PEP

Promotion of European Passive Houses

www.europeanpassivehouses.org

Guide til passivhuse - for developere

Udarbejdet af:

Jyri Nieminen (VIT, Finland)

Jeni Jahn (VIT, Finland)

Miimu Airaksinen (VIT, Finland)

Oversat og tilpasset danske forhold af:

Troels Kildemoes (Ellehauge & Kildemoes)

November 2007

VTT

Intelligent Energy Europe

Hvad er PEP ?

PEP, som betyder 'Promotion of European Passive Houses' (dansk: Promovering af europæiske passivhuse) udgøres af et konsortium bestående af 11 europæiske deltagere. Projektet er støttet af EU under regi af IEA. Dansk deltager i projektet er ingeniørfirmaet Ellehauge & Kildemoes.

I disse tider, hvor stigende energipriser er dagligdag og at udledningen af drivhusgasser fortsat vokser markant, bliver energieffektivitet mere og mere betydningsfuld. Energieffektivitet er ikke længere kun et miljøspøgsmål, nu er det også et økonomisk.

Omtrent 40 % af al energi i Europa bruges i bygninger. Passivhus konceptet bruges primært i boliger, men konceptet kan med fordel bruges i mange andre slags bygninger. Som tallene tydeligt viser, er energibesparelser ved at bruge konceptet meget markante. Dette har medført, at et stigende antal bygherrer og aktører indenfor europæisk byggeri nu har valgt passivhuskonceptet som fremtidens måde at bygge på.

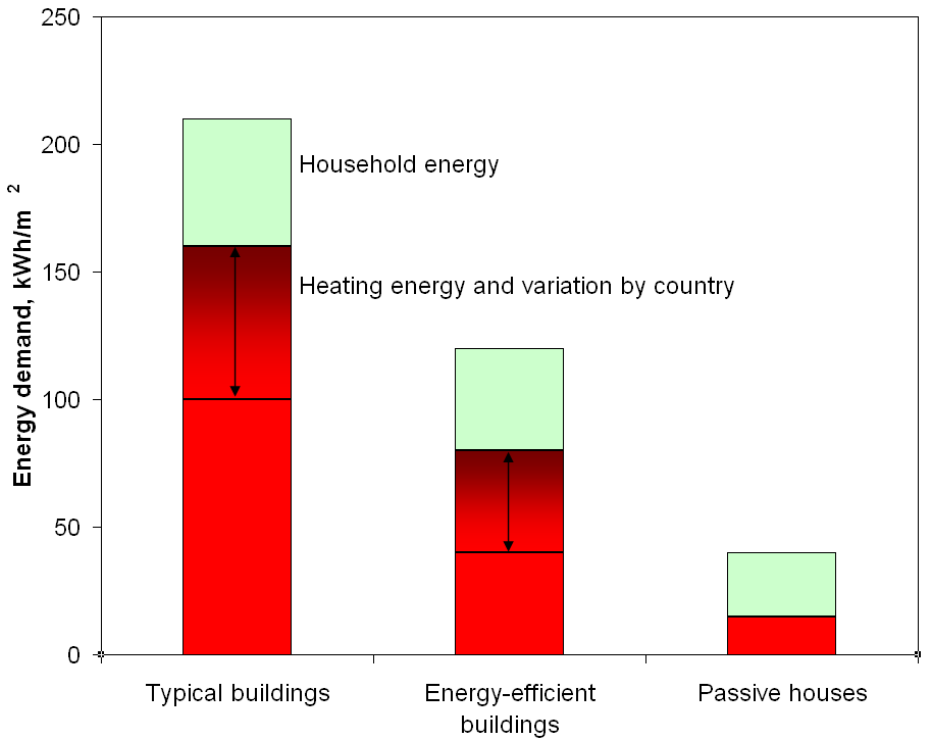
Passivhus-definition

Et passivhus har et ekstremt lavt energibehov sammenlignet med mindstekravet til danske huse bygget efter det nye bygningsreglement 2006. Ses der specifikt på rumvarmebehovet, er det tilladelige rumvarmebehov i et passivhus 5-6 gange lavere end for nye danske huse. Baseret på den såkaldte PHPP beregningsmodel er energikravene følgende:

det totale energibehov til rumopvarmning skal begrænses til 15 kWh/m² boligareal

det totale primære energibehov til varmt brugsvand, rumopvarmning/køling, ventilation, pumper, husholdningsstrøm, lys mv. skal begrænses til 120 kWh/m² boligareal.

