Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY

Passivhuse i dansk kontekst

vejledning, hjælpeværktøj og eksempler

Ellehauge, Klaus; Thomsen, Kirsten Engelund; Jensen, Ole Michael; Kildemoes, Troels; Pedersen, Søren

Publication date:
2008

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Link to publication from Aalborg University

Citation for published version (APA):
Ellehauge, K., Thomsen, K. E., Jensen, O. M., Kildemoes, T., & Pedersen, S. (2008). *Passivhuse i dansk kontekst: vejledning, hjælpeværktøj og eksempler*. SBI forlag.

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from vbn.aau.dk on: 11 16, 2026

Energiforsknings-
programmet
EFP

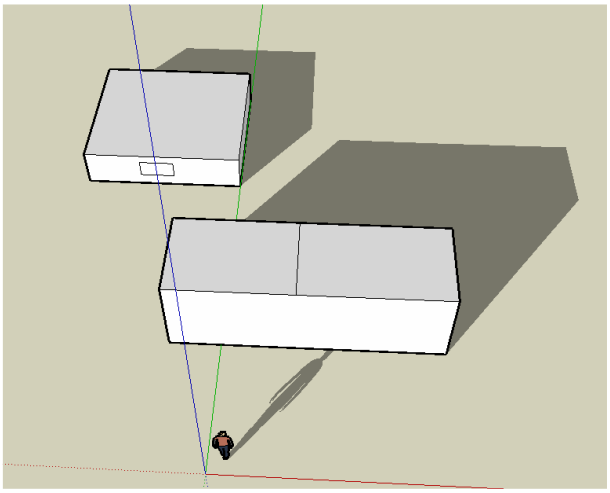
Programområde
EFP07-II -
Energieffektivisering

Journalnr.:
33033-0182

November 2008

Passivhuse i dansk kontekst

– vejledning, hjælpeværktøj og eksempler



ellehauge & kildemoes

Statens Byggeforskningsinstitut
AALBORG UNIVERSITET

Passivhus.dk

Energiforsknings-programmet EFP

Programområde EFP07-II -Energieffektivisering

Journalnr.: 33033-0182

Passivhuse i dansk kontekst

– vejledning, hjælpeværktøj og eksempler

November 2008

Klaus Ellehauge
Troels Kildemoes

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

Tlf: 86 13 20 16
klaus.ellehauge@elle-kilde.dk
troels.kildemoes@elle-kilde.dk
www.elle-kilde.dk

Kirsten Engelund Thomsen
Ole Michael Jensen

SBi
Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Dr. Neergaards Vej 15
DK - 2970 Hørsholm

Søren Pedersen

Passivhus.dk ApS
Helgenæsvej 54
DK-4700 Næstved

Tlf.: 69 91 81 33
sp@passivhus.dk
www.passivhus.dk

Indhold

Summary **8**

1 Indledning **9**
1.1 Baggrund 9
1.2 Passivhus definition 10
1.3 Passivhus certificering 10
1.4 Passivhuse i Danmark 11

2 Beregninger med PHPP og Be06 **17**

3 Konvertering fra PHPP til Be06 **20**
3.1 Struktur 20
3.2 Inddata 21
3.3 Gulvareal (netto gulvareal) 22
3.4 b-værdier 22
3.5 U-værdier 23
3.6 Dimensionerende temperaturer 23
3.7 Arealfradrag 24
3.8 Omregning af linietab (ark ”fundamenter”) 25
3.9 Vinduer 25
3.10 Uopvarmet rum. 26
3.11 Ventilation 26
3.12 Overtemperatur 27
3.13 Varmepumpe og kompaktunit 27

4 Sammenligning af beregninger med PHPP og Be06 **28**

5 Referencer **31**

Bilag 1 Eksempler **33**
Eksempel 1 – Fuldmuret parcelhus - Thyholm Huset 33
Eksempel 2 – Villa Langenkamp 36
Eksempel 3 – Boligforeningen Ringgården, ny afdeling i Lystrup 39
Eksempel 4 - Enderækkehus, Darmstadt-Kranichstein, Tyskland 42
Eksempel 5 - eec living, 46

Bilag 2 Dansk vejledning i benyttelse af PHPP **51**
5.1 Regneark – ”Verification” 51
5.2 Regneark – ”Areas” 54
5.3 Regneark – ”U-list” 61

5.4	Regneark – ”U-Values”	61
5.5	Regneark – ”Ground”	62
5.6	Regneark – ”WinType”	62
5.7	Regneark – ”Windows”	63
5.8	Regneark – ”Shading”	65
5.9	Regneark ”Ventilation”	70
5.10	Regneark ”Annual Heat Demand”	76
5.11	Regneark ”Monthly method”	76
5.12	Regneark ”Heating Load”	77
5.13	Regneark ”Summer”	80
5.14	Regneark ”Shading-S”	81
5.15	Regneark ”SummVent”	81
5.16	Regneark ”Cooling”	82
5.17	Regneark ”Cooling Units”	82
5.18	Regneark ”Cooling Load”	82
5.19	Regneark ”DHW + Distribution”	82
5.20	Regneark ”SolarDHW”	85
5.21	Regneark ”Electricity”	85
5.22	Regneark ”Electricity Non-Dom”	86
5.23	Regneark ”Aux Electricity”	86
5.24	Regneark ”PE”	87
5.25	Regneark ”Compact”	91
5.26	Regneark ”Boiler”	92
5.27	Regneark ”District Heat”	93
5.28	Regneark ”Climate”	93
5.29	Regneark ”IHG”	94
5.30	Regneark ”IHG Non-Dom”	95
5.31	Regneark ”Use Non-Dom”	95
5.32	Regneark ”Data”	95
5.33	Regneark ”Conversion”	95

Bilag 3 Tysk norm **96**

Forord

Formålet med denne rapport er at lette realiseringen af passivhuse i Danmark, jævnfør passivhuskonceptet fra Passivhaus Institut i Darmstadt, Tyskland.

