

BYGNINGER

VÆRKTØJER



Sunshine House tegnet af Årstiderne Arkitekter.

PROJEKT 344-065

Løsninger til optimal klimatisering af superlavenergihuse – Vi skal gøre det rigtigt denne gang!

Med en lang række konkrete anbefalinger får rådgivere og bygherrer lettere ved at undgå problemer med indeklima og for højt energiforbrug i huse bygget efter 2015- og 2020-standard.

MÅLSÆTNING:

Målinger i og evalueringer af nye superlavenergi-huse, dvs. passivhuse eller huse, der allerede opfylder de kommende energikrav i Bygningsreglement 2015 eller 2020, har vist, at der alt for ofte er opstået problemer med indeklimaet, og/eller at energiforbruget under den daglige brug af huset har vist sig langt højere end anslået i de krævede beregninger eller simuleringer. I projektet skulle problemerne analyseres med afsæt i et udvalg af målinger og analyser, og på det grundlag

skulle projektgruppen udarbejde en række anbefalinger til, hvordan fremtidige superlavenergi-huse kan forsynes med optimale klimatiserings- og energiløsninger.

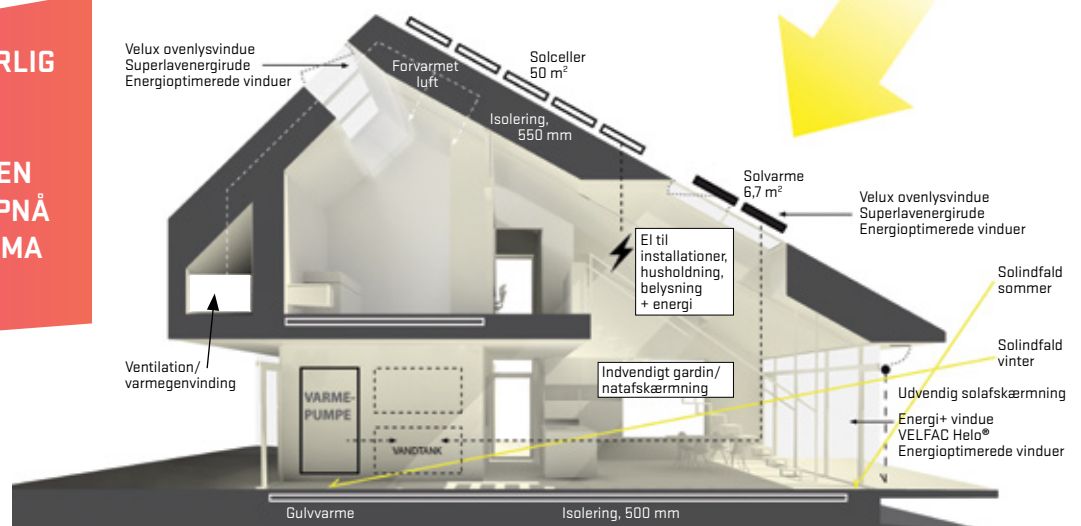
Anbefalingerne skulle også gøre det muligt at forberede superlavenergi-huse på fremtidens Smart Grid, således at elforbruget i husenes installationer og udstyr i størst muligt omfang kan flyttes til tidspunkter, der er attraktive for elsystemet.

MÅLGRUPPE:

Projektets målgrupper er firmaer, der producerer lavenergi-huse eller komponenter til disse, samt byggebranchen generelt, dvs. arkitekter, ingeniører og entreprenører samt kommuner og bygherrer, bl.a. almene boligorganisationer. Projektets resultater bliver formidlet til branchen i en lettilgængelig og ope-

rationel form, så materialet kan bruges som en praktisk design- og beslutningsmanual. Desuden vil Ekolab som projektleder udarbejde artikler til relevante fagblade, informere gennem elektroniske nyhedsbreve, bl.a. passivhusnyt, og på relevante hjemmesider.

KOMBINATIONEN AF NATURLIG VENTILATION, MEKANISK VENTILATION OG GODE SOLAFSKÆRMNINGER ER EN FORUDSÆTNING FOR AT OPNÅ ET GODT TERMISK INDEKLIMA I SUPERLAVENERGIHUSE.



