

# BYGNINGER

VÆRKTØJER



PROJEKT 341-032

## Udvikling og demonstration af Danmarks første lavenergiklasse 1 kontorbyggeri med fokus på elforbrug

Undersøgelse og afprøvning af, hvordan det er muligt at implementere energibesparende teknologier i et moderne kontorbyggeri på en sådan måde, at arbejdsmiljø og medarbejdernes ønsker i videst muligt omfang tilgodeses

## MÅLSÆTNING:

Da EnergiMidt i 2008 skulle bygge ny administrationsbygning i Silkeborg, blev det gjort efter kravene for Lavenergiklasse 1-byggeri (nu lavenergiklasse 2015) og ikke efter datidens standardkrav i BR08.

For at opfylde lavenergiklasse 1-byggeri skal energirammen for byggeriet være 47,9 kWh/m<sup>2</sup> pr. år. Det er søgt godtgjort i projektet. De tiltag, der blev implementeret for at kunne fremføre bygningen fra standardkravet på projekteringsstidspunktet (BR08) til lavenergiklasse 1 kravet blev i projekteringsfasen estimeret til 7 millioner kr. - (80 millioner kr. i forhold til 73 millioner kr.).

I tilknytning til byggeriet fik man støtte til at gennemføre dette ELFORSK-projekt, der har haft fokus på 2 hovedområder, nemlig:

## MÅLGRUPPE:

Det teknologiske og økonomiske resultat ved bygningsopførelsen og de efterfølgende anbefalinger henvender sig dels til bygherrer af lignende kontorbyggerier dels til rådgivere,

## PROCESSEN:

Projektet er forløbet i 2 parallelle spor, der vedrører hhv. de energimæssige forhold og brugernes tilfredshed med at have deres arbejdsplads i en bygning, der er etableret som lavenergiklasse 1 byggeri.

Med hensyn til energisiden, er der under første års drift søgt tilvejebragt omfattende erfaring og viden om lavenergiklasse 1 byggeri. I byggeriet er anvendt mange avancerede energiteknologier og intelligente bygningsinstallationer, og der er arbejdet med mange tidligere uafprøvede ting, som skulle spille sammen. Det har stillet store krav til overvågning, måling og styring ikke bare i indkøringen, men også i tiden efter. Der er ting, der først opdages, når bygningen er taget i brug, og byggeriet har undervejs været ramt af fejl og mangler, som ikke kunne forudses, men som nu er i udbedring.

1. Udvikling og demonstration af energieffektive løsninger.
2. Afdækning af bygningsbrugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed i forhold til at arbejde i en bygning, der er etableret som lavenergiklasse 1 byggeri.

Målsætningen var at få demonstreret, hvorledes det - ved passende valg af bygnings-elementer, styringsstrategi for tekniske anlæg samt holdnings- og adfærdsbearbejdning af brugere - er muligt at etablere og drive et Lavenergiklasse 1 byggeri i en erhvervmæssig bygning, som kan betegnes som repræsentativ for den byggestil og det anvendelsesmønster, der er i en stor del af det danske kontorbyggeri.

arkitekter, byggefirmaer m.v., som deltager ved projektering, etablering og drift af denne type ejendomme.

Der er arbejdet med følgende delopgaver:

- Udvælgelse og projektering af energioptimale løsninger før og under byggefasen.
- Konstatering af, hvorledes bygningen performer i forhold til det forventede.
- Tilpasning af anlæg og reguleringssystemet med henblik på at forbedre og optimere driften og dermed dels fjerne gener for brugerne, dels reducere energiforbruget.

I forhold til medarbejdertilfredsheden, blev det undersøgt, hvordan medarbejderne befinder sig i den nye lavenergibygnings, efter at bygningen har været i drift i halvandet år.

