

PSO 2007

Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

Karakterisering og optimeret styring af indeklima og energiforbrug ved hjælp af multiparameter-controllere



Undersøgelse af mulighederne for at udvikle mere avancerede styringsværktøjer, som kan optimere en kontorbygningens indeklima og nedbringe energiforbruget



Resumé:

Der er kommet fokus på omkostninger og indeklime i de mange nye kontor- og administrationsbygninger. Energiforbrug og indeklime vægtes mere ved fx udlejning end før i tiden. Bygningerne har ofte intelligente løsninger, som kan styres og reguleres, men driften er ikke optimal, og energiforbruget er typisk mellem 10 og 30 % for højt.

Udgangspunktet for dette projekt var oprindeligt at gennemføre et basalt arbejde for at kunne udvikle en multiparameter-controller. Men den ind-

ledende, gennemgribende analyse af funktionerne af alle teknikkomponenter, der er indbygget i varme-, køle- og ventilationsanlægget i et ca. 7 år gammelt glaskontorkompleks i Tuborg Havn, afstedkom udviklingen af en ny strategi for indeklime og energiforbrug.

Driftslederen af ejendommen og projektleder, Dan-Ejendomme, har herefter for egen regning implementeret en omfattende justering og udbedring af deres CTS-anlæg med de teknikere, der har været med i projektet, for at teste den opsamlede viden i praksis.

Potentiale for store energibesparelser i driften af kontorbygninger med store glasarealer – mere end 30 % - og meget bedre indeklime alene ved at ændre på styringsstrategien i CTS-anlægget

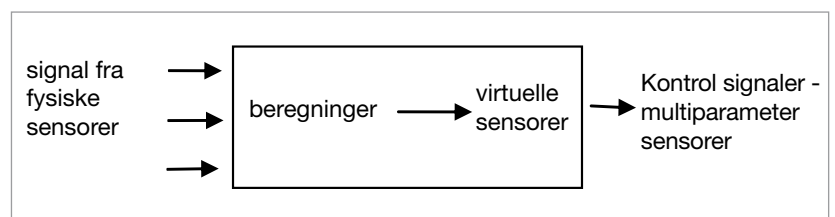
Målsætning:

Formålet med projektet var i første omgang at undersøge, hvordan det er muligt at udnytte de mange datamængder, der sendes rundt i et traditionelt CTS-anlæg, mere optimalt - uden at tilføje ekstra sensorer eller funktionalitet til anlægget. Dernæst at arbejde med, hvordan inspektionen og styringen af driften kunne forbedres ved at vurdere, hvordan anvendelsen af avanceret statistik kan bruges til at generere multiparameter sensorer/controllerer. Med henblik på at øge komforten i bygningen samtidig med at energiforbruget reduceres betragteligt.

Faktisk loggede man data fra 975 setpunkter i CTS-anlægget Tuborg Boulevard 12 hver 5. minut i 1½ år – og undersøgte så denne datamængde videre med hensyn til indeklime og mulighed for forbedringer.

Processen:

Dan-Ejendomme har været projektansvarlig og lagt bygning til undersøgelse og bidraget med erfaringsmateriale fra tilsvarende bygninger. DTU har bidraget med indeklime ekspertise og statiske analyser, mens BusinessMinds har varetaget datahåndtering af ca. 150 mio. målte enkeltdata. Teknologisk Institut har haft den overordnede styring, sammenfatning og tolkning af resultater, ligesom de har bidraget med den fysiske gennemgang af alle installationer.



Figur 1. Princippet for multiparameter sensorer

Der er udviklet et oplæg til en ny driftsstrategi, som fjerner 10-30 % af bygningens energiforbrug samtidig med, at indeklimaet forbedres – og tilbagebetalingstiden er uger eller måneder

Resultater:

Projektet viser, at der er potentiale for store energibesparelser i driften af kontorbygninger med store glasarealer. Implementeringen af projektets viden og erfaringer i glaskontorbygningen Tuborg Boulevard 12 har eksempelvis givet en energibesparelse på 50 % af elforbruget og 25 % af varme- forbruget – eller ca. 650.000 kWh/årligt. Ejendommen ejes af PKA med Microsoft, Dan-Ejendomme as og Regus som lejere.

Dette er sket ved en relativt beskedne investering (150.000 kr.), ændring på styringen af ventilationsanlægget og indreguleringen – desuden er indeklimaet blevet væsentligt forbedret.

Tilbagebetalingstiden er mindre end et år på dette.

Som spinoff-effekt af projektet er der udviklet en ny driftsstrategi, EISE, for Energi & Indeklima Strategi uden Energifrås. Den tager udgangspunkt i indeklimaet, som er grundlaget for energiforbruget og vurderer, om dele af energiforbruget er nødvendigt eller overflødig. Det er en rigtig god forretning at anvende EiSE, for projektet viser, at godt indeklima sagtens kan opretholdes ved et lavt energiforbrug.

Derfor har man endnu ikke arbejdet med udviklingen af multiparameter-controllere, men det er absolut en mulighed, der bør følges i fremtidige projekter.