Principperne for naturlig ventilation i Velfacs koncept "Bolig for livet"

PROCESSEN:

Ekolab (tidl. Ellehaug & Kildemoes) har været projektleder med det overordnede ansvar for problemkatalog, analyser, anbefalinger og formidling. UCN act2learn-teknologi, der undervejs overtog AAU's rolle i projektet, har indsamlet og bearbejdet måleresultater fra eksisterende lavenergi-byggeri, Bjerg Arkitektur har udarbejdet anbefalinger til integration i arkitektur og klimaskærm samt installationernes samspil med brugerne. Projektets to producenter, Nilan og Develco, har bidraget med viden om ventilation, varmegenvinding, varmepumper og kommunikationsløsninger og vil udnytte resultaterne til bedre systemløsninger og kommercielle produkter, der kan optimere brugeradfærd i forhold til energiforbrug og indeklima.

I projektet er der indsamlet målinger fra eksisterende lavenergi-byggeri, ligesom evalueringer

af kritiske forhold om indeklima og energiforbrug er gennemgået for at kortlægge de problemer, som introduktionen af superlavenergi-byggeri har medført. Disse problemer har bl.a. omfattet for lille opvarmning af huset i kolde perioder, tilsvarende overophedning i varme perioder, højere elforbrug, forkert eller vanskelig brugerbetjening af tekniske installationer samt mangelfuldt samspil mellem mekanisk og naturlig ventilation.

Projektet har også arbejdet med de tilgængelige beregnings- og simuleringssystemer, f.eks. Bsim, Be10 og det særlige passivhusprogram PHPP, der er udviklet af det tyske Passiv Haus Institut, og som bruges til at beregne, certificere og kvalitetssikre passivhus-byggeri. Nogle af de praktiske problemer, der er opstået i brugen af superlavenergi-huse, kan føres til-

bage til, at der har været forvirring omkring hvilke dimensionsgivende forhold, som der skal regnes med i superlavenergi-huse, bl.a. fordi disse huse har en anden tidsmæssig respons end mere traditionelt byggeri, og fordi en af intentionerne bag nogle af husene netop har været at designe dem med så lille energiforbrug, at der kan spares på den installerede effekt.

Projektgruppen har arbejdet med en helhedsorienteret tilgang, så det ikke kun er de enkelte delsystemer, der er analyseret, men samspillet mellem alle delsystemer og med brugerne, idet brugeradfærd har en særlig stor indflydelse på det samlede energiforbrug i superlavenergi-huse.

ET ENERGIEFFEKTIVT ELBASERET OPVARMNINGSSYSTEM MED VARMELAGRINGSBUFFER VIL GØRE SUPERLAVENERGIHUSE MEGET VELEGNEDE TIL SMART GRID-DRIFT.

RESULTATER:

Projektets analyser er udmøntet i et sæt anbefalinger, der er struktureret i følgende 19 temaer: Husets betjening, beregningsprogram, kompakt design, termisk masse, isolering, kuldebroer, vinduesarealer og disponering, vinduesprodukter, solafskærmning, lufttæthed, ventilation, sommertemperatur i kritiske rum, installeret effekt, effekt i kritiske rum, effekt og termisk differentiering, installationer, køling, projektgennemførelse samt Smart Grid og synergier.

Ang. betjening af husets installationer anbefaler projektgruppen, at brugeren kan benytte automatiseret styring, der er designet efter specifikke brugerønsker i det enkelte hus. Desuden bør der etableres visualisering af energiforbrug, der kan tilskynde til effektivisering.

Brugen af beregningsprogrammer er afgørende for at kunne forebygge indeklima-problemer og for højt energiforbrug, og det kan gøres mere præcist end generelt i dag. Der bør arbejdes med simulering af indeklimaforhold, f.eks. i Bsim, men beregninger kan også gøres med den nye udgave af Be10, der skal bruges til dokumentation af energimærke-beregning, eller PHPP. PHPP er f.eks. særligt velegnet til at bestemme naturlig sommerventilation samt varmetilskud fra apparater, der har relativt stor betydning i superlavenergihuse.

De forbedrede energiruder giver større designmæssige frihedsgrader. Generelt kan det bedre svare sig at anvende få store vinduer end flere små. Vinduestyper bør nøje udvælges i forhold til orientering mod verdenshjørner. Solafskærmning kan være nødvendig i super-

EFFEKT:

Det er projektgruppens forventning, at dens systematiserede anbefalinger vil tilskynde til at etablere flere superlavenergihuse hurtigere end krævet i Bygningsreglementet. En større dansk produktion af passivhuse vil også styrke danske producenters internationale konkurrenceevne, ikke mindst i forhold til tyske og østrigske konkurrenter, der har haft fordel af et markedsdækkende forspring i de senere år.

