennem forskellige kombinationer af parametre. De generelle resultater af disse analyser er i den afsluttende fase formidlet i en let tilgængelig pjece.

Resultater:

Simuleringerne viser, at der kan opnås et markant bedre indeklima i et stang-hus med cellekontorer ved at ændre bygningens orientering fra nord-syd til øst-vest. Bygningens primærforbrug bliver kun marginalt forøget. For andre bygningstyper er effekten af at ændre bygningens orientering mindre.

Tunge konstruktioner med stor kapacitet for varmeakkumulering gør det muligt om sommeren at lade konstruktionen optage overskudsvarme om dagen og opbygge kølekapacitet om natten. Det giver det relativt bedste indeklima med det laveste energiforbrug.

Ved at reducere vinduesarealet til 15 % af facaden opnås det bedste indeklima med det laveste energiforbrug. Generelt gælder, at jo større vinduesarealerne bliver, jo mere forringes indeklimaet og øges energiforbruget. Udvendige, automatisk virkende persienner er den mest energieffektive solafskærmning, mens der opnås et relativt bedre indeklima med sol-

afskærmende glas. Her stiger primærenergiforbruget til gengæld, fordi tilskud af gratisvarme fra solindfald reduceres i vinterhalvåret. Over hele året øges behovet for kunstlys.

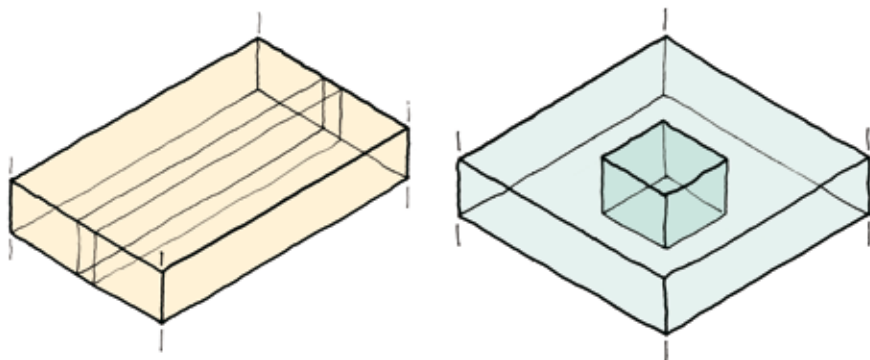
Simuleringerne har omfattet 4 forskellige typer ventilation, hvoraf et system med naturlig ventilation, hvor luftskiftet er CO₂-styret om vinteren og styret efter rumtemperatur om sommeren med natkøling kommer bedst ud. Det giver de fleste arbejdstimer med de rigtige rumtemperaturer og det laveste energiforbrug, i forhold til referencesituationen. I en superoptimeret model, sidst i pjecen, anvendes et hybrid anlæg, hvor ventilation i opvarmningssæsonen i arbejdstiden sker med et energieffektivt VAV anlæg. Med natkøling (med udeluft eller køleslanger i dæk) reduceres elforbrug i dagtimerne (max.belastning på elnettet).

For at kunne overholde DS 474's anbefalinger til indeklima om højst 100 timer om året med en rumtemperatur over 26 °C er der behov for mekanisk køling. Supplerende

simuleringer har vist, at et mekanisk køleanlæg med variabel luftstrøm giver det bedste indeklima med en kun marginal stigning i energiforbruget sammenlignet med et anlæg uden mekanisk køling.

Simuleringer, der inddrager effekten fra belysning og PC-udstyr, viser, at indførelse af dagslysstyring og lavenergibelysning giver et bedre indeklima med et markant lavere energiforbrug.

Bygninger skal kunne fungere fleksibelt i mange år – også med ændret anvendelse fx færre/flere medarbejdere, færre/flere brugere, andre funktioner. Til at sikre dette kan anvendes: Åbne gulvarealer med få faste kerner, zoneopdelt varmeanlæg med radiatorer i hvert facademodul, let overdimensionering af ventilationsanlæg med rigelige kanaldimensioner i de yderste ender, bimålere (varme, vand og el) på delområder og generelt på større forbrug. Lave tomgangstab betyder, at driftsudgifterne reduceres tydeligt ved færre antal personer i bygningen.



De to hoved bygningstyper punkt-huset og stang-huset er simuleret med forskellige orienteringer og med forskellig slags udstyr.

Anvendelse af hybrid ventilation, dagslysstyring samt energieffektiv belysning og PC-udstyr har den mest positive effekt på det samlede primærenergiforbrug

Konklusion:

På grundlag af de mange simuleringer har projektgruppen udviklet et koncept for et superoptimeret lavenergikontor. Der er installeret dagslysstyring, og både belysning og PC-udstyr har et lavt elforbrug. Ventilationssystemet er udformet med naturlig ventilation hele døgnet om sommeren og om natten i vinterhalvåret. Om vinteren benyttes mekanisk ventilation med varmegenvinding i dagtimerne.

