

## KomfortHusene – 10 parcelhuse i passivhusklassen

Af Charlotte Højmark, Isover Scandinavia

### Projektet

KomfortHusene er Danmarks hidtil største udviklingsprojekt indenfor énfamiliehuse med ekstremt lavt energiforbrug. Initiativtager er Saint-Gobain Isover, og projektet har involveret hundredevis af firmaer fra byggebranchen.

Byggeprojektet løber over to år (2007-2008), hvor 10 énfamilieboliger i passivhus-klassen opføres i en samlet bebyggelse.

Formålet med projektet er

- At udvikle og afprøve forskellige metoder og løsninger i praksis.
- At skabe og udbrede ny viden til byggebranchen om energirigtigt byggeri.
- At demonstrere, at det allerede i dag er muligt at bygge huse med meget lavt energiforbrug, og at de kan bygges:
  - Efter danske byggetraditioner
  - Med stor arkitektonisk frihed
  - Som attraktive og moderne boliger
  - Med højere komfortniveau end standardboliger

### Organiseringen

Vi valgte at bygge individuelle énfamiliehuse, fordi det giver mulighed for at involvere mange deltagere både på designsiden og i den udførende del. Det giver også mulighed for at prøve mange forskellige løsninger af i forholdsvist lille målestok og for at demonstrere spændvidden i de arkitektoniske muligheder. Endelig forventede vi, at 10 forskellige arkitekttegnede parcelhuse i en samlet bebyggelse kunne tiltrække mange besøgende, hvilket viste sig at holde stik.

Byggegrundene blev købt i november 2006. I marts 2007 var der informationsmøde, hvor prækvalifikationsmaterialet blev udleveret.

20 konsortier blev prækvalificeret og deltog derefter i en to-dages workshop om passivhus konceptet og om projektet.

Derefter blev de 10 projekter udvalgt og projekteringsarbejdet gik i gang i juni 2007.

I den oprindelige tidsplan var sluttidspunktet udgangen af september 2008; men tidsfristen for færdig-

gørelse af de sidste huse har måttet forlænges, så de nu forventes færdige med udgangen af november.

Ved prækvalifikationen blev der ud over de sædvanlige økonomiske og faglige vurderinger af firmaerne lagt vægt på:

- at det var et samlet konsortium, der gik ind i projektet;
- at man var parat til samarbejde og videndeling på tværs i projektet; samt naturligtvis
- at skitseprojektet havde potentiale til at kunne blive et certificeret passivhus.

Ved udvælgelsen af de 10 projekter blev der lagt vægt på:

- arkitektoniske kvaliteter,
- boligkomfort,
- byggetekniske udviklingsmuligheder,
- at husene kan sælges på den pågældende lokalitet, og
- at vi fik sammensat en bebyggelse med varierende stil og byggeteknik.

Isover har været initiativtager og står bl.a. for workshops og anden uddannelse samt fælles markedsføring af projektet.

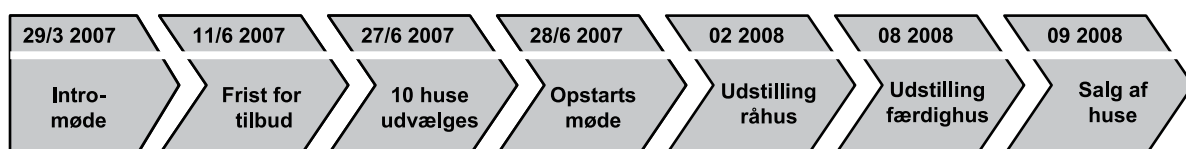
Finansiering af byggeriet sker via selskabet KomfortHusene, ejet af Middelfart Sparekasse og Zeta Invest A/S, som købte byggegrundene og derefter tegnede kontrakt med hvert enkelt konsortium.

Ejendomsmæglerfirmaet "Et godt hjem" står for salget af husene

### Samarbejde og vidensdeling

Vidensdeling har fra starten været en rød tråd i projektet. På diverse workshops og møder har deltagerne udvekslet erfaringer og ideer til løsninger. De 10 projekter er kørt på et fælles projektweb og når selve byggeprocessen er slut, vil den indsamlede viden blive gjort tilgængelig for resten af byggebranchen.