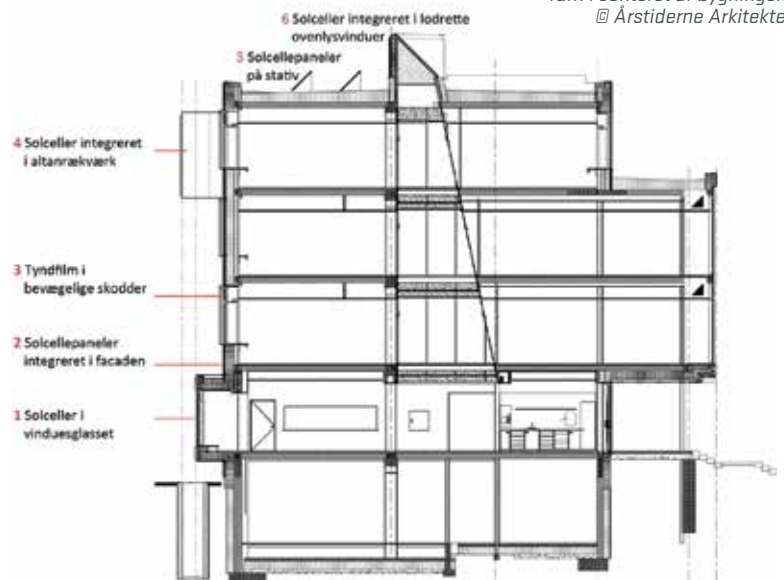


Panoptisk rum set fra kantinen i stueetagen

Brugertilfredsheden, er gennemført som en web-baseret spørgeskemaundersøgelse bestående af to dele, en før og en efter indflytningen i den nye bygning.

Energieffektiviseringen er gennemført med EnergiMidt og leverandøren af SRD-anlægget, Insight Building Automation, som hovedaktører. SBI har været ansvarlig for udarbejdelse, gennemførelse og bearbejdning af spørgeskemaundersøgelsen, mens En2tech har stået for opsamling og rapportering af resultaterne.

Snittegning med panoptisk rum i centeret af bygningen.  
© Årsterne Arkitekter



**ENERGIMIDT'S NYE KONTORBYGNING ER ETABLERET SOM LAVENERGIKLASSE 1 BYGGERI. EFTER DE FØRSTE 1,5 ÅRS DRIFT ER DER TILVEJEBRAGT OMFATTENDE ERFARING OG VIDEN OM UDVIKLING OG IMPLEMENTERING AF LAVENERGI-KLASSE 1 BYGGERI, SAMT AF MULIGHEDERNE FOR FORBEDRINGER, SÅ LAVENERGIKRAVET REALISTISK KAN OPFYLDES.**

## RESULTATER:

Den faktiske merpris for byggeriet kan ikke opgøres præcist, men vurderes at udgøre 9-10 millioner kr. Årsagen til forskellen mellem estimat og faktisk omkostning er primært ændringer i teknisk layout, der blev besluttet efter byggeriet var igangsat.

I bygningen blev opsat en række elmålere, der gjorde det muligt at registrere forbrug opdelt på forskellige forbrugsarter. Disse målere er tilkoblet CTS-anlægget, så der ideelt set kan ske en løbende registrering og præsentation af forbruget.

Med henblik på at sammenligne de tidligere beregnede specifikke forbrug med de faktisk realiserede, er der i efterfølgende tabel indsat nøgletal for forbrugskategoriene varme, ventilation, lys og kraft/edb.

Beregnete nøgletal for 2011		
Årsforbrug 2011		
Kategori	kWh	kWh/m <sup>2</sup> /år
Ventilation	32.222	6,20
Belysning	72.975	14,03
Varmepumper	50.509	9,70
Fjernvarmeforbrug	105.565	20,30

## EFFEKT:

Flere begivenheder har været årsag til at energirammen på 47,9 kWh/m<sup>2</sup>/år ikke har kunnet overholdes.

Det faktiske forbrug på 82,2 kWh/m<sup>2</sup>/år skyldes tekniske problemer, som manglende varmepumpe effekt installeret i serverrum, med deraf følgende nødvendig tilførelse af fjernvarme, men også anden adfærd end energiramens forudsætninger. Eksempelvis en grundbelysning på 300 lux i stedet for 200 lux og en rumtemperatur på 23 °C i stedet for 20 °C.