Et kontorhus, der projekteres efter disse retningslinier, vil give brugerne et godt indeklima med ca. 90 % af årets arbejdstimer inden for den anbefalede komfortzone mellem 21,5 og 24,5 °C. Det samlede primærenergiforbrug er iht. BSim beregnet til ca. 70 kWh/m² om året mod ca. 130 kWh i en ikke-optimeret referencebygning.

Projektgruppen har på den baggrund konkluderet, at det er muligt – uden væsentlige meromkostninger – at halvere energiforbruget og sikre et rigtigt godt indeklima, hvis der fra starten projekteres med den optimale kombination af de forskellige parametre, der er simuleret på. I opgørelsen af det samlede primærenergiforbrug indgår elforbruget med en faktor 2,5 i forhold til varmforsyningen.



Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frb. C
Tlf: 35 300 400

Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

Hvad kan projektet bruges til?

Elforbruget er steget med omkring 30 % i handels- og servicesektoren gennem de seneste 10-15 år. Denne negative udvikling skyldes ikke mindst, at servicesektoren anvender stadig mere elektronisk udstyr og udbygger brugen af mekanisk ventilation og køling. Det hænger sammen med behovet for at opretholde et acceptabelt termisk indeklima, selv om moderne kontorbygninger i stigende omfang er blevet projekteret med meget store glasarealer uden effektiv solafskærmning.

Gennem sine konkrete anvisninger giver projektet bygherrer og projekte-

rende rådgivere et effektivt redskab til at inddrage energimæssige hensyn stærkere fra projektets startfase. De konkrete anvisninger kan benyttes ved alle størrelser kontorbygninger, og anvisningerne gør det lettere at indrette energioptimerede kontorbygninger med et godt indeklima til fleksibel anvendelse.

Målingerne i den kommunale administrationsbygning i Århus viste bl.a., at der er et ret højt tomgangsforbrug – større end man umiddelbart ville forvente (men almindeligt for kontorbygninger). Der er således behov for

at være endnu mere opmærksom på de elforbrugende komponenter, der indbygges, og styringen af dem. Endvidere viser det, at et lavt energiforbrug også afhænger af brugerens installationer. Et godt overblik med bimålere de rigtige steder kan hjælpe med til at holde styr på energiforbruget.

Brugerundersøgelsen viser bl.a., at 70 % af medarbejderne er utilfredse med støjniveauet, ligesom der også er klager over andre indeklimaforhold. Der er en klar tendens til, at det er medarbejdere i storrumskontorerne, der er mest utilfredse.

Effekt:

Projektgruppen har lagt stor vægt på at formidle de generelt anvendelige resultater fra de omfattende simuleringer i BSim til en bred målgruppe af både bygherrer og projekterende teknikere. Af hensyn til bygherrerne er der i projektet udgivet en let tilgængelig pjece, der på en overskuelig måde viser, hvad der kan opnås af energibesparelser ved at prioritere de forskellige parametre, der indgår i simuleringerne.

De projekterende teknikere kan benytte den mere detaljerede dokumentation i selve slutrapporten til at identificere energioptimale løsninger i hvert enkelt projekt. Det er projektgruppens forventning, at simuleringerne kan være med til at skærpe fokus

hos byggeriets beslutningstagere på nybyggeriets samlede energiforbrug.

Selv om der fortsat vil forekomme betydelige udsving i energipriserne, ventes CO₂-kvotereguleringen og generelt stigende brændselspriser at give energiforbruget en stadig større vægt i de samlede driftsudgifter. Det vil skærpe efterspørgslen efter produkter til energieffektivt byggeri, og her er danske producenter stærkt repræsenteret, bl.a. Rockwool og Isover, Velux og Protec samt Danfoss og Grundfos m.fl. Erfaringerne fra projektgruppens simuleringer kan være med til at målrette efterspørgslen – også i udlandet – efter de energieffektive danske byggematerialer.



Det centrale atrium bidrager til et rart brugermiljø, men indretningen med storrumskontorer har medført utilfredshed blandt medarbejderne med støjniveauet. (Foto: Kim B. Wittchen/SBi-AAU)

www.elforsk.dk

Projektleder:

Niels Radisch
Rambøll
Bag Haverne
4600 Køge

E-mail: nhr@ramboll.dk
Telefon: 56 64 57 54
Web: www.ramboll.dk

Projekt:

Titel:
Det fleksible, energieffektive kontorhus
Nr.: 335-011
PSO Program 2003
Budget: 2.502.000 kr., hvoraf
1.670.000 kr. i tilskud fra Dansk
Energi
Tidsplan: 01.01.2003 – 31.03.2009

Programkoordinator:

Forskningskoordinator
Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frederiksberg C.

E-mail: jbj@danskenergi.dk
Telefon: 35 300 934
Web: www.elforsk.dk