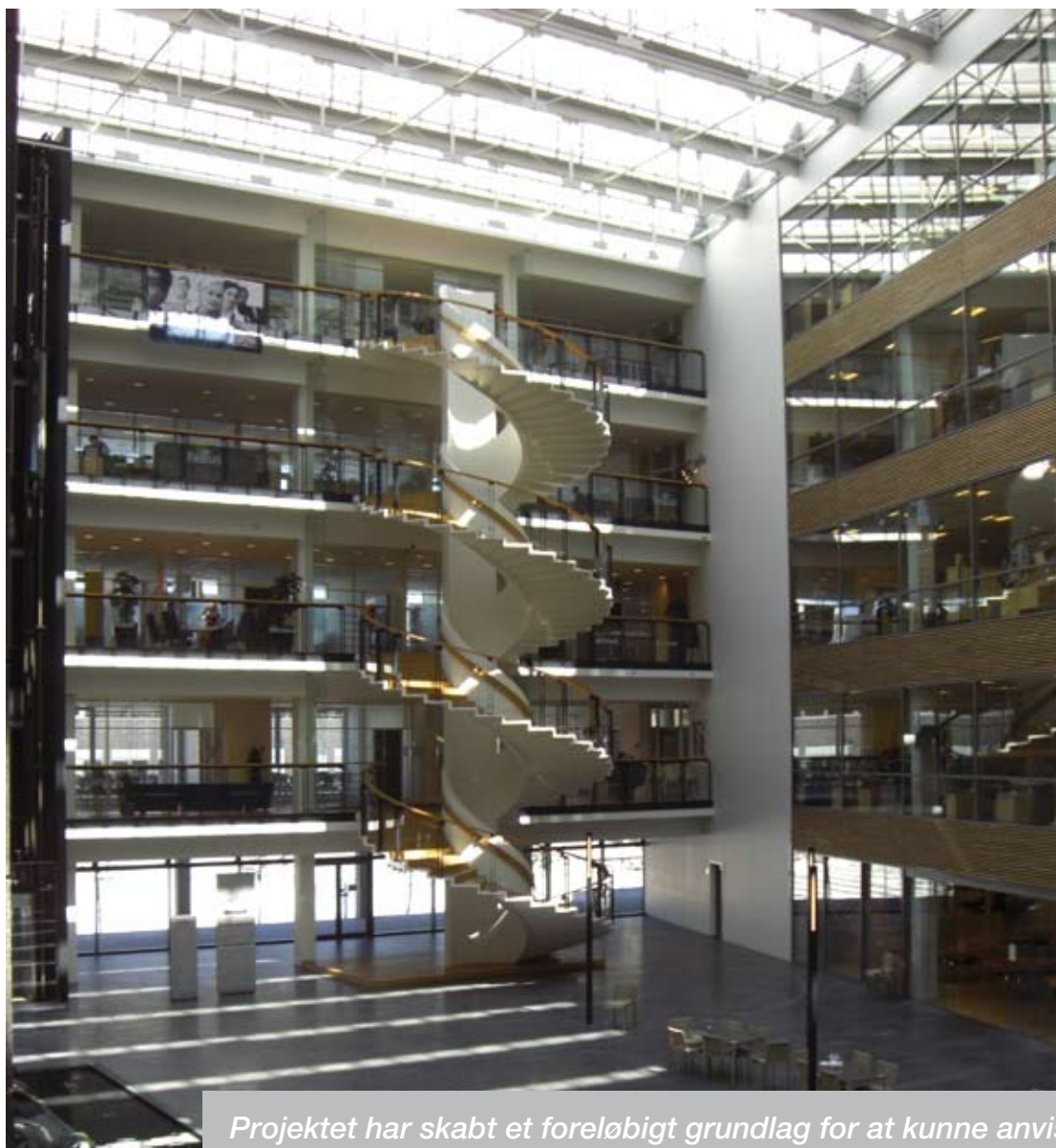


PSO 2008

Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

Energirigtig bygningsautomation



Projektet har skabt et foreløbigt grundlag for at kunne an vise en god praksis for automatisering af bygninger og den nødvendige bestykn ing med energimålere



Resumé

Med afsæt i den såkaldte "CoolBiz"-strategi om mere fleksible indeklimakrav har projektet gennem målinger og simuleringer analyseret, hvor store energibesparelser, der kan opnås ved at tillade indetemperaturen i en bygning at glide med plus/minus 2,5°C (indeklimaklasse C) over den daglige brugstid i stedet for plus/minus 1°C (indeklimaklasse A).