Superlavenergihuse sparer ca. halvdelen af energiforbruget i forhold til nybyggeri, der alene lever op til de aktuelle minimums energikrav. Projektgruppen har beregnet, at hvis knap halvdelen af nybyggeriet i 2015 opføres som superlavenergihuse stigende til alt nybyggeri i 2020, vil der i en 10 års periode frem mod 2021 kunne opnås en samlet energibesparelse på ca. 500 GWh, svarende til en CO₂-reduktion på ca. 65.000 tons.

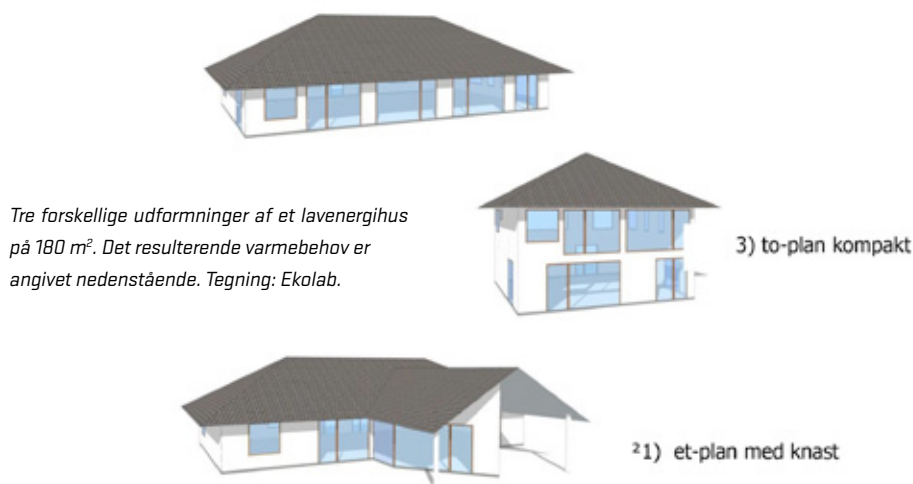
lavenergibyggeri, og "Indeklimahåndbogen" indeholder mange data herom.

Ved opførelse af superlavenergihuse bør der arbejdes meget omhyggeligt med samlinger og dampspærre. Blowerdoor-undersøgelse kan bruges til kvalitetssikring.

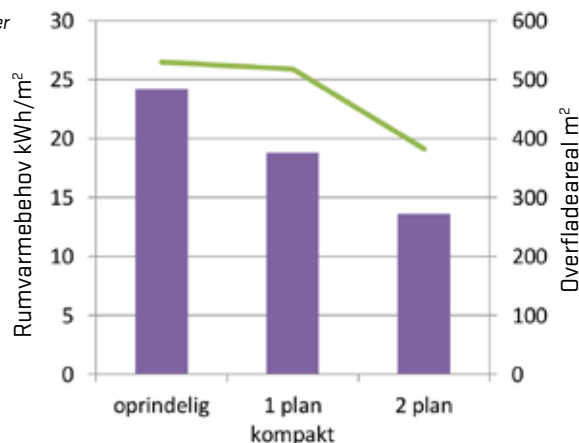
Kombinationen af naturlig ventilation, mekanisk ventilation og god solafskærmning er en forudsætning for at opnå et godt termisk indeklima. En del af indblæsningen kan med fordel etableres i soverum, så der opnås lavere rumtemperatur og bedre luftkvalitet om natten. Hybride ventilationsløsninger er også

en hensigtsmæssig forebyggelse af sommerophedning af kritiske, dvs. syd- og vestvendte rum.

Mange superlavenergihuse må forventes at basere deres opvarmning på eldrevne systemer, f.eks. styrbare varmepumper. Kombineres varmepumpen med et varmelager bliver et sådant opvarmningssystem meget velegnet til Smart Grid-drift med maksimal udnyttelse af lavpris-timer i elmarkedet. Et sådant system vil også gøre den timebaserede nettoafregning af solcelle-elproduktion mere fordelagtig.