I nordiske lande med områder over 60. breddegrad (ikke Danmark), tillades justering af energikravene efter områdespecifikke forhold. De områdespecifikke forhold kan studeres på følgende web-side: http://www.europeanpassivehouses.org/.



Det samlede energibehov i passivhuse er markant lavere end energibehovet i nye boliger

Økonomiske betragtninger for passivhuse

Økonomien i passivhuse har været ganske afgørende for konceptets udbredelse (der findes ca. 8000 passivhuse idag). Den typiske merinvestering i de lande, hvor konceptet har vundet voldsomt frem og hvor der er stor erfaring (særligt Tyskland, Østrig og Schweiz), ligger typisk på 5-15 % i forhold til et traditionelt hus.

I forhold til traditionelle huse koster det ekstra at forbedre energi-effektiviteten af en bygning til passivhus-niveau. Design og byggefase er mere tidskrævende samt klimaskærm er dyrere pga. den øgede isolering. Varmesystemet, som kan forenkles pga. det ekstremt lave varmetab, giver omvendt en markant besparelse på installation.

De højere omkostninger ved at etablere et passivhus, opvejes efterfølgende af lavere omkostninger til energi- og vedligeholdelse. Den økonomiske grundtanke bag passivhuse er at "huslejen", dvs. udgift til henholdsvis boliglån og energi, ikke må være højere end for et tilsvarende normalt hus. Om det præcis balancerer eller hælder lidt til den ene side, afhænger naturligvis af energipriserne men også af finansielle aspekter som boliglån og eventuelle støttemuligheder.

For at få en bedre forståelse af konceptet bag passivhuse, kan man studere nedenstående figur, som viser en grafisk fremstilling af udviklingen i omkostninger ved at reducere energiforbruget. Den blå kurve viser byggeomkostningerne, grøn kurve energiforbrug og rød kurve totalomkostning. Byggeomkostningerne vokser tilnærmelsesvis eksponentielt ved lavere energiforbrug indtil "passivhus-punktet" 15 kWh/m^2, hvor der pludseligt optræder et fald i byggeomkostninger såvel som i totalomkostning. Faldet i byggeomkostninger hænger sammen med, at traditionelt varmeanlæg ikke længere er nødvendigt og kan spares bort.