Det har krævet at vi har arbejdet bevidst med tillid og samarbejde deltagerne imellem; men vi har også fået meget ny viden og praktiske erfaringer ud af det.



Tidsplan for projektet.

### Komfort

Passivhus-konceptet medfører i sig selv et bedre komfortniveau end i standardboliger på tre områder, nemlig *bedre termisk komfort*, som følge af de varme overflader på konstruktioner og vinduer, *bedre lydisolering mod nabo- og trafikstøj* på grund af de mange lag i konstruktioner og ruder; samt *bedre luftkvalitet* på grund af den styrede ventilation.

For at opnå et højt niveau for alle aspekter af komfort var det en del af udbudsbetingelserne at konsortiet arbejdede med gode dagslysforhold, gode lydforhold internt i boligen, samt at der blev etableret komfort gulvvarme i badeværelserne.

En Ph.D.-studerende fra Ålborg Universitet, Arkitektur og Design følger projektet frem til 2010 og indsamler og formidler ny viden om byggetekniske forhold såvel som arkitektoniske forhold. Derudover laver hun en undersøgelse af beboernes subjektive oplevelse af boligkomforten.

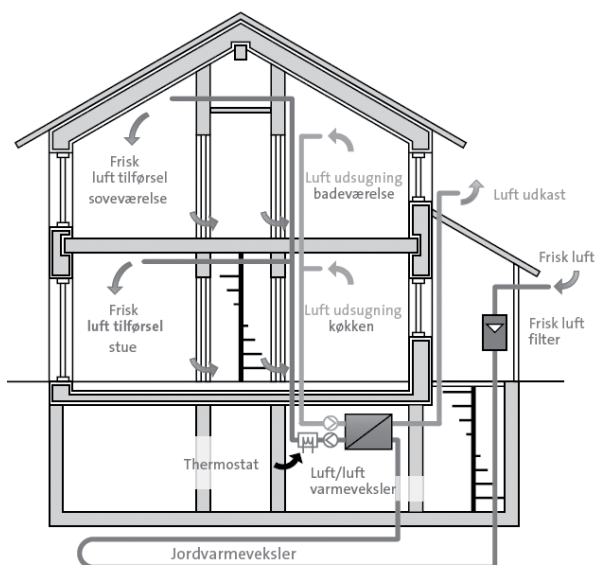
### Treårigt måleprojekt dokumenterer komforten og energideevnen

Et måleprojekt ledet af Ålborg Universitet undersøger komforten og energiforhold i husene.

Indledningsvis foretages lydmålinger og målinger af dagslyskvaliteten.

Derefter måles energiforbruget og luftkvaliteten i husene løbende gennem en treårig periode. I den forbindelse har samtlige huse fået dispensation til at køre med behovsstyret ventilation.

Efter de tre år vil husene blive underkastet en BlowerDoor test og resultatet sammenlignet med resultatet fra certificeringen.



*Principtegning for udluftning af passivhus. Den fugtige luft fra køkken, bad og WC ventileres bort, mens der ledes frisk luft ud til opholdsrummene.*

### Hvorfor netop passivhuse?

Passivhus-standarden er et veldefineret og gennemprøvet koncept.

Der findes allerede omkring 15.000 bygninger rundt om i verden, der er bygget efter den tyske PassivHaus Standard. De ældste er bygget for mere 20 år siden og har stadig en god energi-økonomi og et godt indeklima. Så vi ved, at det virker.

Desuden findes der en certificeringsordning til standarden og et sæt præcist definerede kriterier, der skal være opfyldt.

Konceptet er altså operativt allerede i dag, og vi kunne gå i gang straks, uden at bruge ressourcer på at opfinde den dybe tallerken en gang mere.

### Konceptet

Passivhus konceptet tager udgangspunkt i en optimal udnyttelse af den passive varme i bygningen. Princippet er kendt fra termokanden. Jo bedre man holder på varmen, des mindre energi skal der bruges til at opretholde den ønskede temperatur.

En kompakt bygningskrop, velisolerede og lufttætte konstruktioner; vinduer med optimal placering og ekstra lav U-værdi, samt et effektivt luft-til-luft varmegenvindingsanlæg sikrer tilsammen et meget lavt varmetab fra bygningen.