EiSE

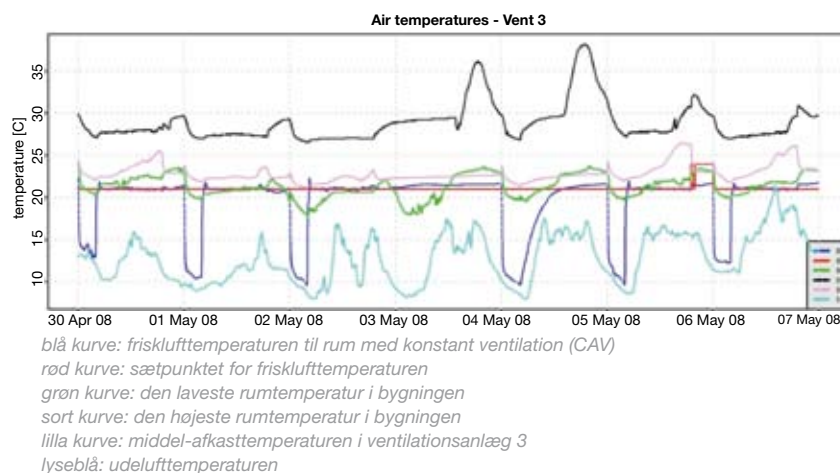
Energi & indeklima strategi uden energifrås.

Driftsstrategi, EiSE, fjerner 10-30 % af bygningens energiforbrug samtidig med at indeklimaet forbedres. Tilbagebetalingstiden er uger eller måneder.

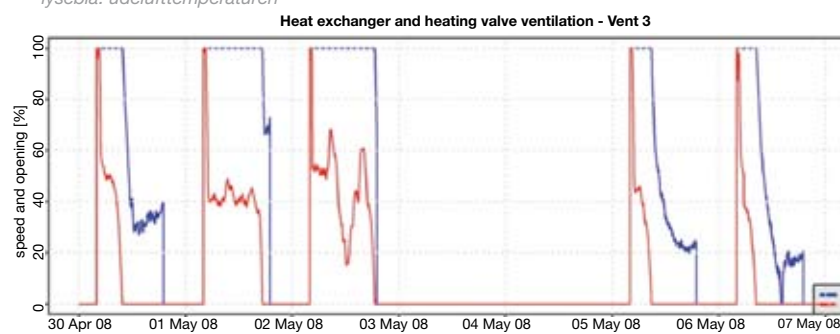
De 3 grafer viser et eksempel på en tidsserie, der i projektet er blevet anvendt til undersøgelse af ventilationsanlæg 3 i en uge i maj 2008. Samlet viser illustrationerne at der anvendes energi til at fjerne opvarmning, der er unødvendig.

Konklusion:

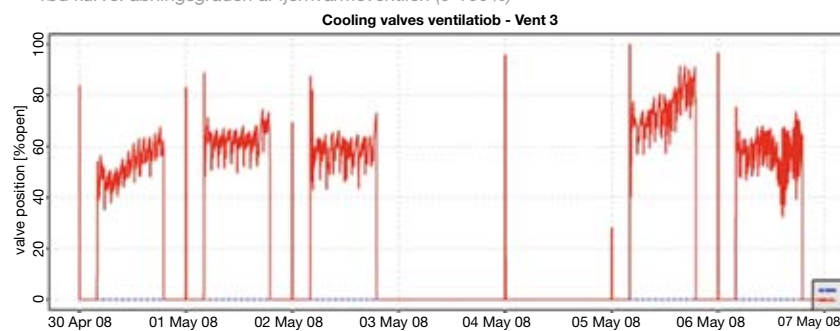
Ud over resultaterne i den konkrete kontorbygning i Tuborg Havn, som Dan-Ejendomme allerede er ved at anvende til lignende tiltag i lignende ejendomme, som de driver, er der kæmpepotentiale i den udviklede driftsstrategi, EiSE, som lægger op til at



blå kurve: frisklufttemperaturen til rum med konstant ventilation (CAV)
rød kurve: sætpunktet for frisklufttemperaturen
grøn kurve: den laveste rumtemperatur i bygningen
sort kurve: den højeste rumtemperatur i bygningen
lilla kurve: middel-afkasttemperaturen i ventilationsanlæg 3
lyseblå: udelufttemperaturen



blå kurve: hastigheden af den roterende varmeveksler (0-100%)
rød kurve: åbningsgraden af fjernvarmeventilen (0-100%)



blå kurve: åbningsgraden af køleventilen i ventilationsanlæggets CAV-del (0-100%)
rød kurve: åbningsgraden af køleventilen i ventilationsanlæggets VAV-del (0-100%)

Første graf: Den sorte og den grønne kurve viser, at alle rumtemperaturer i bygningen for det meste er over 20 °C, samt at der er betydelige overophedningsproblemer i en del rum - den sorte kurve. Den lilla graf viser også dette. Derfor anvendes der frikøling i tidsrummet mellem kl. 0 og 4 - den blå kurve dykker ned i nærheden af udelufttemperaturen - den lyseblå kurve. Efter kl. 4 styres frisklufttemperaturen til at være lig sætpunkt-temperaturen - den røde kurve. Sætpunkt-temperaturen er sat til 21 °C, hvilket betyder, at der er meget lidt køleenergi i den tilførte friskluft.