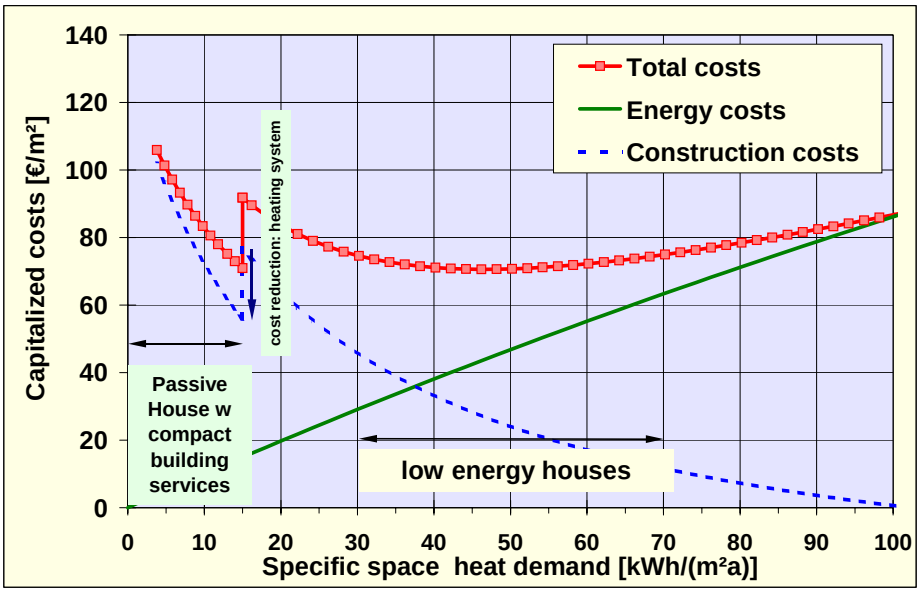


Illustration af det økonomiske koncept bag passivhuse

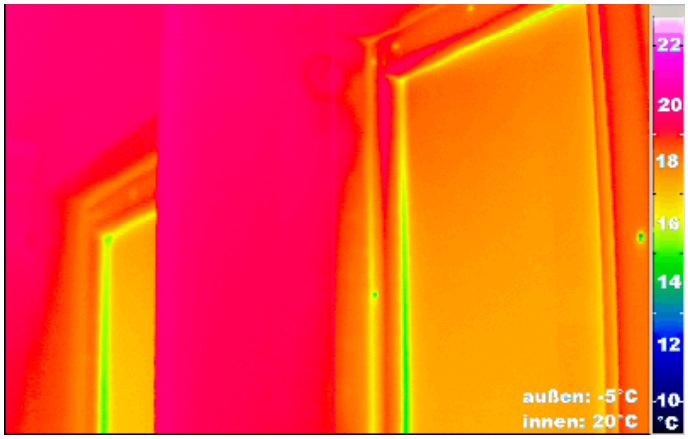
I Danmark og i andre lande, som først nu er ved at bygge de første passivhuse, vil det være vanskeligt at holde merudgiften i forhold til traditionelt byggeri på 5-15 % ved de første byggerier. Der vil være en periode med usikkerhed omkring planlægning, design og fremstilling, hvilket giver en meromkostning i stort set alle fremstillingsled. Ved de første demonstrationsprojekter skal man derfor forvente en merudgift over 15 % i forhold til traditionelle huse.

Et af de mest omtalte lavenergihus projekter indenfor de seneste år er Lavenergihus 2005, som er udviklet i et samarbejde mellem Seest Huse og Rockwool. Huset er et eksempel på et dansk lavenergihus, som næsten opfylder passivhus-kriterierne (årligt rumvarmeforbrug er beregnet til ca. 18 kWh/m^2 jævnfør PHPP) og samtidig matcher danske byggepriser. Lavenergihus 2005 har en kvadratmeterprisen på ca. 11.000 kr.

Lavenergihus 2005 fra Rockwool / Seest Huse

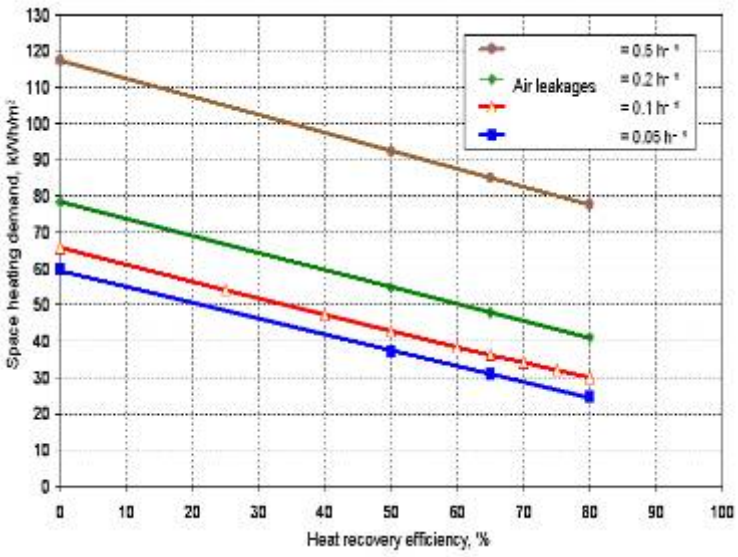
Energi og effektkrav

Det dimensionerende varmetab i passivhuse må ikke overstige ca. 10 W/m^2 (til sammenligning har nye danske huse et dimensionerende varmetab på typisk 35-45 W/m^2). For at opfylde dette krav skal bygningens varmetab reduceres til et absolut minimum via en ekstremt velisoleret og tæt klimaskærm. Dette betinger gennemarbejdede designløsninger samt godt byggehåndværk. Idet erfaringen med passivhuse i Danmark er meget ringe, er der behov for grundige guidelines og opsyn i både design og byggefase.