Derved bliver energibehovet til opvarmning så lavt, at den passive solvarme samt internt varmetilskud fra personer og apparatur i boligen er tilstrækkeligt til at opretholde den ønskede indetemperatur i det meste af året. Varmebehovet skal være så lille at det nødvendige tilskud af energi til opvarmning i årets koldeste uger kan tilvejebringes med en forholdsvis simpel installation. Det optimale er, når al tilskudsvarmen kan bringes ind i rummene med indblæsningsluften.

I den tempererede klimazone er det specifikke krav at varmebehovet er maks. 15 kWh/m<sup>2</sup> nettoeta-geareal/ år.

Derudover designes installationen, så det nødvendige tilskud til køling/opvarmning af rummene samt til opvarmning af brugsvand tilvejebringes på en energieffektiv måde. Typisk ved brug af en varmepumpe med høj effektivitet. Eventuelt suppleret med jordvarmeanlæg eller solfanger.

Konceptet anvendes ikke kun på boliger, men på alle typer af temperaturregulerede bygninger, ligesom det kan anvendes i alle klimazoner.

Konceptet dikterer ikke en bestemt måde at løse energi-optimeringen på.

Certificeringen som passivhus afhænger alene af om tre kriterier er opfyldt:

- Krav til maks. energibehov til rumopvarmning/køling
- Krav til maks. samlet energibehov til drift af bygningen
- Krav til maks. infiltration ved en BlowerDoor test

Udover de tre kriterier er der yderligere tre pejlemærker som det anbefales at man forsøger at opfylde. De tre anbefalinger har alle relation til komforten i bygningen:

- Anbefaling af maks. dimensionerende varmetab
- Anbefaling af maks. overtemperatur
- Anbefaling af maks. U-værdi for vinduer

Et lavt dimensionerende varmetab er betingelsen for at det nødvendige tilskud af varme kan bringes ind i rummene med indblæsningsluften. Sættes indblæsningsstemperaturen eller indblæsningsraten for højt giver det et ubehageligt indeklima. Man må derfor ty til vandbåret distribution af varmetilskuddet, hvis bygningens design giver et højere varmetab i et enkelt rum eller i bygningen som helhed. Det vil alt andet lige forhøje omkostningerne ved byggeriet.

Overtemperatur i rummene har naturligvis en direkte effekt på komforten, og bør så vidt muligt undgås. Store glasarealer, helst sydvendte er en del af konceptet, da bygningens varmforsyning om vinteren afhænger af solindfaldet. Der skal derfor i designfasen tænkes på en metode til at afskærme for direkte solindfald i sommerperioden.

Det kan gøres konstruktivt ved overdækning eller udhæng, men også med bevægelige afskygninger som markiser, udvendige persienner, skodder eller sågar løvfældende planter.

Lav U-værdi på vinduer er udover at medvirke til lavt energiforbrug også med til at give en god komfort i rummene. Et vindue med lav U-værdi vil have en overfladetemperatur, der er meget tæt på rumtemperaturen og derfor ikke give kuldefornemmelser, selvom man møblere helt tæt ud mod vinduesåbningen. Vinduer med lav U-værdi er altså med til at sikre god termisk komfort og gode dagslysforhold i opholdszonerne.



Vinduesløsning med produkt baseret på genbrug af polyuretan. Materialet er lufttæt, isolerende og nemt at bearbejde med almindeligt værktøj.

## Udfordringer

Undervejs i byggeriet er vi stødt på små og store udfordringer, og har i fællesskab fundet løsninger på de fleste. En af udfordringerne har fx været hvordan man indbygger vinduer tilstrækkeligt lufttæt og med meget lille eller ingen kuldebro i samlingerne, især i hulmurskonstruktioner.

Forskellige løsninger er blevet afprøvet i projektet, og vi vil samle op på hvilke fordele og ulemper der er ved de enkelte metoder.

Parcelhuse i moderne dansk arkitektur, som de 10 KomfortHuse, har større ventilationsvolumen i forhold til etage-arealet end traditionelt tysk byggeri. Det betyder at den klassiske passivhus-installation med ventilationsanlæg, luft til luft varmeveksler, varmepumpe og varmtvandsbeholder, bygget sammen i et såkaldt Compact Aggregat på størrelse med et almindeligt højskab, ikke kan yde den tilstrækkelige luftmængde med den nødvendige varmegenvindingseffekt. Så hvert hus har skullet finde en anden løsning.

