

BYGNINGER

ENERGIEFFEKTIVE TEKNOLOGIER



HVORDAN SKABER VI BEDST ENERGI-PLUS HUSE, DER ER SMUKKE, BEHAGELIGE, ENERGIEFFEKTIVE OG ØKONOMISK REALISERBARE? ET TEAM AF FORSKERE OG STUDERENDE VED DTU BYG HAR BRUGT 1,5 ÅR PÅ AT UDVIKLE, MÅLE OG ANALYSERE ENERGI-FORBRUGET I ET PRISBELØNNET ENERGI-PLUS HUS. RESULTATET BRINGER NY VIDEN TIL FORSKERE, PRODUCENTER OG BYGGE-BRANCHENS AKTØRER.

PROJEKT 344-060
Bæredygtige Energi-Plus huse

MÅLSÆTNING:

Huse bygges primært for at give mennesker et behageligt liv. Derfor må energieffektivisering ikke ske på bekostning af æstetik og komfort. Sådan var afsættet for projektet, hvis formål var at opnå viden om og erfaring med, hvordan vi designer effektive, økonomiske, behagelige og smukke Energi-Plus huse.

MÅLGRUPPE:

Bygninger står for 40 % af EU-landenes energiforbrug. Opgaven med at nedbringe dette er i dag en del af arbejdet for alle, der arbejder inden for byggeriet. Projektet og dets resultater henvender sig således til en bred gruppe af aktører, der arbejder med energieffektive bygninger – fra forskere og studerende til producenter, bygherrer og boligejere.

Den direkte målgruppe var de omkring 60 DTU-studerende, der i en periode på 1,5 år deltog i projektet. Processen har været utrolig lærerig og arbejdet med selv at udvikle, bygge og evaluere et hus, har givet de studerende en praktisk orienteret og meget involverende undervisning.

FOLD HUSET BLEV UDVIKLET AF ET TEAM AF FORSKERE OG STUDERENDE FRA DTU BYG OG VANDT DEN INTERNATIONALE SOLAR SYSTEMS INTEGRATION AWARD, SOM ER DEL AF SOLAR DECATHLON KONKURRENCEN I 2012. EFTERFØLGENDE BLEV HUSETS ENERGIMÆSSIGE YDEEVNE VURDERET VED MÅLINGER I OVER ET ÅR.

PROCESSEN:

I projektet deltog foruden de studerende også en række private virksomheder – Grundfos A/S, Rockwool International A/S, UPONOR, Schneider Electric A/S og Nilan A/S – der som sponsorer eller leverandører af dele til huset har haft mulighed for at samarbejde med de studerende og afprøve nye systemer eller komponenter.

Projektet bestod af to dele, hvor det ene var udviklingsforløbet for de studerende, og det andet var projektføreløbet omkring et måleprogram, der analyserede husets energiforbrug og indeklime over et år.

Omdrejningspunktet var et Energi-Plus enfamiliehus, der blev designet til den internationale studenterkonkurrence i Madrid, Solar Decathlon Europe 2012, hvorefter huset blev brugt som fuldskala eksperiment over et år. I løbet af det år blev der testet forskellige opvarmnings- og afkølingsstrategier, samt foretaget målinger af det termiske indeklime og husets energimæssige ydeevne.

Projektets formål var at tilbyde DTU studerende et læringsprojekt, der gav dem en unik mulighed for praktisk orienteret undervisning, hvor de selv skal udvikle, bygge og evaluere et hus. Samtidig ønskede projektteamet gennem målinger på det udviklede prøvehus at demonstrere, at det er muligt at bygge Energi-Plus huse i dag.



Fold Huset er konstrueret, så det giver den bedst mulige placering for solceller på taget og med de største vinduer mod nord med en 19 graders drejning mod vest.



Undervejs blev forskellige køle- og opvarmningsstrategier testet, og det termiske indeklime blev målt. De store vinduer betød, at huset ikke i første omgang levede op til energimålet.

I projektets første del arbejdede bachelor- og masterstuderende over en periode på 1,5 år med at designe, udvikle og bygge huset. Kulminationen på dette projektføreløb var Solar Decathlon konkurrencen i Madrid, hvor huset blev genopført og de studerende mødte kollegaer fra 20 universiteter. Forløbet gav de studerende en uvurderlig erfaring med at håndtere samarbejdet med industrien og de mange kriser og lange arbejdsdage, som et integreret design- og projektføreløb rummer.

Den anden del af projektføreløbet var et måleprogram, hvor husets energiforbrug og

indeklime under danske klimaforhold blev evalueret over et år. Efter Solar Decathlon konkurrencen blev huset i 2013 genopbygget i Danmark og forsynet med flere målesensorer og dummies til at simulere personer. I løbet af denne periode blev der indsamlet data for husets energiforbrug, el-produktion fra PV'er (solceller), rumtemperaturer, m.m. Desuden blev der udført eksperimenter med forskellige dele af opvarmnings-, køle- og ventilations-systemerne.