God isolering og gode vinduer i passivhus-klasse – ingen kolde overflader (kilde: http://www.passivhaustagung.de/)

Pga. det ekstremt lave varmetab kan passivhuse opvarmes udelukkende via ventilationsanlægget. Opvarmning udelukkende via ventilationsanlægget er dog stort set ukendt i Danmark. Derfor er guidelines/brugerinformation om korrekt brug/drift af ventilationsanlægget et vigtigt element i at få tilfredse brugere samt i at undgå øget energiforbrug i huset.



God byggekvalitet har stor indflydelse på de løbende driftsudgifter. God tæthed og effektiv varmegenvinding på ventilationsluft reducerer rumvarmeforbruget og dermed de løbende driftsudgifter.

Procurement

Sammenlignet med traditionelle huse er design og byggefase for passivhuse mere tidskrævende. Men i begge tilfælde kan der opnås markante besparelser, når der er opbygget erfaring både omkring design af husene samt den håndværksmæssige udførelse.

Idet passivhuse har et ekstremt lavt effekt- og varmebehov, er det vigtigt at både design og udførelse er på et højt niveau for ikke at opnå et dårligt slutresultat.

Procurement processen har to hovedmål: opfyldelse af normale krav til boligfunktionaltet samt opfyldelse af kravene til passivhuse. Disse krav skal udgøre den røde tråd i design og konstruktionsfase. De følgende elementer er vigtige for slutresultatet:

Indledende design fase
Beslutning om at bygge i passivhus standard
Bygherrens grundlægende krav til arkitektur og indretning
Omgivelser – orientering, skyggefaktorer, vindretning mv.
Bygningstype samt indledende valg af materialer og tekniske systemer

Design fase 1
Brug passivhus guidelines
Valg af klimaskærmstype inkl. døre og vinduer
Valg af varme og ventilations system
Beregninger med PHPP, iterativ proces

Designfase 2 - detailplanlæning
Endelig fastlæggelse af indretning samt placering af teknisk udstyr inklusiv diverse kabel og rørføring
Eliminering af unødvendige kuldebroer for lastbærende elementer
Endeligt design af HVAC-anlæg
Certificering af bolig efter passivhus standard

Licitations- og konstruktionsfase
Indhentning af tilbud
Valg af tilbudsgiver efter pris, erfaring, referencer, kvalitet mv.

Byggefase
Løbende kvalitetskontrol under byggeproces
Indkøring af ventilationsanlæg
Indkøring af øvrigt HVAC-udstyr
Trykprøvning af bygning eventuelt suppleret med termografi

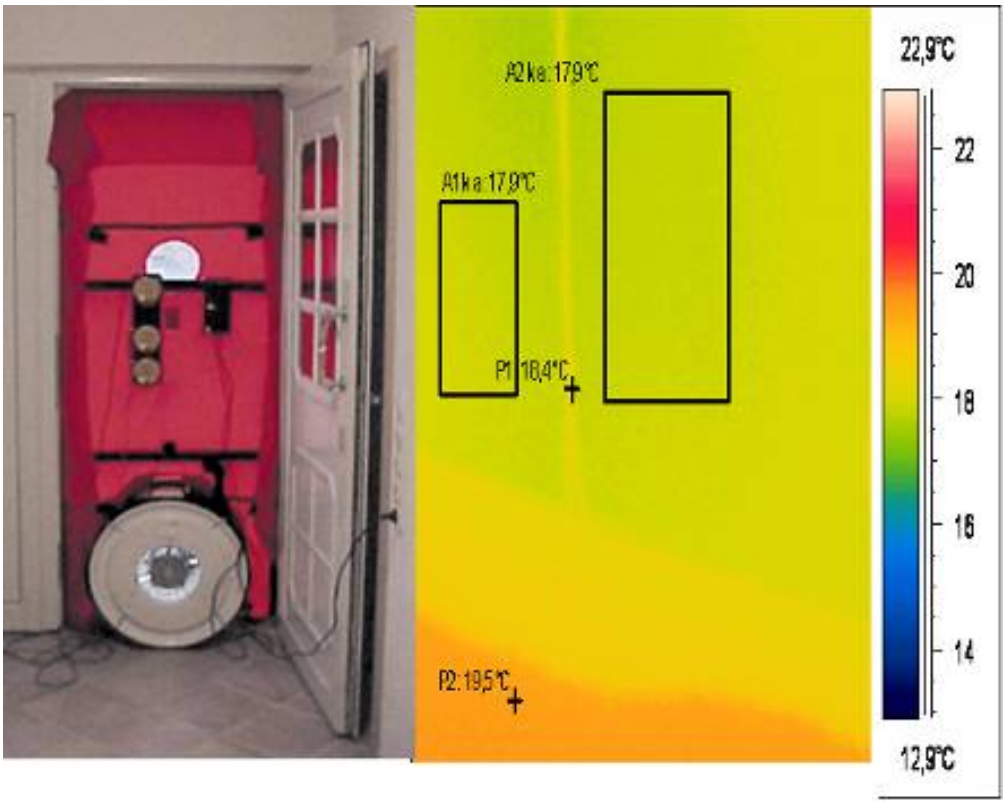
Vedligeholdelse
Brugermanual for bedst mulig drift af huset
Vedligeholdelsesmanual for teknisk udstyr
Skema for årlige check af energiforbrug