Specifikt til projektering af passivhuse er udviklet energiberegningsprogrammet PHPP, som er blevet grundigt evalueret igennem målinger på et stort antal bygninger opført i og uden for Tyskland, og som anvendes til at eftervise, at et projekt overholder kravene til passivhuse. I byggeprojekter i Danmark kræves dog oftest også en beregning baseret på Be06. Derfor er der i dette projekt udviklet et konverteringsprogram, som med brugerens tilføjelser og tilpasning oversætter den ene beregning til den anden.

I nærværende rapport gennemgås konverteringsprogrammet, og der peges på de data, som kræves af PHPP, men ikke af Be06 – og omvendt, således at en PHPP-beregning med tilføjelser direkte danner den samlede model (xml-fil) til Be06.

I rapporten trækkes der paralleller mellem de to energiberegningsprogrammer, således danske designere kan blive bekendt med vigtige og afgørende forskelle imellem de to programmer. Endvidere diskuteres passivhuskriterierne i relation til energiklasserne i det danske bygningsreglement.

I anden del af rapporten vises eksempler på en række passivhuse beregnet i PHPP og i Be06.

I rapportens bilagsdel findes en gennemgang af den engelske udgave af PHPP 2007.

I rapporten refereres, så præcist det er praktisk muligt, til bl.a. bygningsreglement, SBi-anvisninger og kriterier og certificeringsordning for passivhuse. For nøjagtig fortolkning henvises dog til de primære kilder.

Projektet er initieret af det rådgivende ingeniørfirma Ellehauge & Kildemoes, som også har stået for projektledelse. Øvrige projektdeltagere har været det rådgivende ingeniør-firma Passivhus.dk samt Statens Byggeforskningsinstitut (SBi).

Summary

The aim of this project is to facilitate the implementation of super low energy houses in Denmark. This is obtained by facilitating the use of the passive house design tool PHPP.

PHPP is a tool developed by the Passive House Institute in Germany especially to design super low energy houses. The tool is thoroughly validated and is an effective design tool, both regarding the design process and regarding reliable results.

This report gives an introduction to passive houses in Denmark. Until now only a very few certified passive houses have been constructed in Denmark, while it is estimated that around 15.0000 houses have been constructed in other countries, mainly Germany and Austria.

In the report the Passive house criteria are compared to the Danish energy classes in the building regulation. Furthermore comparisons are given between similarities and differences on the PHPP tool and the tool Be06, which is used for the calculation of the energy performance of buildings in Demark.

As part of the project an excel conversion file has been elaborated, which can catch values from the PHHP tool and together with additional data prepare an input file for the Be06. This will help the understanding and use of the PHPP and save double work since it is expected, that PHPP will gain use in designing of low energy houses, while Be06 still will be the tool for validating of the energy class compared to the DK building regulation. The excel conversion file is downloadable from www.elle-kilde.dk.

Part of the report explains the use of the conversion file, while a Danish guide for the use of PHPP is given in the Annex.

Finally 5 examples on passive house building calculated both in PHPP and in Be06 are given, and results are discussed.

1 Indledning

1.1 Baggrund

Især i Tyskland og Østrig har de såkaldte passivhuse vundet stor udbredelse indenfor de senere år.

Passivhuskonceptet blev i 1990-1991 første gang realiseret af den tyske forsker Wolfgang Feist, som siden grundlagde Passivhaus Institut (Passivhusinstituttet) i Darmstadt i Tyskland, der har varetaget videre udvikling og standardisering.

Passivhuskonceptet er en frivillig standard, som sikrer at huse bygget efter standarden har et meget lavt energiforbrug til rumopvarmning og et reduceret energiforbrug til teknik og husholdning. Endvidere sikrer standarden, at husene har et godt indeklima. Det dimensionerende effektbehov er endvidere så lille, at passivhuse ofte kan opvarmes direkte via ventilationsluften, med minimalt luftskifte.

"Passivhaus" eller på dansk "passivhus" betegnelsen er ikke beskyttet, så alle har lov til at kalde en bygning for et passivhus. Der eksisterer imidlertid en certificeringsordning, således at kun huse der opfylder en række nøje definerede bestemmelser kan opnå et certifikat. Certificeringsordningen er ligeledes udviklet af Passivhaus Institut i Darmstadt.

Det anslås, at der i dag er bygget mere end 15.000 huse efter passivhuskonceptet, hvoraf de fleste er bygget i Tyskland og Østrig. Medvirkende til udbredelsen i Tyskland og Østrig er, at man i begge lande har gunstige låneordninger for finansiering af lavenergibyggeri.

I det europæiske PEP-projekt (Promotion of European Passive Houses), hvor Ellehauge & 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.

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

1.2 Passivhus definition

Under forudsætninger specificeret i PHPP beregningsmodellen er:

- det totale varmebehov til rumopvarmning begrænset til 15 kWh/m² boligareal
- det totale primærenergibehov til varmt brugsvand, rumopvarmning/køling, ventilation, pumper, husholdningsstrøm, lys mv. begrænset til 120 kWh/m² boligareal.
- husets lufttæthed målt ved blowerdoor-test $n_{50} < 0.6\ h^{-1}$

Et byggeri kan således først certificeres som passivhus, hvis det overholder disse kriterier, herunder det årlige varmebehov til rumopvarmning på højst 15 kWh/m², udregnet med lokale klimadata, men med beregningsprogrammet PHPP.

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.