RESULTATER:

De opnåede erfaringer og resultater viste, at det er muligt at bygge et Energi-Plus hus, som er æstetisk tillokkende, energieffektivt og bæredygtigt, samtidig med at det tilbyder et sundt og behageligt indeklima. Dette kræver dog omhyggeligt og detaljeret design, sikker styring og en præcis udførelse for at mindske kuldebroer, øge klimaskærmens tæthed, osv.

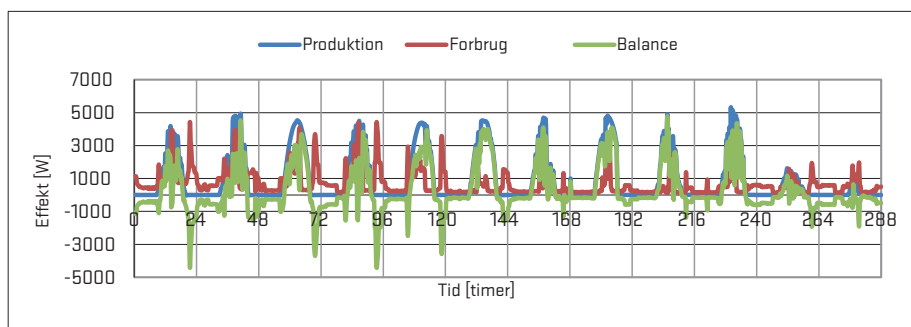
Under konkurrencen i Madrid producerede huset mere energi, end det brugte til køling, ventilation, varmt brugsvand, lys, opvask, vask og andre husfunktioner. Men da eksperimenterne med husets opvarmning, køling og ventilationssystemer blev gennemført i Danmark, viste det sig, at husets design ikke var optimalt til de nordiske klimaforhold: De meget store vinduesarealer medførte for stort et varmetab om vinteren og for høje rumtemperaturer om sommeren. Det betød, at målet om at opnå Energi-Plus ikke blev nået.

Efterfølgende blev det analyseret, hvordan huset kunne forbedres på disse punkter: En reduktion af vinduesarealet og brugen af solafskærmning kunne løse problemer, uden at det gik ud over dagslysforholdene. Til trods for at det viste sig at være muligt at forbedre husets energimæssige ydeevne efter opførelsen, er dette ikke den optimale proces.

EFFEKT:

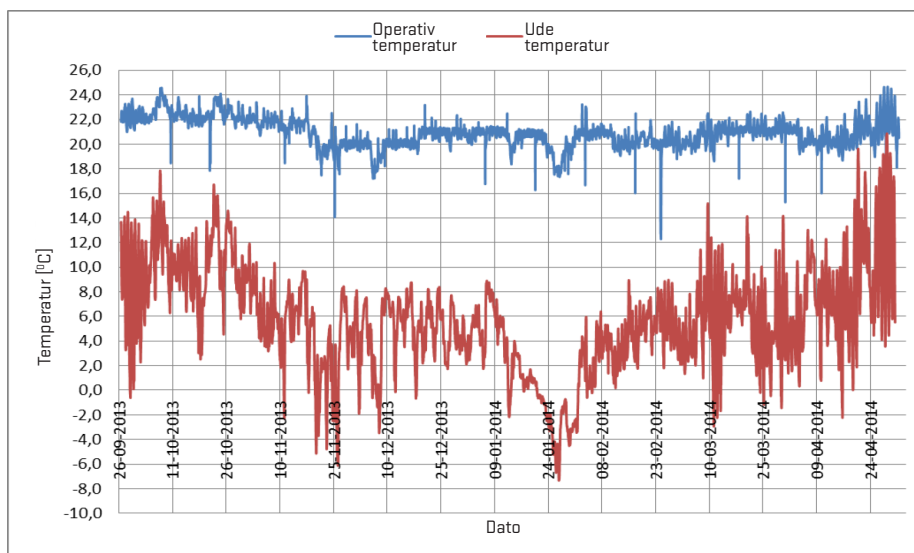
Resultaterne har vist, at det er muligt at bygge Energi-Plus huse med de produkter og teknologier, vi har til rådighed i dag. En af projektets innovationer var at kombinere solceller med en termisk solfanger, så solcellepanelerne blev kølet på bagsiden. Det betød dels, at solcellepanelerne ikke blev for varme og dermed ydede mindre, dels at der blev produceret varmt brugsvand.

Resultaterne viser også, at der med fordel kan fokuseres mere på det skjulte energiforbrug i regulering og styringssystemer: Komponenter og systemer inden for opvarmning, køling og ventilation kommer ofte med deres egen regulering, og for at få dem til at arbejde sammen, tilføjes yderligere komponenter. Disse systemer bruger forholdsmæssigt meget energi på styring. Det understreger vigtigheden af at fokusere på integration af design for at opnå optimale resultater med Energi-Plus huse.