Energibehov ved tre forskellige udformninger af 180 m² lavenergihus.



Energiklasse	Energertilskud E _{ref} kWh/m ² ,
A	0 ≤ E _{ref}
B	-17 ≤ E _{ref} < 0
C	-33 ≤ E _{ref} < -17
D	-55 ≤ E _{ref} < -33
E	-60 ≤ E _{ref} < -55
F	E _{ref} < -60

	Vindue med U-værdi optimeret rude	Vindue med g-værdi optimeret rude
Rudetype	4-20-4-20-4	4-20-4-20-4
U-værdi, center	0,50 W/m ² · K	0,62 W/m ² · K
g-værdi	0,49	0,62
Lt værdi	0,71 %	73 %
E _{ref}	+17,8 kWh/m ² pr. år	+32,7 kWh/m ² pr. år

Tabel 1. Klassificering af danske vinduer efter E_{ref} Tabel 2. E_{ref} værdi for standard rude størrelse 1,23 x 1,48 cm [24].

Ved at vælge et vindue med en optimeret U-værdi og/eller g-værdi kan opnås en E_{ref} der er bedre end et vindue i energiklasse A. Vinduer med optimeret g-værdi anvendes med fordel mod syd, evt. øst og vest. Vinduer med optimeret U-værdi anvendes med fordel mod nord.



Eksempel på udvendig automatisk solafskærmning som screens. Foto: Acrimo Solafskærmning A/S.



Top-down/bottom-up plisse er en indvendig solafskærmning med stor fleksibilitet og høj brugervenlighed. Foto: Faber.

Projektledelse:

Klaus Ellehauge
Ekolab
Vestergade 48 H, 2.tv
8000 Aarhus C.

E-mail: ke@ekolab.dk
Telefon: 86 13 20 16
Web: www.ekolab.dk

Projekt:

Titel: Løsninger til optimal klimatisering af superlavenergi huse – Vi skal gøre det rigtigt denne gang!
Nr. 344-065
PSO Program 2012
Budget i alt: 1.025.000 kr.,
hvoraf 686.650 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.04.2012-31.03.2014

Program-koordinator:

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

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

Effektbehov til rumopvarmning i Thyholm Huset (superlavenergi huse) time for time hen over året. Størst varmebehov er registreret i begyndelsen af februar. En installeret effekt på 10,2 W/m² kan klare varmebehovet.

HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

Det er projektgruppens ambition at få formidlet sine anbefalinger til byggebranchen så hurtigt som muligt. Derfor er de anbefalinger, der konkluderer hvert af slutrapportens temaer, samlet i en overskuelig PDF-fil, der kan downloades fra www.elforsk.dk under projekt 344-065's særlige område. Ekolabs medarbejdere er i forvejen engageret i en række kurser målrettet arkitekter og ingeniører, og den nye systematiserede viden om årsager til og forebyggelse af indeklimaproblemer og for højt energiforbrug vil blive udnyttet i disse kurser.

UCN act2learn TEKNOLOGI planlægger også at bruge anbefalingerne i efteruddannelsen af ingeniører, arkitekter og konstruktører, der bl.a. skal varetage projektering af tekniske installationer i nybyggeriet og design af energi-optimerede løsninger. Endvidere benyttes de i ingeniøruddannelsen på Aalborg universitet.

Nilan og Develco har udtrykt interesse for at bruge anbefalingerne til yderligere at optimere deres systemløsninger og produkter. Nilan er i forvejen involveret i mange superlavenergi projekter og satser nu på at kunne udvikle endnu mere effektive ventilations- og varmepumpesystemer. Develco, der har systematiseret begrebet brugerdreven innovation i sin produktudvikling, er blevet inspireret til at udvikle mere avancerede kommercielle produkter, der kan tilskynde brugere af superlavenergi huse til at udnytte potentialet endnu bedre.

Endelig er det projektgruppens forventning, at et mere målrettet arbejde med at optimere de løsninger, der benyttes i superlavenergi huse, kan sikre danske producenter en stærkere position på det europæiske nybyggerimarked og derigennem bidrage til flere arbejdspladser i takt med, at EU-lovgivning skærper kravene til alt nybyggeri i Europa. Der er også udsigt til en indirekte afsmittende effekt på energirenovering af eksisterende byggeri.

EFFEKTBEHOV (kW) I LØBET AF ÅRET