Endvidere skal bemærkes følgende vigtige forskelle mellem beregningerne med PHPP i relation til passivhuskriterierne og beregningerne med Be06 i relation til energiklasserne i det danske bygningsreglement:

- at der i ovenstående passivhusdefinitioner som referenceareal benyttes det indvendige nettoareal, medens der i Be06 benyttes opvarmet bruttoetageareal
- at der i passivhuse kun indregnes ca. 1/3 af det varmetilskud, der forudsættes i Be06
- at de 120 kWh/m²/år primærenergiforbrug, som benyttes ved passivhuse, forudsætter en konverteringsfaktor 2,7 mellem elforbrug og primært energiforbrug til produktion af el og for varme 0,8-1,5 (1,1 for olie og naturgas). I Be06 anvendes lidt enklere blot en vægtningsfaktor for el (2,5).

Udover de ufravigelige krav har PHI opstillet en række stærke anbefalinger.

1.2.1 Stærke anbefalinger

- U-værdi for vinduer < 0.85 W/m²/K (inklusive kuldebro ved indbygning)
- U-værdier for vægge, lofter, gulve < 0.15 W/m²/K (typisk omkring 0.1 W/m²/K)
- Linietab ψ < 0.01 W/m/K (udvendige mål)
- Varmeveksler med ή ≥ 0.75

1.3 Passivhus certificering

I alt 14 institutioner/firmaer i Tyskland, Østrig, Schweiz, Danmark, England og USA er godkendte til at certificere passivhuse efter retningslinier udarbejdet af PHI. Der er desu-

den certificeret passivhuse i Irland, Luxembourg og Polen. Passivhus.dk er blandt de firmaer, der udfører certificering, og afklarer også spørgsmål ang. fortolkning af reglerne.

Ordningen er 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 og teknisk udstyr. Endvidere foretages der en komplet PHPP-beregning. (PHPP-beregninger af passivhuse er nu så udbredt i Tyskland, at beregningerne accepteres af byggemyndighederne som dokumentation ved nybyggeri).

Hvis bygningen overholder energikravene samt overholder den endelige trykprøvning, bliver der udstedt et certifikat. Typisk pris for en certificering af et enfamiliehus er 10-20.000 kr.

Ud af ca. 8.000 tidligere opførte passivhuse var ca. 1.500 huse certificerede. Mange byggefirmaer, arkitekter mv. vælger at certificere de første byggerier for at få god sikkerhed for succes. Når der er opnået tilstrækkelig erfaring, fravælges certificeringen ofte.

1.3.1 Certificering af bygningskomponenter

Passivhaus Institut udfører også certificering af komponenter for passivhuse. Certificeringen indebærer bl.a. at komponentens egenskaber i relation til anvendelsen i et passivhus er eftervist og dokumenteret.

De certificerede produkter er testet efter uniforme kriterier og således at de lever op til skrappe energimæssige krav.

Det er ikke et krav for certificering af et byggeri som passivhus, at der er brugt certificerede produkter. Men ved at bruge certificerede produkter, slipper de projekterende for selv at tjekke lange testrapporter, som det ofte endda kan være svært at få udleveret.

Værdierne fra produktcertifikaterne kan indsætte direkte i PHPP, som bruges til at lave de nødvendige energiberegninger for passivhuse.

På PHI´s hjemmeside (www.passivehouse.com) er der en oversigt over firmaer godkendt til at foretage certificering af passivhuse samt lister over certificerede komponenter til passivhuse (vinduer, døre, ventilationsanlæg, facade-elementer mv.).

1.4 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 et enfamiliehus, som blev færdiggjort i vinteren 2007/2008 (se bilag 1, eksempel 2).

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.

Der er endvidere blevet opført kollegium og børnehaver efter passivhuskriterierne og et etageboligbyggeri i Kolding er undervejs.

I efteråret 2008 har der været afholdt en konkurrence af bl. a. Teknologisk Institut i samarbejde med Nordicom om opførelse af industrielt fremstillet rækkehusbyggeri (se bilag 1, eksempel 5)

I Erhvervs- og Byggestyrelsen arbejdes der med, at udvide bygningsreglementets lavenergiklasser med en ekstra lavenergiklasse, hvor det formentlig er meningen at energirammen skal være så lav, at den kommer ned på niveau med 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.

1.4.1 Passivhusklassen sammenlignet med danske energiklasser

Passivhuskriterierne er udviklet ud fra et "bruger-" eller "bygherre"synspunkt, hvor der har været ønske om at dokumentere husets samlede energiforbrug, og hvorfor husets energiforbrug til husholdningsapparater og belysning m.v. også indgår som et kriterium ved opgørelsen af primærenergiforbruget.

Endvidere har det været et ønske med passivhuskriterierne at fremelske bygninger, hvor der specielt er lagt vægt på at rumvarmeforbruget er lavt med deraf følgende høj isoleringsstandard og godt indeklima.

Passivhuskriterierne indeholder således også en grænse for det samlede primærenergibehov inklusive husholdning. Dette kolliderer til en vis grad med at indpasse kriterierne i bygningsreglementerne, hvor der ikke er politisk vilje til lovgive om husholdningsenergiforbruget, og hvor der endvidere lægges vægt på friheden til at udforme lavenergihuse således, at en del af energiforbruget kan suppleres med vedvarende energikilder, d.v.s. at et i princippet vilkårligt højt energiforbrug kan substitueres af en tilsvarende stor energiproduktion fra solvarme eller solceller.

Uden kendskab til forudsætningerne for både Be06 og PHPP kan det derfor være svært at sammenligne passivhuskriterierne med de energirammer, som indgår i det danske bygningsreglement. Følgende gives dels en principiel sammenligning og dels to eksempler.