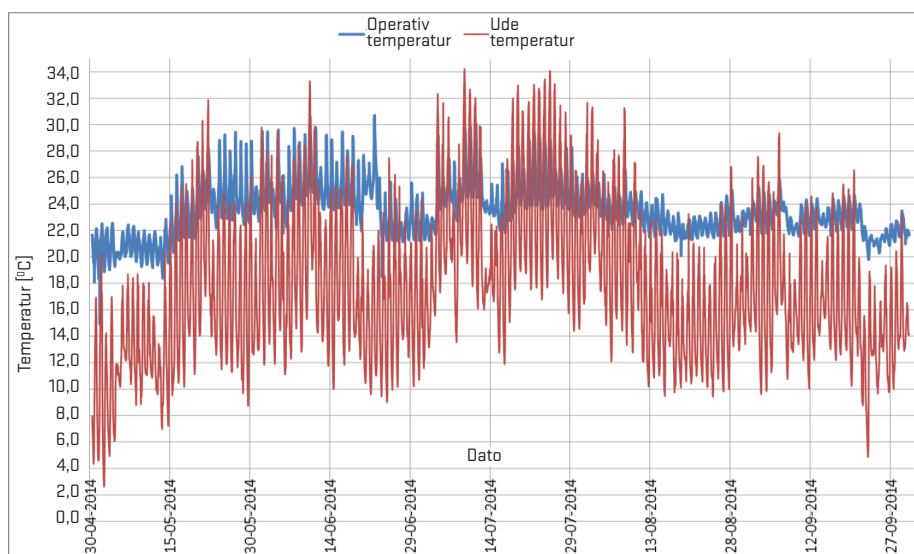


Figuren viser balancen mellem husets producerede og forbrugte energi. De negative værdier viser, at huset i Danmark brugte mere el, end det kunne producere.

VI KAN KONKLUDERE, AT DET ER MULIGT AT DESIGNE OG BYGGE ENERGI-PLUS HUSE, SOM ER ÆSTETISK APPELLERENDE, ENERGI-MÆSSIGT OPTIMEREDE OG TILBYDER ET KOMFORTABELT INDEKLIMA MED DE TEKNOLOGIER OG PRODUKTER, VI HAR I DAG.



Forskellige opvarmningsstrategier blev testet i huset under varmesæsonen, og alle gav et tilfredsstillende resultat i forhold til indeklima og temperaturen i huset.



Resultaterne fra sommerhalvåret viste, at der skulle arbejdes med husets nedkøling, så det fik færre timer med temperaturer over de anbefalede 26 °C.



Under projektføreløbet indsamlede de studerende data om husets energiforbrug, el-produktion fra solceller, inde- og udetemperaturer og udførte eksperimenter med opvarmning, køling og ventilation.

Projektledelse:

Bjarne W. Olesen og
Ongun Berk Kazanci
DTU Byg – ICIEE
(Center for Indeklima og Energi)
Nils Koppels Allé, Bygning 402
2800 Kgs. Lyngby

Telefon: 45 25 41 17
E-mail: bwo@byg.dtu.dk
Web: iciee.byg.dtu.dk

Projekt:

Titel: Bæredygtige Energi-Plus huse
Nr. 344-060
PSO Program 2012
Budget i alt: 2.102.140 kr. hvoraf
1.183.825 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2012 – 31.03.2014

Programkoordinator:

Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Vodroffsvej 59
1900 Frederiksberg C

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



Fold Huset fotograferet indefra under den internationale Solar Decathlon konkurrence, hvor det vandt en ærefuld Solar Systems Integration Award i 2012.

HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

En vigtig lære af processen er vigtigheden af, at alle parter i byggeriet – arkitekter, ingeniører og leverandører – arbejder sammen fra projektets start for at opnå et afbalanceret og brugbart resultat. I dette projekt havde de studerende, som tog sig af designet, for meget indflydelse i forhold til de andre. Det betød, at der blev fokuseret for meget på dagslys og meget store vinduer, som efterfølgende gav udfordringer i forhold til bygningens høje varme- og kølebehov.

Internt på DTU vil resultaterne fra læringsløbet kunne bruges til at udvikle nye kurser og forbedre processen ved næste deltagelse i Solar Decathlon.

Denne har netop været afholdt i Paris. Også denne deltagelse er støttet af ELFORSK gennem projekt 346-037.

Overordnet kan bygherrer og rådgivere anvende nogle af de nye teknologier og koncepter, der er blevet anvendt i projektet, fx solcellepaneler og vandbåret køling- og opvarmning i det fortsatte arbejde med at udvikle Energi-Plus huse.

I et bredere perspektiv giver projektet bolig-ejere, arkitekter, bygherrer og byggeriets øvrige aktører mulighed for at blive klogere på nogle af de teknologier, der kan anvendes for at nå målet om at skabe et hus, der producerer mere energi, end det bruger.

COWI **DTU** Danmarks
Tekniske Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg