



Hvad er et dansk passivhus?

Betegnelsen ”passivhaus” stammer fra Tyskland og Østrig, hvor der nu er bygget mere end 9000 boliger efter konceptet, som resulterer i et ekstremt lavt energiforbrug til opvarmning af huset. Det dimensionerende effektbehov er endvidere så lille, at passivhuse med fordel kan opvarmes direkte via ventilationsluften.

”Passivhaus” eller på dansk ”passivhus” betegnelsen er ikke beskyttet, så alle har lov til at kalde en bygning for et passivhus. I Tyskland og Østrig eksisterer der imidlertid en certificeringsordning, således at kun huse der opfylder en række nøje definerede bestemmelser kan opnå et certifikat. Certificeringsordningen er udviklet af Passiv Haus Institut i Darmstadt (PHI), som også står bag udviklingen af passivhus konceptet. En karakteristisk bestemmelse i certificeringen er, at et passivhus har et energiforbrug til rumopvarmning, som ligger under 15 kWh/m² bolig pr. år.

I det europæiske PEP-projekt (Promotion of European Passive Houses), hvor Ellehaug & Kildemoes var dansk deltager, blev der arbejdet med at formidle viden om passivhuse til 9 europæiske lande, og det har i projektet været diskuteret, hvorledes definitionen for et certificeret passivhus skulle se ud i andre lande og klimaer.

Fælles europæisk passivhus definition

Resultatet var, at man sammen med Passiv Haus Institut i Darmstadt blev enige om en fælles europæisk definition, som lyder således:

For breddegrader mellem 40° - 60° nordlig bredde, og *under forudsætninger specificeret i PHPP beregningsmodellen* er:

- det totale energi behov til rumopvarmning begrænset til 15 kWh/m² boligareal;

- det totale *primære energi forbrug* til varmt brugsvand, rumopvarmning/køling, ventilation, pumper, husholdningsstrøm, lys mv. begrænset til 120 kWh/m² boligareal.
- husets lufttæthed målt ved blowerdoor-test $n_{50} < 0.6 \text{ h}^{-1}$

Med hensyn til energibehovet til rumopvarmning skal det bemærkes, at det ikke er tilladt at nå de 15 kWh/m² ved hjælp af produceret varme f. eks. fra et solvarmeanlæg. Derimod kan det primære energibehov godt nedsættes ved hjælp af solvarme, men ikke ved hjælp af el fra solceller. Det skal endvidere bemærkes, at de 120 kWh/m² i primær energi er fremkommet ud fra en konverteringsfaktor 2,7 mellem elforbrug og primært energiforbrug til produktion af el. I Danmark bruger vi i forbindelse med bygningsreglementet en faktor på 2,5. Man er i passivhus definitionen åben over for, at man i de forskellige lande benytter forskellige konverteringsfaktorer.

I Danmark gælder således, at et hus først kan blive et certificeret passivhus, hvis det årlige energiforbrug til opvarmning ligger under 15 kWh/m² udregnet med danske klimadata, men med beregningsprogrammet PHPP, som er udviklet af Passiv Haus Institut. I ovenstående definition skal man endvidere bemærke, at der som boligareal benyttes det indvendige gulvareal, medens vi i Danmark er vant til benytte arealet baseret på udvendige mål.

Beregninger med PHPP og Be06

Da lavenergihuse i Danmark fremover designes og beregnes med beregningsprogrammet Be06, som også benyttes ved energimærkningen, er det naturligvis interessant at se på, hvorledes 15 kWh/m² udregnet med PHPP ser ud, hvis det samme hus beregnes med Be06.

De afgørende forskelle mellem beregninger med de to programmer er:

Forskelle i beskrivelse:

- I PHPP opgives energiforbruget pr. m² i forhold til det indvendige beboede gulvareal, medens det i Be06 opgives i forhold til det udvendige opvarmede etageareal. For lavenergihuse kan forskellen f.eks. betyde, at Be06 resultatet er 20 % mindre end PHPP resultatet.
- De to programmer benytter forskellig geometri ved beregning af transmissionsarealer og som følge heraf ved beregning af linietafskoefficienter.

Forskelle i beregningsbetingelser:

- De to programmer benytter forskellige jordtemperaturer. I PHPP udregnes en særlig variabel jordtemperatur, medens der i Be06 benyttes en temperatur der varierer på samme måde som udetemperaturen.
- I PHPP sættes internt varmetilskud fra personer og apparater til i alt 2,1 W/m² (pr. m² indvendigt areal), medens der i Be06 i henhold til SBI-anvisning 213 benyttes 5 W/m² (pr m² udvendigt areal). Dette betyder at resultatet i Be06 er væsentligt mindre end PHPP resultatet
- I Be06 kræves efter SBI-anvisning 213 et mindste luftskifte på 0,3 l/s pr. m² (~ 0,5 h⁻¹), medens der i PHPP regnes med et luftskifte på mindst 0,3 h⁻¹. Endvidere angives der forskellige formler (som giver forskellige resultater) for omregningen af en blowerdoor test til infiltrationsluftskifte

Det er for et enfamiliehus undersøgt om Be06 beregningen kan korrigeres så den giver nogenlunde samme resultat som PHPP¹.