Anden graf: For at nå de 21 °C, er det nødvendigt at den roterende varmeveksler starter med at yde 100 % - blå kurve. Desuden åbnes for fjernvarmeventilen - rød kurve, selvom der er overophedningsproblemer i bygningen.

Tredje graf: Selvom udelufttemperaturen er lav nok til at køle bygningen, udnyttes dette ikke. Tværtimod forvarmer man friskluften - bl.a. med fjernvarme. Denne varme bliver efterfølgende fjernet med de mekaniske køleanlæg. Køleventilen i ventilationsanlæggets VAV-del (variabel volumenstrøm) i bl.a. møderum er da også størstedelen af tiden åben - rød kurve. Køleblæserne i bygningen er også i funktion hele tiden i perioden fra kl. 4 til 20.

justere CTS-programmet, så de eksisterende faciliteter udnyttes optimalt.

De fleste energibesparelser vedrører traditionelt udskift af komponenter eller anlæg, så effektiviteten forbedres – og de er som regel kendetegnet ved, at de ikke berører in-

deklimaet. Der er en vis berøringsangst over for indeklimaet, som betyder, at de realiserede energibesparelser ikke bliver særligt store – eller at tilbagebetalingstiden er uacceptabel. Dette projekt gør op med dette. Man kan gå fra en passiv til en aktiv rolle, hvad angår indeklima – og nå godt i mål.

Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

Hvad kan projektet bruges til?

Projektet har for projektbygningens ejer og lejere betydet øget fokus på indeklima og energiforbrug. I dette tilfælde har energiforbruget været tæt tilknyttet til indeklimaet. Men projektet har naturligt også skabt interesse hos andre ejere af lignende bygninger, som ønsker deres energiforbrug gennemgået og optimeret.

Besparelsespotentialer i andre bygninger, af samme type som den undersøgte, forventes at være af samme størrelsesorden.

Når der er opnået erfaring fra optimeringstiltagene i den undersøgte bygning, bliver der afholdt temamøder og udviklet kurser for rådgivere.

Den udviklede driftsstrategi, EISE, er tilgængelig hos Teknologisk Institut – og der barsles med kurser til rådgivere og til entreprenører, som blotlægger mulighederne.

Dan-Ejendomme har på andre bygninger af samme type, som de administrerer, konstateret, at mulighederne er de samme som på den undersøgte bygning.

Multiparameterideen skal forfølges. Ideen vil kunne føre til en mere meto- disk måde at styre større bygninger på.



www.elforsk.dk

Projektleder:

Carsten Nielsen
Dan-Ejendomme as
Tuborg Boulevard 12
2900 Hellerup

E-mail: cni@dan-ejendomme.dk
Telefon: 70 30 20 20
Web: www.dan-ejendomme.dk

Effekt:

De fundne forhold er så markante og tilsyneladende mere normen end undtagelsen, at der er så store muligheder for både energibesparelser og indeklimaforbedringer, at tiltagene bør vurderes/implementeres ved alle større kontorejendomme med CTS.



LOKALER

	a VAV ventil	b Varmeventil	c Køleventil til køleabfler
1 Regulering	Setpunkt CO ₂ fx 800 ppm Setpunkt temp. fx 23 °C	setpunkt fx 20 °C	setpunkt fx 23 °C
2 Tvang	100 % åben i • hverdage i tidsrummet fra fx 06.30-07	Ventil åbner fx 15 % i et minut hvert kvarter, når • Varme ventilen er lukket • tidsrummet fx 08-16 i hverdage • Tude < fx 5 °C	
3 Nulstil		Rumtemperatur Trum > 22 °C	
4 Manuel			
5 Sikkerhed			

1a	VAV ventil reguleres efter temperatur og CO ₂ koncentrationen. Værdierne kan være højere, fx 24 °C eller fx 1000 ppm.
2a	VAV ventiler åbnes 100 % ved morgenudluftning
1b	Varmeventil reguleres efter temperatur
2b	Pulsopvarmning, hvor radiatoren føles varm om vinteren selvom der ikke er et varmebehov. Det tager træk- og kuldegener fra facaden.
3b	Varmeventil er lukket når rumtemperaturen er over fx 22 °C. Herved er pulsopvarmning nulstillet.
1c	Køleventilen reguleres efter temperatur. Setpunktet kan også være højere, fx 24 °C.

Eksempel på driftsstrategi på et lokale

Projekt:

Titel: Karakterisering og optimeret
styring ved hjælp af multiparameter-
controllere
Nr.: 339-032
PSO Program 2007
Budget: 1.935.980 kr., hvoraf
1.499.890 kr. i tilskud fra
Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2007 – 31.03.2010

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