Det er meget vigtigt, at der under hele byggeprocessen er hyppige kontrolbesøg for at sikre en høj kvalitet. Før brugere tager huset i brug skal der som minimum udføres en blowerdoor test for at sikre god tæthed af huset (termografi-test og røgtest kan også anbefales især ved 1. generationshuse).

Konstruktion

De vigtigste faser i byggeriet er isoleringsarbejde samt sikring af tæthed i bygningen. For isoleringen, uanset type, er det vigtigt at eliminere sprækker og hulrum, som kan skabe luftbevægelse og dermed forringelse af isoleringsevnen.

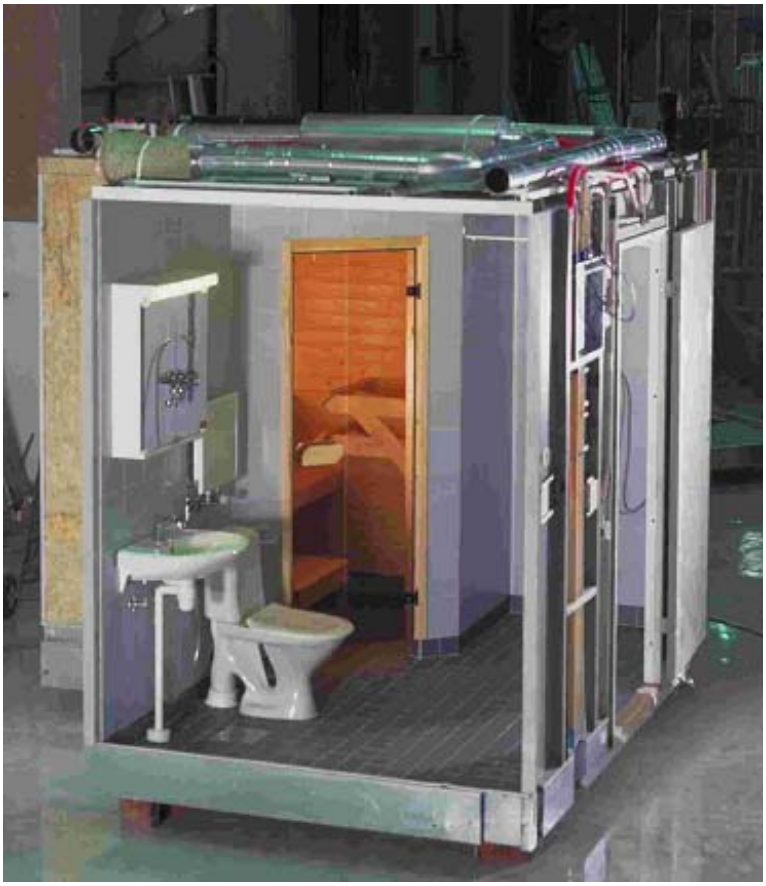
Det er fordelagtigt at matche isolerings-dimensioner og konstruktionsdimensioner, således skærearbejde i isoleringen mindskes. Præfabrikerede elementer er særligt interessante for passvhuse, idet isolering og tæthed nemmere kan opnås.