Principiel sammenligning

I denne principielle sammenligning korrigeres der for de tre mest betydende forskelle mellem Be06 og PHPP:

- Referencearealet (20-30% forskel i det samlede resultat)
- Det interne varmetilskud (forskel ca. 11 kWh/m²/år)
- Vægtningsfaktorer/primærenergifaktorer (10% forskel i det samlede resultat)

I kriterierne for passivhuse er der en direkte grænse for varmebehovet og en direkte grænse for det samlede primærenergiforbrug. Imellem disse grænser ligger dels øvrigt energiforbrug til bygningsdrift og dels opvarmning af brugsvand samt el til husholdning.

For at kunne sammenligne, må en af disse variable lægges fast. Det vælges at betragte en bygning, der netop opfylder minimumskravene til passivhuse og samtidig netop overholder kravene til lavenergibyggeri klasse 1.

Som eksempel anvendes et etplans enfamiliehus med 135 m² bruttoetageareal, som SBi tidligere har anvendt ved baggrundsberegninger for nye energibestemmelser (juni 2007). Det har betydning for beregning af energirammen og for beregning af brutto- og nettoareal. Overslagsmæssigt regnes arealet af indre skillevægge at svare til arealet af ydervægge. Der antages en tykkelse for ydervægge på 50 cm og for skillevægge på 13 cm. Derved er nettoarealet 105 m² eller, ganske typisk, 78% af bruttoetagearealet.

I det efterfølgende regneeksempel illustreres hvordan et hus, der netop opfylder den danske energiklasse 1, kan omregnes ud fra passivhuskriterierne. Endvidere illustreres, hvor stort et husholdningselforbrug der er plads til efter passivhuskriterierne, for det danske energiklasse 1 hus:

Udgangspunktet er energirammen for Lavenergibyggeri klasse 1	43,1	kWh/m²/y
Først fratrækkes elforbruget til bygningsdrift (pumper og ventilatorer, fra standardseksemplet i Be06 2,3 kWh/m²/år, som vægtes med en faktor 2,5)		
Resterende ramme for bruttoenergibehov til bygningsdrift (dvs. ramme for direkte energibehov til rumvarme og varmt brugsvand)	37,4	kWh/m²/y
Der korrigeres for brutto/nettoareal		
Resterende ramme for bruttoenergibehov til bygningsdrift (dvs. ramme for direkte energibehov til rumvarme og varmt brugsvand), pr. m² nettoareal	47,9	kWh/m²/y
I PHPP indregnes, bl.a. pga. elbesparelser, et lavt internt varmetilskud på blot 2,1 W/m² nettoareal mod 5 W/m² bruttoetageareal i Be06. Det betyder, at varmebehovet skal korrigeres med 11,1 kWh/m²/y.		
Resterende ramme for bruttoenergibehov til bygningsdrift (dvs. ramme for direkte energibehov til rumvarme og varmt brugsvand), pr. m² nettoareal, korrigeret for internt varmetilskud	59,0	kWh/m²/y
Opvarmning vægtes, afhængigt af kilden, med en primærenergifaktor på 0,8-1,5. For naturgas og olie er faktoren 1,1, hvilket anvendes i eksemplet		
Resterende ramme for bruttoenergibehov til bygningsdrift (varme), pr. m² nettoareal, korrigeret for internt varmetilskud og primærenergivægtning	64,9	kWh/m²/y
Primærenergirammen for passivhuse er 120 kWh/m²/år. For at beregne den resterende primærenergiramme til elforbrug, fratrækkes rammen for bruttoenergibehov til bygningsdrift		
Resterende passivhusprimærenergiramme til elforbrug, vægtet med primærenergifaktor (2,7 for el)	55,1	kWh/m²/y
Resterende passivhusprimærenergiramme til direkte (altså uvægtet) elforbrug	20,4	kWh/m²/y
Af denne ramme går til bygningsdrift 2,3 kWh/år pr. m² bruttoetageareal, altså 2,9 kWh/år pr. m² nettoareal		

Resterende passivhusprimærenergiramme til direkte (altså uvægtet) elforbrug til husholdning	17,5	kWh/m²/y
Standardforudsætning fra PHPP er et nettoareal på 35 m²/person		
Resterende passivhusprimærenergiramme til direkte (altså uvægtet) elforbrug til husholdning	611	kWh/pers/år
Resterende passivhusprimærenergiramme til direkte (altså uvægtet) elforbrug til husholdning, pr. fire personer	2444	kWh/år

I et byggeri svarende til eksemplet, der netop overholder kravene til Lavenergibyggeri klasse 1, er der altså "plads" til et elforbrug til funktioner udover bygningsdrift (i en bolig således husholdning) på 611 kWh/pers/år eller 2444 kWh/år pr. fire personer.

Til sammenligning viser en modelberegning fra Elsparefonden, der er opstillet i forbindelse med BOLIG+ konkurrencen, at en husstand med fire medlemmer – forudsat særligt energibevidst adfærd, og at husstanden ikke har meget elforbrugende apparater, herunder tørretumbler – kan komme ned på et elforbrug på 2124 kWh/år. Tillagt tørretumbler (som ikke er forbudt i passivhuse) svarer denne modelberegning ganske nøje til minimumskravene i passivhuse som udledt i eksemplet ovenfor. Således kan man altså med to forskellige udgangspunkter nå frem til praktisk taget samme resultat.

Det bemærkes, at hvis primærenergiforbruget til bygningsdrift er mindre end lavenergibyggeri klasse 1, er der plads til et større (el)forbrug til husholdning og vice versa, så længe den samlede primærenergiramme og rammen for varmebehovet er overholdt.

Det bemærkes også, at der med andre varmekilder i en bygning svarende til det pågældende eksempel er plads til et direkte elforbrug på 300-800 kWh/år/person.