Analyserne er foretaget i to nye repræsentative bygninger, Dan-Ejendommens hovedkontor i Hellerup og Københavns Energis hovedkontor i Ørestaden.

Samtidig har projektet undersøgt effekten af at forenkle løsninger for bygningsautomation, bl.a. ved at vurdere hvor stort et zoneareal der kan dækkes med typiske sensorer for at opretholde et tilfredsstillende indeklima.

Projektets resultater vidner om, at energirigtig bygningsautomation og temperaturlid (accepteret svingning i indetemperaturen) i gennemsnit kan reducere bygningers primære energiforbrug med 15 kWh/m² om året. Resultaterne søges efterfølgende udnyttet i et eller flere demonstrationsprojekter.

Processen

COWI har som projektleder udvalgt og beskrevet de to repræsentative bygninger og har analyseret forholdet mellem målte og simulerede værdier for hhv. energiforbrug og indeklima. Desuden har COWI gransket bygningernes automationsløsninger og udviklet en forbedret styringsstrategi. De to valgte bygninger er Dan-Ejendommens hovedkontor i Hellerup og Københavns Energis hovedkontor i Ørestaden.

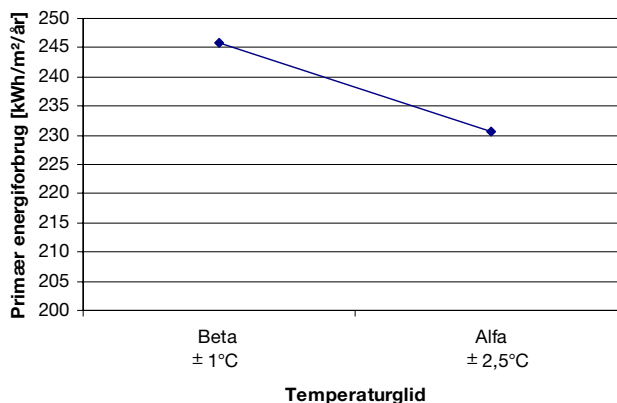
Internationalt Center for Indeklima og Energi på DTU har stået for simuleringer af energiforbrug og indeklima hos Dan-Ejendomme, mens Aalborg Universitet har udført tilsvarende opgaver hos Københavns Energi. TAC har bidraget med sin viden om automationsløsninger.

Under projektet er der indsamlet oplysninger om omfang og fordeling af el-

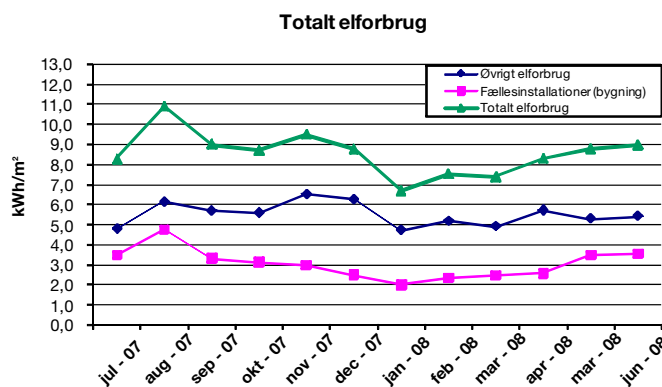
Målsætning

Projektet har haft til formål at undersøge og udvikle bedre metoder for energirigtig bygningsautomation og udbrede brugen heraf. Med udgangspunkt i to forskellige bygninger skulle projektgruppen undersøge sammenhænge mellem fleksible indeklimakrav, reguleringsfilosofi, energiforbrug og omkostninger.

På grundlag af de registrerede forhold og gennemførte analyser skulle gode løsninger for bygningsautomation beskrives for hurtigt at få de bedste løsninger bragt i praktisk anvendelse. Desuden skulle resultaterne kunne udnyttes i undervisningsmateriale på Aalborg Universitet og Danmarks Tekniske Universitet.