Husenes orientering på grunden har betydning for solindfaldet. Vinduer mod syd skal så vidt mulig være fri for skygger i horisonten.

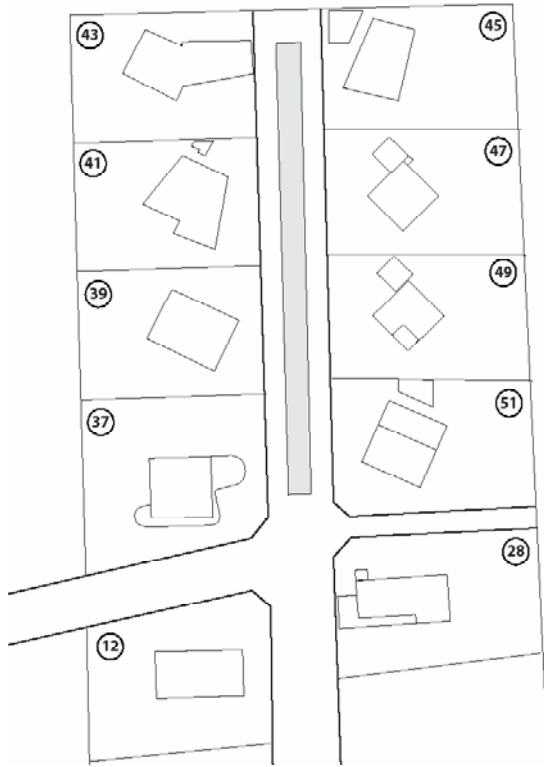
Projektet blev gennemført på et areal der allerede var byggemodnet og hvor der var en lokalplan med ret stringente bebyggelsesregulerende bestemmelser; bl.a. et stramt byggefelt, naturligvis med den hensigt at forhindre naboer i at tage udsigten fra hinanden. Med den normale placering på grunden, nemlig med facaden parallelt med vejen ville husene have skygget for hinanden i forhold til solindfald fra syd.

På et fællesmøde puslede vi husenes placering på plads, så alle kunne få sol fra syd. Det betød at vi måtte dreje nogle af husene i en skæv vinkel i forhold til vejen. Enkelte projekter måtte derefter ændre på bygningskroppens udformning for at kunne være på byggefeltet



VP18 Compact aggregat. Udviklet af Nilan A/S til de danske boligstørrelser. Aggregatet er anvendt i seks af husene.

Dette er blot et par eksempler på hvad der allerede er kommet ud af projektet. Der er mange andre udfordringer. De fleste er relevante uanset om man bygger i passivhusklassen eller andre former for lavenergibyggeri.



*Drejet på grunden. Orientering i forhold til solindfald har betydning for alle typer af lavenergibygninger, herunder for dagslyset i bygningen og for anvendelsen af udendørs arealer.*

Afslutningsvis kan vi pege på nogle af de udfordringer, som det vil være godt at få løst, når vi skal bygge fremtidens lavenergibygninger.

#### Politiske udfordringer:

- Dansk definition af en passivhus klasse.
- Lokalplanlægning og byplanlægning, der befordrer at bygningerne placeres optimalt i forhold til solindfald.
- Lokalplanlægning, der fremmer kompakt byggeri, fx parcelhuse i to etager.
- Beskatning af bygningers netto-etageareal i stedet for bruttoareal.
- Afregningssystem på forsyningsområdet, der giver økonomisk incitament til at vælge CO<sub>2</sub>-effektive energiformer som fjernvarme, også til bygninger med meget lavt forbrug.

#### Udfordringer til byggebranchen:

- Bredt sortiment af vinduer og døre i dansk design, der modsvarer krav om meget lav U-værdi.
- Udvikling af materialer og metoder til at sikre lufttæthed.
- Udvikling af metoder og materialer til at bygge med samlinger uden kuldebroer.
- Uddannelse/efteruddannelse i at bygge lavenergi-huse, både for designere og for det udførende led.

Yderligere oplysninger om projektet på:

[www.komforthusene.dk](http://www.komforthusene.dk)



*KomfortHusene i Skibet ved Vejle. Arkitektfirmaet Jordan & Steenberg. Lunderskov Nybyg A/S. Cenergia Energy Consultants.*