To eksempler

Dernæst illustreres forskellene vha. to eksempler. De to kolonner drejer sig om det samme hus, som i relation til PHPP har et indvendigt etageareal på 140 m² og i relation til Be06 har et udvendigt etageareal på 180 m².

Det ses af tabellen at passivhuset i relation til Be06 har et energirammeforbrug på 30.9 kWh/m² pr. år og altså ligger bedre end lavenergiklasse 1, som har en energiramme på 35 + 1100/A = 41.1 kWh/m² pr. år for boliger og 50 + 1100/A = 56.1 kWh/m² pr. år for andre bygninger end boliger. Det ses endvidere, at en stor del af passivhusets energiforbrug går til opvarmning af det varme brugsvand.

Areal	Be06 180.0		PHPP 140.0		m²
	El-forbrug	Primær (x 2,5)	El-forbrug	Primær (x 2,7)	
Rumvarme		9.0		15.0	kWh/m² pr. år
BV		17.2		22.1	kWh/m² pr. år
El til bygning	1.9	4.7	2.4	6.5	kWh/m² pr. år
Energiramme		**30.9**			kWh/m² pr. år
					kWh/m² pr. år
El til husholdning	22.0	55.0	28.3	76.4	kWh/m² pr. år
Passivhusramme		85.9		**120.0**	kWh/m² pr. år

Hvis passivhuset forsynes med et solvarmeanlæg, som nedsætter energibehovet til det varme brugsvand, kan tabellen komme til at se ud som nedenfor, hvor energiforbruget i relation til energirammen er 19.7 kWh/m² pr. år.

Areal	Be06 180.0		PHPP 140.0		m²
	El-forbrug	Primær (x 2,5)	El-forbrug	Primær (x 2,7)	
Rumvarme		9.0		15.0	kWh/m² pr. år
BV		6.0		7.7	kWh/m² pr. år
El til bygning	1.9	4.7	2.4	6.5	kWh/m² pr. år
Energiramme		**19.7**			kWh/m² pr. år
					kWh/m² pr. år
El til husholdning	22.0	55.0	28.3	76.4	kWh/m² pr. år
Passivhusramme		74.7		**105.6**	kWh/m² pr. år

I forhold til eventuelle planer om, at en ny lavenergiklasse i DK består i nedsætte den nuværende standard energiramme (70 + 2200/A = 82.2 kWh/år) med 75 %, vil passivhuset i eksemplet med et solvarmeanlæg således kunne overholde denne.

1.4.2 Problemer i forhold til det danske bygningsreglement

De nuværende erfaringer med at opføre passivhuse i Danmark kolliderer på et par punkter med bestemmelser i bygningsreglementet. Hidtil har bestemmelserne givet anledning til unødig fordyrelse af husene eller til ansøgninger om dispensation for reglerne.

Individuel rumregulering

Ifølge DS 469 skal:
"Varmeafgivere skal være forsynede med udstyr for automatisk regulering af varmeafgivelsen efter rumtemperaturen i det enkelte rum, således at det forudsatte termiske indeklima opnås, og unødvendigt energiforbrug undgås, samtidigt med at betjeningen er enkel for brugeren"

Bestemmelsen kolliderer til en vis grad med bestræbelserne i passivhuskonceptet, hvor der udføres så god isolering, at det er vanskelligt at opretholde temperaturforskelle indenfor klimaskærmen. Endvidere kolliderer det mod en af fordelene ved passivhuskonceptet, nemlig at varmetilførslen er så lille, at den klares ved hjælp af ventilationsanlægget. Selvfølgeligt er det muligt i et passivhus at udføre ventilationsanlægget med mulighed for at regulere indblæsningstemperaturen i hvert rum eller at installere f.eks. radiatorer i hvert rum, men dels er det fordyrende, og spørgsmålet er endvidere, i hvor høj grad det er muligt på denne måde at opretholde væsentlig temperaturforskelle indenfor klimaskærmen, som kan sammenlignes med en termoflaske.

Den mest effektive måde at opretholde temperaturforskelle på kan således være at ventilere rummet til det fri med deraf forøget varmespild, hvilket kolliderer mod bestræbelserne på at spare energi.

I forbindelse med superlavenergihuse er bestemmelsen i bygningsreglementet således uhensigtsmæssig.

Erfaringerne fra interviews m.m. i udlandet viser endvidere, at ønsket om at sove for åbent soveværelsesvindue oftere er forbundet med ønsket om frisk luft end med ønsket om lave temperaturer. I store dele af Europa (-også i perioder i Danmark) soves der i forvejen om sommeren i temperaturer omkring 20° om natten, uden at dette forstyrrer nattesøvnen.

Ventilation ved emhætte

Bygningsreglementet siger:
"Derudover skal der monteres en emhætte over komfur. Emhætten skal have regulerbar, mekanisk udsugning og afkast til det fri og have tilstrækkelig effektivitet til at opfange de luftformige forureninger fra madlavningen."

Dette kan endvidere være en fordyrende bestemmelse. I passivhuse i udlandet klarer man sig ofte med emhætter med recirkulation gennem kulfiltre, idet det mekaniske ventilationsanlæg i forvejen sørger for en ventilation af rummet.

Såfremt emhættens udsugning ikke sker via ventilationsanlæggets varmegenvinding giver emhættens udsugning også anledning til et energispild.

2 Beregninger med PHPP og Be06

Beregningsværktøjet PHPP er udviklet af Passivhaus Institut i Tyskland, og er det grundlæggende værktøj til beregning, certificering og kvalitetssikring af passivhuse i Europa. PHPP blev introduceret i 1998 og er siden blevet intensivt valideret gennem en lang række måleprogrammer.

Programmet har i dag mere end 2000 brugere.

PHPP er baseret på Excel-regneark. Beregninger og formelapparat er fuldt gennemskueligt i PHPP, hvilket giver mulighed for god forståelse af resultaterne. Endvidere er programmet åbent for individuelle tilpasninger, såfremt de eksisterende funktioner ikke er tilstrækkelige.