Endvidere har brugstiden af bygningen været længere end forudset og dele af solcelleanlægget er i skrivende stund (marts 2013) endnu ikke installeret.

Det vurderes, at det er muligt at gennemføre yderligere optimeringer med henblik på at opnå energibesparelser, således at det realiserede forbrug kan nærme sig Lavenergiklasse 1 kravet.

I figuren, der viser energiforbruget til forskellige energianlæg i 2011, ses det eksempelvis, hvordan det ved bedre indregulering af radiatoranlæg allerede har været muligt at reducere energiforbruget til radiatoranlæg (mørkeblå farve) fra vinterperioden 2010/11 til vinterperioden 2011/12.

Baseret på disse værdier kan det beregnes, hvorvidt det har været muligt i praksis at overholde kravet til Lavenergiklasse 1 byggeri.

I forbindelse med beregningen, skal forbrug til ventilation og belysning multipliceres med faktor 2,5; mens produktionen fra de solceller, der er monteret på bygningen, kan fratrækkes, ligeledes multipliceret med faktor 2,5. Solcellerne havde i 2011 en produktion, der svare til 4,94 kWh/m<sup>2</sup>.

### ENERGIRAMMEN FOR 2011

#### I ENHEDEN KWH/M<sup>2</sup>/ÅR

#### KAN DERMED UDREGNES TIL:

$$(2,5 \times (6,20 + 14,03)) + 9,70 + 20,30 + 17,08 - (2,5 \times 4,94) = 82,2$$

Baseret på disse målinger af energiforbruget for det første år, bygningen har været i drift, kan det konstateres, at det faktiske energiforbrug har været ca. 70 % højere end kravet til Lavenergiklasse 1 byggeri.

Der er imidlertid identificeret en række potentielle muligheder for optimering for såvel

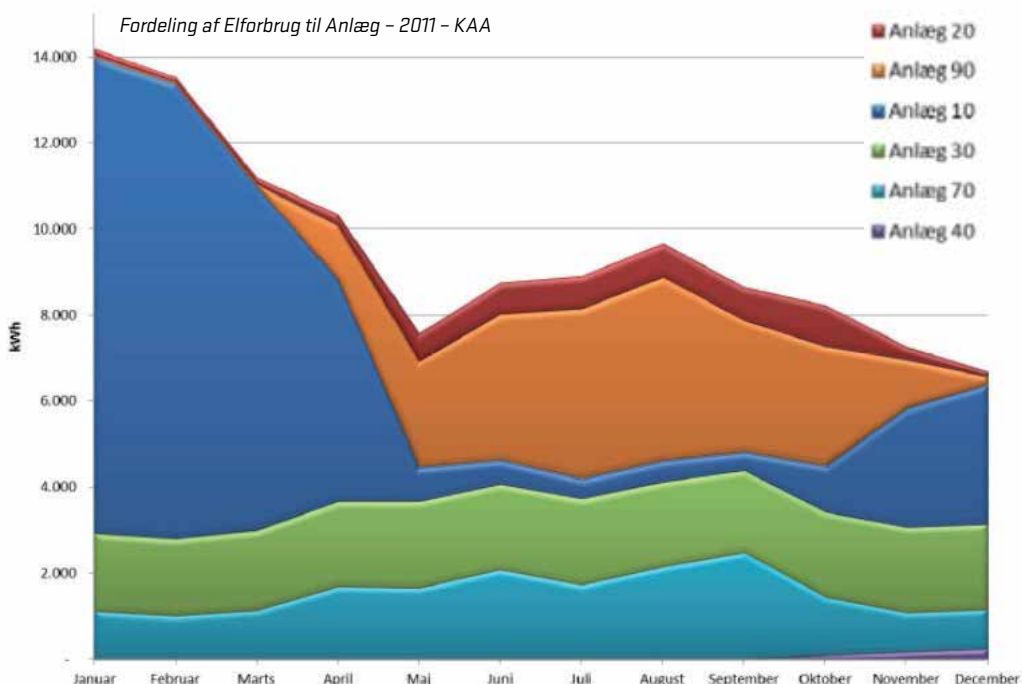
lys, varme som ventilation, hvorved det vurderes realistisk at tilnærme det faktiske energiforbrug til Lavenergiklasse 1 kravet.