Kontrol af tæthed med Blowerdoor test samt termografi af ydervæg.

Forbindelse væg-vindue og væg-dør er ofte en markant kilde til utætheder. Derfor er det vigtigt at fokusere på tæthed ved disse samlingsdetaljer og at benytte de mest optimale tætningsmetoder. Omkring materialer til tætning (lim, gummi, tape mv.) er der en løbende diskussion om langtids-holdbarheden. Man bør altid vælge testede produkter, hvor der foreligger gode referencer.

Ventilationskanaler skal forsøges placeret på den varme side af luft/dampspærren. Kun rør til luftindtag samt rør til udluftning bør bryde spærren. Ved gennembrydning skal der tætnes meget grundigt eventuelt ved brug af gennemføringsflanger. Ventilationskanaler skal vælges så korte som muligt. Omhyggelig installation inklusiv isolering af ventilationsrør giver bedre sikkerhed for god virkningsgrad samt lav støj. Såfremt der opdages designfejl under byggeriet, skal de løses i samarbejde mellem arkitekt og HVAC-tekniker.

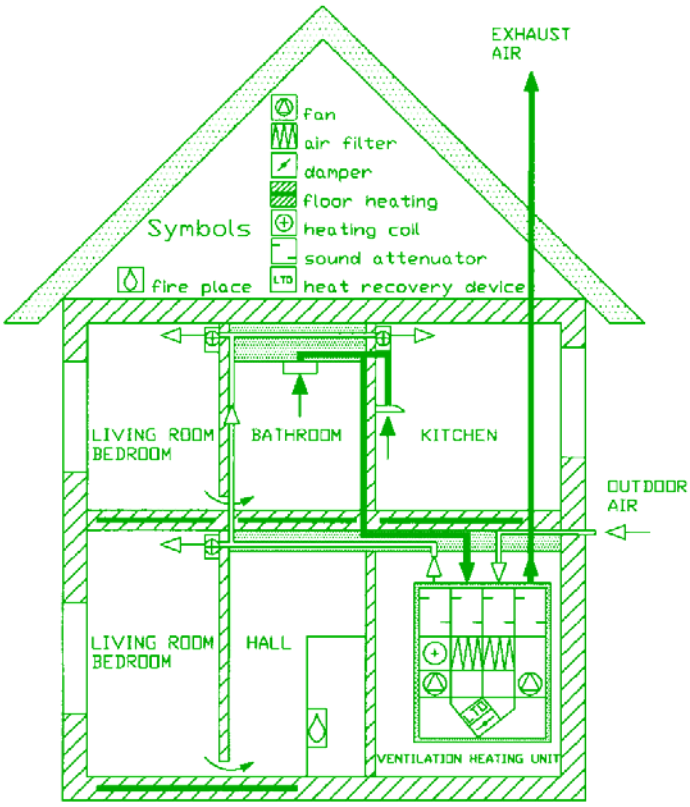


Finsk eksempel på et præfabrikeret vådrumsmodul som indeholder alle varme- og ventilationskomponenter. Al teknik er forberedt for direkte tilkoblng på byggepladsen (kilde: VTT)

Det er vigtigt at fokusere på isoleringen af ventilationskanalerne, idet ventilationskanalerne bruges til lede varm luft frem til de rigtige steder uden tab undervejs. HVAC-udstyr (inkl. varmtvandsbeholder) bør placeres steder, hvor varmen kommer huset til gode. En central placering af teknikrum er mest oplagt for at undgå lange rørføringer.

Isolering af rør for varmt brugsvand er vigtig. I tilfælde af brugsvandscirkulation, kan varmetabet fra uisolerede rør udgøre næsten 20 % af det samlede rumvarmeforbrug. I sommerhalvåret kan varmetabet fra uisolerede cirkulationsrør forøge risikoen for overophedning.

I forbindelse med byggeafslutning skal huse kontrolleres efter procedurer i PHPP-certificeringsmanualen. Kontrollen omfatter visuel inspektion og diverse test, herunder funktion af ventilationsanlæg, trykprøvning af hus, termografi mv.



Ventilation-system i et passivhus