¹ Ovenstående beregninger er baseret på et eksamensprojekt med titlen "Dansk Passivhus"

De trinvise korrektioner for at gå fra en Be06 beregning med bygningsreglementets forudsætninger til en PHPP beregning med passivhus forudsætningerne er vist på figuren.

Resultatet er, at passivhuset udregnet med Be06 med bygningsreglementets forudsætninger vil have et årligt energiforbrug på 9,9 kWh/år(m² udv.).

Med passivhus forudsætningerne, men stadig udregnet med Be06 vil det have et årligt energiforbrug på 16,6 kWh/(m² indv.). Dette svarer nogenlunde til resultatet man får med PHPP (15 kWh/år/m²) (i alle beregninger er benyttet dansk klima).

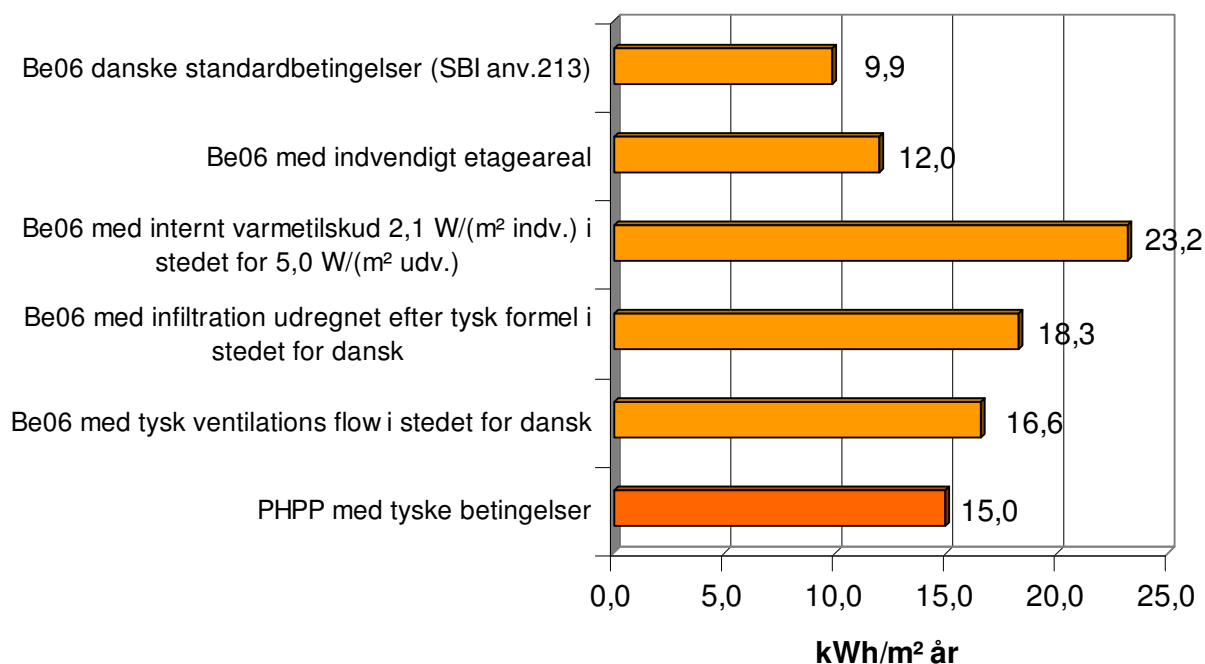
Konklusionen er derfor, at Be06 med korrigerede data udmærket kan bruges til at lave de indledende energiberegninger af potentielle PH-projekter.

Hvis man derimod kigger på det dimensionsgivende effektbehov, er der meget forskellige resultater. I Be06 benytter man som bekendt -12°C som dimensionsgivende udetemperatur. I PHPP har man foretaget en dynamisk analyse af klimadataene og fundet 2 vejr-situationer som vil være dimensionsgivende for et passivhus.

Effektbehovet bestemt ved PHPP vil som regel være væsentligt mindre end bestemt med Be06 og mere realistisk (typisk 20-40 % lavere).