I forhold til spørgeskemaundersøgelsen må det konstateres at medarbejdernes positive forventninger er indfriet langt hen ad vejen, da hele 89 % svarer ja til spørgsmålet "Lever den nye kontorbygning op til dine forventninger".

Men der forekommer også utilfredsheder. De omfattende målinger fra hele 1.500 målepunkter har afdækket en række forbedringsmuligheder, så der er basis for yderligere at forbedre medarbejdertilfredsheden. Forbedringsmulighederne går mest på, at der i visse yderområder af bygningen er for koldt, og at man er generet af støj fra både udstyr og kolleger.

Mange af generne skyldes problemer med de tekniske installationer. Disse problemer er man begyndt at udbedre, men undersøgelsen bekræfter, hvad der er vist i mange andre undersøgelser, nemlig at det er forbundet med udfordringer at skabe gode indeklimaforhold i åbne kontormiljøer.

**MEDARBEJDERNES FORVENTNINGER TIL DE NYE SYSTEMER OG INDEKLIMAET ER I HØJ GRAD INDFRIET. DER ER OPNÅET VIGTIG VIDEN OM, HVORDAN MAN KAN INTRODUCERE OG TILPASSE NY TEKNOLOGI PÅ ARBEJDSPLADSEN – OG LYKKES MED DEN!**





# HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

## Anbefalinger omkring

### den overordnede proces:

- Vær forberedt på, at idriftsættelsen af en bygning med så mange og forskelligartede tekniske systemer som tilfældet er her, tager væsentlig længere tid end en traditionel bygning. Det er vigtigt, at der er en forståelse for dette, både blandt medarbejderne i og ledelsen.
- Når der er tale om udviklingsprojekter, der både beskæftiger sig med ny teknologi og med nye kombinationer af eksisterende, skal man være forberedt på, at der er tale om en tids- og ressourcemæssig stor opgave, hvor mange systemer og løsninger ikke kan indkøbes som hyldevarer, men skal udvikles ad hoc i projektet.

- Det er vigtigt at overveje, i hvor høj grad organisationen selv ønsker at medvirke i udvikling og implementering af nye energimæssige løsninger. I den forbindelse må det nøje vurderes, om der i organisationen er de nødvendige og relevante kompetencer til stede, og om disse kan allokeres til opgaven i tilstrækkeligt omfang.

- Vær opmærksom på udfordringerne ved at skulle sidde i storrumskontor – fx omkring støj. Lav spilleregler, som mindsker ulemperne. Især hvis medarbejderne ikke tidligere har arbejdet i storrumskontor.

- Solindfaldet bør kunne styres af den enkelte medarbejder ved en form for solafskærmning.

### Anbefalinger relateret til medarbejdere

- Vær bevidst om, at introduktion af ny teknologi skaber en høj grad af forventning blandt medarbejderne. Tekniske installationer bør derfor virke ved indflytning.

- Det er vigtigt at have en bevidst strategi for hvilke indeklimaparametre, der skal kunne ændres af brugerne og hvilke, der styres centralt.

## Projektledelse:

En<sup>2</sup>tech

Egevang 13

8660 Skanderborg

E-mail: cs@en2tech.dk

Telefon: 86 52 03 30

Web: www.en2tech.dk

## Projekt:

Titel: Udvikling og demonstration af Danmarks første lavenergiklasse 1 kontorbyggeri med fokus på elforbrug  
Nr. 341-032

PSO Program 2009

Budget: 2.639.770 kr., hvoraf 1.598.520 kr.

i tilskud fra Dansk Energi

Tidsplan: 01.04.2009-31.12.2012

## Program-koordinator:

Forskningskoordinator

Jørn Borup Jensen

Dansk Energi

E-mail: jbj@danskenergi.dk

Telefon: 35 300 934

Web: www.elforsk.dk



Indretning af nordvendt kontorlokale på 2. sal



Foto af bygningens øst og syd-facade