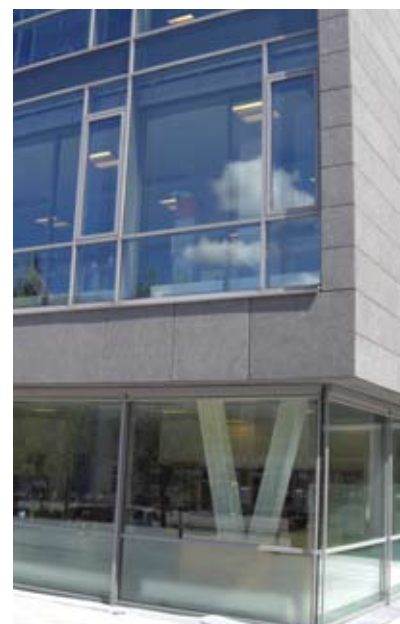
Grafen viser hvor meget elforbrug, der kan spares ved at øge temperaturlid (accepteret temperatursvingning) i bygningen fra ±1°C til ±2,5°C.



Grafen viser elforbrug i Dan-Ejendommens hovedkontor. Elforbruget er størst om sommeren pga. kølebehovet.

og varmeforbrug i de to bygninger, og der er gennemført interviews med brugere og driftsansvarlige om tilfredsheden med indeklimaet. Med temperaturmålinger er der for hver af de to bygninger opstillet en profil over, hvordan temperaturen glider i løbet af sommer og vinter, og sammenhængen mellem energiforbrug, temperaturlid og bygningskonstruktion er analyseret.

Disse data er benyttet i simuleringer, hvor bygningernes energiforbrug er beregnet for de tre forskellige indeklima-klasser, der indgår i den europæiske standard EN 15251, med hhv. høj (A), middel (B) og moderat (C) forventning til det termiske og atmosfæriske indeklima. Endelig har projektgruppen vurderet, hvordan bygningsautomationen skal designes for at sikre det ønskede komfortniveau i hver af de tre klasser.



Dan-Ejendommens hovedkontor er en bygning med lette konstruktioner og store glasfacader, der kræver mekanisk ventilation og køling.

Resultater:

I CoolBiz-strategien skelnes mellem to hovedtyper af nye bygninger: Alfa-bygninger er designet med en klimatilpasset arkitektur, bl.a. i form af tunge konstruktioner, der kan lagre overskudsvarme og -kulde, og som ofte kan sikre det ønskede indeklimaniveau med naturlig ventilation og frikøling. Beta-bygninger har behov for strengere komfortkrav og flere installationer pga. høj intern belastning fra IT, personer eller solindfald fra store glasfacadepartier. Begge typer bygninger kan opføres som lavenergi-byggeri, men de to typer bygninger forudsætter forskellig styrings- og reguleringsfilosofi.

COWI's analyse af de to bygningers energiforbrug viser, at Dan-Ejendomme som en Beta-bygning har et elforbrug på 103 kWh og et fjernvarmeforbrug på 56 kWh pr. m² om året, mens Københavns Energi som en Alfa-bygning har et tilsvarende elforbrug på 87 kWh og et fjernvarmeforbrug på 57 kWh, når et server-elforbrug til dækning af eksterne behov er fraregnet.