Den nuværende version af PHPP 2007 sælges i tysk og engelsk udgave.
I DK forhandles programmet af Ellehauge & Kildemoes til en pris af ca. 1000 kr.

Da lavenergihuse i Danmark designes og beregnes med beregningsprogrammet Be06 (eller programmer som bygger på dette), som også benyttes ved energimærkningen, er det naturligvis interessant at sammenligne de 2 programmer.

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 linietabskoefficienter.

Forskelle i beregningsbetingelser:

- De to programmer benytter forskellige jordtemperaturer. I PHPP udregnes en særlig variabel og faseforskudt jordtemperatur, medens der i Be06 regnes lidt enklere, med en temperaturfaktor til jord, hvorved ”jordtemperaturen” 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 (per m² udvendigt areal, dvs. 6-7 W/m² indvendigt areal). Dette betyder at den samme bygning i Be06 vil få et væsentligt mere optimistisk varmebehov end i PHPP

- Med BR08 kræves nu et mindste luftskifte på 0,35 l/s *per m² nettoareal*. Anbefalingen i PHPP er et ventilationsbehov 30 m³/h pr. person, dog min. 0,3 h^{-1}), som ved standardantagelsen 35 m² nettoareal pr. person giver et mindste luftskifte på 0,24 l/s/m². (I SBi-anvisning 216, der er direkte knyttet til BR08, angives som baggrund et ventilationsbehov på ca. 7 l/s/pers. og indirekte et nettoareal på 20 m² pr. person. Danmarks Statistik oplyser dog, at det gennemsnitlige boligareal i 2005 var 51,4 m²/person, brutto).

- For beregning af primærenergiforbruget ganges elforbruget i PHPP med 2.7 medens der benyttes faktoren 2.5 i Be06. For varme 0.8-1.5 i PHPP hhv. 1.0 i Be06.

Forskelle i resultater

- I PHPP indgår elforbrug til belysning og husholdningsapparater m.m. i beregningen af primær energiforbruget. I Be06 medtages elforbrug til husholdningsapparater ikke og belysning medtages kun i andre bygninger end boliger.

- I Be06 medtages en slags energiforbrug til køling, selvom der ikke er installeret køleanlæg, hvis temperaturen i bygningen bliver for høj. Dette sker ikke i PHPP som i stedet angiver hyppigheden af for høje temperaturer.

Udover ovennævnte forskelle som har betydning for beregningsresultatet findes der en række forskelle i faciliteter i de 2 programmer som vist nedenfor.

PHPP	**Be06**
Kan udregne U-værdier	
Er god til parametervaritioner	
Kan regne på jordslanger til vent. luft	
	Kan regne på glasudestue
Kan regne el-forbrug til husholdningsartikler m.m.	
Kan udegne CO_2 belastning	
	Mere præcis specifikation af en række af opvarmningssystemets komponenter

De hidtidige erfaringer med benyttelse af de to programmer viser, at de (naturligvis med ens forudsætninger) med hensyn til det årlige energiforbrug giver nogenlunde ens resultater.

2.1.1 Dimensionsgivende effektbehov

Hvis man derimod kigger på det dimensionsgivende effektbehov, er der mere 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 vejrsituationer 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 er ofte omkring 10 W/m², dvs. et hus med et indvendigt areal på 120 m² kan opvarmes med 1200 W.

2.1.2 Anvendelsen af PHPP og Be06

Da PHPP programmet er grundigt valideret i forhold til lavenergihuse og er udviklet specielt til at designe disse – f.eks. især faciliteterne til med det samme at se resultaterne f.eks. for et større vinduesareal eller en forøget isoleringstykkelse gør det til et velegnet værktøj - og da certificeringen bygger på en PHPP beregning må det forventes at PHPP programmet vinder fortsat udbredelse i Danmark.
Da den danske byggetilladelse bygger på Be06 er det imidlertid en ulempe at et dansk passivhus skal beregnes med 2 programmer.

For at lette anvendelsen af PHPP er der bagest i denne rapport udarbejdet en dansk vejledning til PHPP. Vejledningen opsummerer ark for ark de vigtigste punkter i PHPP med hovedvægten især på de punkter der er betydning for dansk anvendelse af PHPP. Vejledningen erstatter imidlertid ikke den engelske eller tyske manual, som der må henvises til for mere detaljerede oplysninger.

Endvidere er der udarbejdet en konverteringsfil, som kan hente de fleste data fra PHPP Excel regnearket og ud fra disse samt supplerende data danne en inddatafil til Be06. Hermed kan dels en del indtastningsarbejde undgås og dels kan konverteringen lette forståelsen af PHPP, hvis man er fortrolig med Be06, idet man kan se hvor PHPP dataene anvendes i Be06.

Det næste kapitel beskriver konverteringsfilen og anvendelsen af denne.

3 Konvertering fra PHPP til Be06

Selvom et lavenergihus er planlagt og beregnet ved brug af PHPP, kan der være brug for at der foretages en beregning med Be06, eller et program som bygger på Be06, f.eks. i forbindelse med udstedelse af byggetilladelse.

For at lette udarbejdelsen af Be06 beregningen er der udarbejdet en Excel regnearksfil, som henter indtastede værdier fra PHPP filen, og ud fra disse samt fra supplerende oplysninger, som ikke er tilgængelige i PHPP filen, genererer en inddatafil til Be06.

Dette kapitel forklarer brugen af regnearksfilen: *konverterPHPP-Be06.xls*.

Filen kan hentes på hjemmesiden www.elle-kilde.dk.