Det dimensionerende effektbehov i passivhuse ligger typisk på 10 W/m², dvs. et hus med et indvendigt areal på 120 m² kan opvarmes med 1200 W.

Passivhus



Figur 1 Korrektion af Be06 beregning til PHPP beregning

Energiramme for et dansk passivhus

Som det ses i eksemplet skal rumvarmebehovet for parcelhuset i eksemplet udregnet med Be06 helt ned på 9,9 kWh/år/m² for at kunne opfylde passivhuskriteriet på 15 kWh/år/m² udregnet med PHPP.

Der er i beregningerne benyttet et hus på 150 m² og energirammen for et lavenergiklasse 1 hus er i dette tilfælde 42,4 h/år/m². Det samlede primære energiforbrug udregnet med Be06 er 29,7 kWh/m² (hvoraf rumvarmebehovet udgør

9,9 kWh/år/m²). Dvs. passivhuskriteriet medfører at huset har et væsentligt mindre energiforbrug end et lavenergiklasse 1 hus.

Passivhus certificering

I alt 7 institutioner/firmaer i Tyskland, Østrig og Schweiz er godkendte til at certificere passivhuse efter retningslinier udarbejdet af PHI. I Danmark kan firmaet Passivhus.dk

udføre certificering. Der skelnes mellem ufravigelige krav samt stærke anbefalinger.

Ufravigelige krav:

De ufravigelige krav svarer til den fælleseuropæiske passivhus definition som angivet tidligere.

Stærke anbefalinger:

- U-værdi for vinduer $< 0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$ (monteret vindue)
- U-værdier for vægge, lofter, gulve $< 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$ (typisk $U < 0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Linietaf $\psi < 0.01 \text{ W/m}^2\text{K}$ (udvendige mål)
- Varmeveksler med $\eta \geq 0.75$ samt elforbrug $\leq 0.4 \text{ Wh/m}^3$ luftvolumen

Ordningen er 100 % frivillig og indgår ikke som en del af bygningsreglementet i landene. Certificeringen bruges udelukkende som en sikring af at en bygning vil leve op til forventningerne. Certificeringen omfatter check af konstruktionsdetaljer, teknisk udstyr samt der foretages en komplet PHPP-beregning (*PHPP-beregninger af passivhuse er nu så udbredt i Tyskland, at beregningerne accepteres af byggemyndighederne som tilstrækkelig dokumentation ved nybyggeri*).

Hvis bygningen overholder energikravene samt overholder den endelige trykprøvning, bliver der udstedt et certifikat. Typisk pris for en certificering af et hus er ca. 7.000-10.000 kr.

Ud af de pt. ca. 8000 passivhuse er ca. 1500 huse certificerede. Mange byggefirmaer, arkitekter mv. vælger at certificere de første byggerier for at få god sikkerhed for succes. Når der haves tilstrækkelig erfaring, fravælges certificeringen ofte.

Passiv Haus Institut udfører også certificering af komponenter for passivhuse. Certificeringen indebærer bl.a. at kompo-

nentens egenskaber i relation til anvendelsen i et passivhus er eftervist og dokumenteret.

På www.passiv.de er der oversigt over firmaer godkendt til at foretage certificering af passivhuse samt liste over certificerede komponenter til passivhuse (vinduer, døre, ventilationsanlæg, facade-elementer mv).

Passivhuse i Danmark

Igennem de seneste år er et mindre antal danske passivhusprojekter blevet realiseret og flere er på vej. Det første certificerede passivhus er en enfamiliebolig, som blev færdiggjort i vinteren 2007/2008.

I løbet af 2007/2008 er der bl.a. blevet bygget en række passivhuse ved Vejle (de såkaldte "Komforthuse"), som også er undervejs med certificering.

I Erhvervs- og Byggestyrelsen arbejdes der med at udvide bygningsreglementets lavenergiklasser med en ekstra lavenergiklasse, hvor det er meningen at nogle af kriterierne skal svare til passivhuskriterierne.

Dette sker bl.a. som følge af at der i EU er planer om at indføre at fremtidigt byggeri på et tidspunkt skal udføres efter passivhuskriterierne.

Yderligere information om passivhuse:

www.altopassivhuse.dk

Information om PEP projektet:

<http://www.europeanpassivehouses.org>

PHPP programmet forhandles i Danmark af Ellehauge & Kildemoes. I dec. 2008 er der udfærdiget en dansk manual samt en konverteringsfil, der kan hente data fra PHPP og danne en inddatafil til Be06.

Klaus Ellehauge, klaus.ellehauge@ellekilde.dk,

Troels Kildemoes, troels.kildemoes@ellekilde.dk,

Ellehauge & Kildemoes, Vestergade 48H, 2.tv., 8000 Århus C,