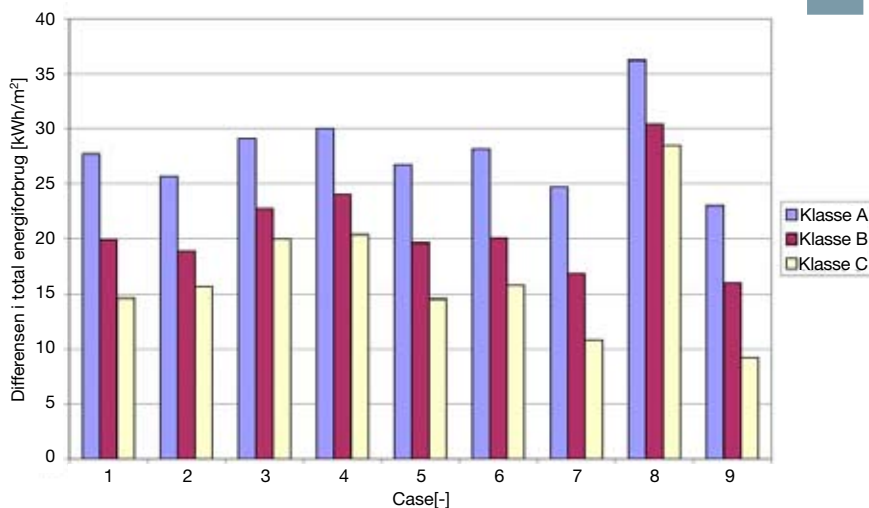
Simuleringerne af de to bygningers energiforbrug og indeklimaforhold viser, at der kan opnås en energibesparelse på 6-7 % ved at ændre indeklimaniveauet fra klasse A til klasse C. I klasse A opereres med et temperaturlid om vinteren i intervallet 21-23°C og om sommeren mellem 23,5 og 25,5°C. I klasse C er de tilsvarende intervaller 20-25°C om vinteren og 22-27°C om sommeren.

En Alfa-bygning med naturlig ventilation kan spare 15-28 kWh pr. m² om året i forhold til en Beta-bygning med mekanisk ventilation. En tung Alfa-bygning tillader større temperaturudsving og har tungere "energiabsorberende" konstruktioner, hvilket giver et lavere varme- og kølebehov end en lettere Beta-bygning.

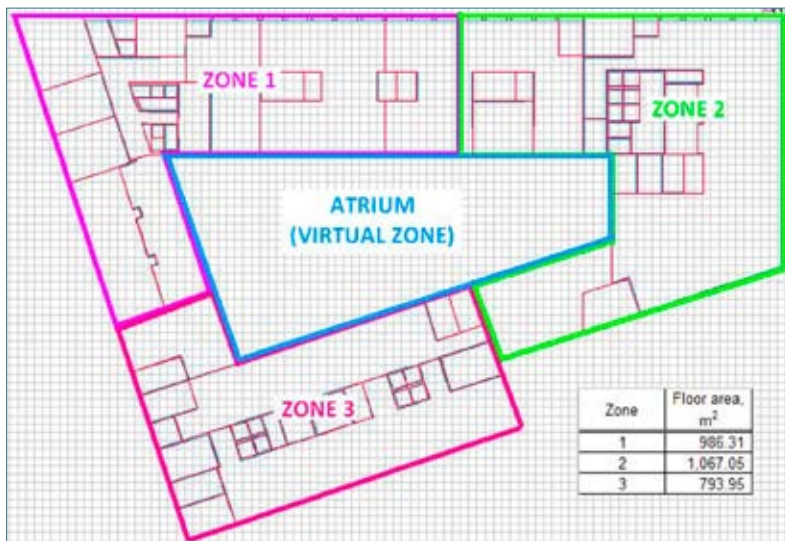
Konklusion:

Projektets målinger og simuleringer viser, at den danske standard DS 474's krav til indeklimaet kan overholdes, når setpunkter for opvarmning og især køling sættes efter temperaturniveauet i den valgte indeklimaklasse. Selv om der kan opnås energibesparelser ved at slække på kravene til indeklimaet, bør indeklimaet som minimum leve op til klasse C for at tilgodese brugerne. Projektgruppen anbefaler, at der udvikles et indeks mellem brugertilfredshed med indeklimaet og energifor-

Der kan spares meget energi med metoder for en mere fleksibel specifikation af indeklimakrav og komfortzoner



Søjlediagrammet viser nogle af resultaterne fra simuleringen af Københavns Energis bygning: Differencen i det primære energiforbrug imellem en let bygning (med mekanisk ventilation og køling dvs. en Beta-bygning) og en tung bygning (med naturlig ventilation, frikøl, mere fleksible komfortkrav, mindre energiforbrug til automation dvs. en Alfa-bygning). Differencen er vist ved forskellige styringsstrategier og indeklimaklasserne A, B og C.



Illustrationen viser BSim-simuleringsmodellens zoneopdeling af 1. sal hos Dan-Ejendomme. Zone-tallene henviser til opdelingen af ventilationsanlæg.

brug som et middel til en samlet optimering af bygningens ydeevne.