3.1 Struktur

Konverteringsfilen linker til forskellige steder i PHPP filen, når begge filer er åbne i det samme bibliotek og navnet på PHPP filen er angivet korrekt i arket "Start". Dvs. data overføres med det samme som de evt. ændres i PHPP filen.

Inddatafilen til Be06 dannes ved hjælp af en makro ved tryk på knappen i arket "start". Det er nødvendigt at angive hele stien til der, hvor Be06 inddatafilen skal lægges..

Be06 filen får samme navn som PHPP filen blot med extension *xml* i stedet for *xls*.

.
Når Be06 inddatafilen er genereret kan den åbnes med Be06 programmet.

Strukturen gør, at data fra Be06 inddatafilen ikke kan tilbageføres til konverteringsfilen, og at Be06 inddatafilen overskrives, hver gang der genereres en ny inddatafil.

Dette betyder, at såfremt konsekvensen af ændringer eller rettelser i PHPP filen skal kunne ses i Be06, er det mest hensigtsmæssigt at indføre alle Be06 data i konverteringsfilen, idet data der skrives direkte ind i Be06 programmet mistes, når der genereres en ny inddatafil.

Bemærk:

- Da konverteringsfilen benytter en makro til dannelse af inddatafilen til Be06, er det nødvendigt at sætte sikkerhedsniveauet på det installerede Excel program, således at det tillader brugen af makroer (-Funktioner – Indstillinger – Sikkerhed – Makrosikkerhed)

- **Konverteringsfilen kan ikke genere en ny inddatafil med ændringer, hvis inddatafilen med det same navn er åben i Be06.**

- **Når man starter Be06, forsøger den at åbne, den xml inddatafil man sidst har arbejdet med. Hvis denne xml fil er beskadiget, kan det ske at Be06 ikke kan startes, og man bliver derfor nød til at slette den aktuelle xml fil**

Konverteringsregnearket er opbygget med et antal ark, hvor hvert ark svarer til en side i Be06 programmet.

3.2 Inddata

Det er ikke alle inddata til Be06, som kan hentes i PHPP.
Data som benyttes i Be06, men som ikke kan findes i PHPP er afmærket med gult således:

Felter der skal udfyldes til brug i Be06

MAN MÅ DERFOR BLADRE ALLE REGNEARKETS SIDER IGENNEM FOR AT TAGE STILLING TIL, HVAD DER SKAL STÅ I DE GULE FELTER (dog ikke nødvendigt for komponenter, som ikke benyttes). Især er det vigtigt at feltet "opvarmet etageareal" i arket "Bygning" som er bruttoarealet som benyttes i Be06 beregningen, udfyldes korrekt.

Felter med værdier som er hentet i PHPP, men ikke overføres til Be06 er afmærket således:

Felter med værdier der hentes i PHPP

Felter med værdier som er hentet i PHPP, og som enten direkte eller efter automatisk omregning overføres til Be06 filen er afmærket således:

Felter med værdier som hentes i PHPP og benyttes i Be06

Ved nogle af felterne kan man vælge mellem at benytte værdier hentet i PHPP eller at indsætte egne værdier. F.eks. i forhold til om der skal regnes med PHPP-værdier eller danske ventilationsflow, eller i forhold til om der benyttes PHPP-værdier eller dansk varmtvandsforbrug**. Vær opmærksom på, at fejlagtige eller manglende værdier kan betyde, at Be06 ikke kan åbne inddatafilen.**
Se endvidere forklaring omkring brug af b-værdier.

Felter, som man valgfrit kan benytte i stedet for at hente værdierne i PHPP, er afmærket således

Felter som man valgfrit kan benytte i stedet for at hente værdierne i PHPP

Det er således kun, når der vælges at benytte egne værdier frem for PHPP værdier, at ovennævnte felter behøves udfyldt.

Felter som enten

- er resultat af et valg mellem PHPP værdier og egne værdier, eller
- er resultat af en beregning baseret på både værdier hentet i PHPP og i konverteringsregnearket er afmærket således:

Felter baseret på valg eller komb. af PHPP værdier og egne værdier

Da konverteringsarket så vidt muligt er opbygget som siderne i Be06 programmet henvises generelt til manualen (SBI anvisning 213) for at forstå inddata i programmet.

Dog gennemgås i det følgende nogle særlige forhold:

3.3 Gulvareal (netto gulvareal)

(se også afsnit 05.2.4)

I PHPP opgives energiforbruget pr. m² i forhold til det indvendigt beboede gulvareal, mens det i Be06 opgives i forhold til det udvendige etageareal. For lavenergihuse kan forskellen betyde, at Be06 resultatet typisk er ca. 20 % mindre end PHPP resultatet.

Det indvendige boligareal, som er beskrevet i manualen til PHPP, er oprindeligt baseret på den tyske norm ”Wohnflachenverordnung [WoflV]. Arealet kan groft sagt beskrives som det brugbare areal inde i huset (skellevægge, skorstene, trapper mv. indgår ikke i arealet).

3.4 b-værdier

(se også 05.2.5)

I PHPP opererer man med forskellige temperaturzoner (zone A, B, P og X), som benyttes til at bestemme varmetab igennem konstruktionselementer.

Temperaturzonefaktoren benyttes på samme måde som b-faktoren i Be06, idet der dog er forskel på hvilken værdi der benyttes.

Bygningsdele mod det fri:

I PHPP regnes som i Be06 generelt med en b-faktor på 1.0 for bygningsdele mod det fri fra opvarmede rum.

Dog skelnes der i PHPP ikke mellem konstruktioner med eller uden gulvvarme. Såfremt b-værdien skal forøges f.eks. til 1.3 på grund af, at det er en bygningsdel mod det fri med gulvvarme, er det derfor nødvendigt at indsætte dette. (se endvidere afsnit 05.19.1)

Bygningsdele mod jord:

For bygningsdele mod jord udregner PHPP en b-værdi (mindre end 1), som tager hensyn til, at varmetransmissionen mod jord udregnes på en anden måde end i Be06.