Større kontorbygninger bør opdeles i klimazoner på højst 100 m², bl.a. fordi det gør det muligt at optimere bygningsautomationsløsningen i forhold til facadeudformning og -orientering. Andre væsentlige elementer til at optimere energianvendelsen er indkøb af energieffektivt udstyr, lysregulering og mulighed for individuel styring af indeklimaet.

Projektet er resulteret i en række anbefalinger til god praksis for optimeret og energirigtigt bygningsdesign og -automatik



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

Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

Hvad kan projektet bruges til?

Dette Elforsk-projekt udgør første fase i udvikling og udbredelse af energirigtig bygningsautomation. Resultaterne fra denne første fase har projektgruppen operationaliseret i foreløbige anbefalinger for god praksis for optimeret og energirigtigt bygningsdesign og –automatik. Det er projektgruppens mål at kunne optimere og demonstrere disse anbefalinger i en eller flere demonstrationsbygninger, men det afhænger af, om projektgruppen kan opnå støtte til en sådan anden fase.

Den foreløbige udgave af anbefalingerne er inddelt i tre trin og er integreret i projektets slutrapport, der kan downloades

fra www.elforsk.dk. Jo tidligere rådgivere og bygningsautomationsfirmaer involveres i beslutningsprocessen for større nybyggerier, jo bedre muligheder for at optimere sammenhængen mellem bygningsdesign, automatikkomponenter og styringsstrategier.

I det første trin fokuseres på at reducere bygningens energibehov med hovedvægt på udformning af bygningen. I det næste trin skal bygningens energiforsyning sikres på den mest effektive og hensigtsmæssige måde, og hovedvægten er her lagt på valg af de rigtige bygningsinstallatio-

ner. I det tredje trin skal elanvendelsen i bygningen effektiviseres, og her ligger hovedvægten på komponenter til bygningsautomation, energieffektive indkøb af apparater og udstyr samt mulighed for individuel styring af indeklimaet.

Slutrapporten indeholder desuden projektgruppens anbefalinger for optimeret styring og styringsstrategi og anvisninger for god praksis for Intelligente Bygnings Installationer (IBI-systemer) samt for energieffektivisering af elforbrug til IT-serverrum og køling/ventilation.

Effekt:

Projektgruppens antagelse om, at energirigtig bygningsautomation og temperaturlid kan reducere større kontorbygningers primære energiforbrug med omkring 15 kWh pr. m² om året, er blevet bekræftet gennem simuleringer og analyser. Hvis det gennem efterfølgende demonstration og formidling kan lykkes at få princippet implementeret i omkring halvdelen af det fremtidige nybyggeri af større kontorbygninger, vil det efter en tiårig periode udløse en årlig elbesparelse på 23 mio. kWh, svarende til en årlig CO₂-reduktion på 760.000 tons.

Med resultater fra demonstrationsfasen satser projektgruppen på at kunne udgive en egentlig vejledning, baseret på Best Practice til leverandører, projekterende og udførende for både design og drift af automationsløsninger. Vejledningsmaterialet kan også indgå direkte i undervisningen på de to universiteter, der har deltaget i projektet. Projektgruppen betragter en sådan vejledning som et vigtigt virkemiddel til at få hensyn til energiforbrug og indeklima til at gå op i en højere enhed. Et godt indeklima er så vigtigt for produktivitet og sygefravær, at indeklimahensyn ikke bør tilsidesættes af energi- og miljømæssige hensyn.



Københavns Energis hovedkontor er projekteret med tunge konstruktioner for størst mulig energilagring og er udstyret med naturlig ventilation suppleret med frikøling.



Kontaktperson:

Reto M. Hummelshøj
og Peter Kaarup Olsen
COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kgs. Lyngby

E-mail: rmh@cowi.dk og pko@cowi.dk
Telefon: 45 97 27 66
Web: www.cowi.dk

Projekt:

Titel: *Energirigtig bygningsautomation*
Nr.: 340-004
PSO Program 2008
Budget: 475.515 kr., hvoraf 350.190 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2008 – 30.09.2009

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