For disse bygningsdele er det derfor nødvendigt selv at indsætte den relevante b-værdi (0,7 for bygningsdele uden gulvvarme eller 1,0 for bygningsdele med gulvvarme eller se SBI anvisning 213).

Bygningsdele mod andre temperaturzoner:

I PHPP er der ikke som i Be06 faciliteter til beregning af b-værdier for uopvarmede rum. I stedet kan man indsætte manuelt udregnede værdier. Se endvidere det efterfølgende afsnit om uopvarmede rum.

3.5 U-værdier

(se også afsnit 05.4)

Beregning af U-værdier i PHPP er stort set som i DS 418 bortset fra U-værdi for terrændæk på jord.

3.5.1 U-værdier mod jord

PHPP beregningen er for varmetabet mod jord opbygget på en anden måde end i Be06. Der regnes derfor med en anden u-værdi baseret på et andet overgangstal mod jord. Nederst i arket "vægge" er angivet en tabel, som viser korrektionen, der skal indsættes for at udregne den rigtige u-værdi til brug i Be06.

For enkelte andre transmissionselementer er der marginale forskelle i overgangsisolanser hvilket dog er uden praktisk betydning.

3.6 Dimensionerende temperaturer

For at udregne det dimensionerende effektbehov skal man i Be06 indsætte dimensionerende temperaturer, hvis disse adskiller sig fra dimensionerende inde- eller udetemperatur.

F.eks. indsættes 10°C som dimensionerende udetemperatur for bygningsdele mod jord eller 30°C som dimensionerende indetemperatur for bygningsdele med gulvvarme.

De dimensionerende temperaturer, som man indsætter til brug i Be06, påvirker ikke årsresultatet, men kun det dimensionerende effektbehov.

3.7 Arealfradrag

(se også afsnit 05.2)
Ved angivelse af arealer for bygningsdele regnes der i PHPP generelt med udvendige mål.

I Be06 regnes der også med udvendige mål, dog med følgende undtagelser:

- For Be06 beregnes højden af vægge til overside af gulv, medens der i PHPP benyttes højden ned til afslutning af terrændækisolering.
- For terrændæk regnes i PHPP med den fulde bredde/længde af terrændækket, medens der i Be06 regnes med det indvendige gulvareal.

Undtagelserne gør, at der i arket "vægge" må tages stilling til om arealet overført fra PHPP kan benyttes direkte, eller om det skal korrigeres for terrændækstykkelsen eller væggens bredde.

Til højre i konverteringsraket er derfor angivet de hentede længder og bredder/højder fra PHPP. Endvidere er det muligt at hente tykkelsen af det relevante terrændæk eller den relevante væg fra PHPPs ark U-list ved at angive nummeret på den pågældende bygningsdel, som det er givet i første kolonne af arket (U-list)

I arket "vægge"s sidste kolonne må man så selv angive en formel, der ud fra enten væggens længde og terrændækkets tykkelse eller ud fra terrændækkets længde og bredde samt væggenes tykkelse udregner størrelsen af det areal, som skal fratrækkes PHPP arealet for at omregne det til et Be06 areal.

F.eks.
Væg:
Udvendig længde af væg i PHPP: 10 m
Højde af væg i PHPP: 2,8 m
Tykkelse af terrændæk: 0,5 m

Fradragsareal: 10 x 0,5 m² = 5 m²

Terrændæk:
Tykkelse af væg: 0,45 m
Udvendig længde af terrændæk i PHPP: 10 m
Udvendig bredde af terrændæk i PHPP: 8 m

Fradragsareal: 2 x ((10-2x0,45) + 8) x 0,45 m² = 16,2 m²

Fradragsarealet fratrækkes automatisk i kolonne C (3).

Bemærk at det i PHPP er muligt at bytte om på længder, højder og bredder. I arket vægge er der derfor sat "?" ved overskrifterne for de hentede værdier, idet man må checke, hvilken værdi der er den relevante at bruge.

Såfremt man kun er interesseret i Be06 resultatet og det ikke er nødvendigt at Be06 beregningen overalt følger de danske regler kan man også vælge at undlade at korrigere arealer og linietab.

3.8 Omregning af linietab (ark "fundamenter")

(se endvidere afsnit 5.2.3)

Generelt beregnes linietab både i PHPP og Be06 ud fra udvendige dimensioner. For ydervægsfundamenter er linietabskoefficienten i Be06 dog baseret på indvendige dimensioner. Det er derfor nødvendigt at omregne linietabskoefficienten for ydervægsfundamenter. Dette kan gøres i arket "Fund-omregn", hvor linietabskoefficienten hentes i PHPP, og hvor der så må indsættes yderligere oplysninger for at udføre omregningen. Eksempelvis vil en linietabskoefficient for et ydervægsfundamenter på ca. 0.07 W/m*K iht. DS 418, efter konvertering til udvendige dimensioner have en værdi på ca. 0 W/m*K (dvs. "kuldebrofri").

For at udføre omregningen er det for de tilstødende væg- og gulvelementer nødvendigt at kende temperaturforskellen mellem ude og inde, der er benyttet ved beregningen (f.eks. 20 K), samt udvendige og indvendige dimensioner og U-værdier. For beregningsmetoden henvises til afsnit 7.9 i PHPP manualen.

Bemærk at de korrigerede linietabskoefficienter skal overføres manuelt til arket "Fundamenter".

3.9 Vinduer

Der er forskelle på, hvordan man beregner solindfald gennem vinduer i Be06 og i PHPP.

Skygger
(se også afsnit 05.8)
Skyggepvirkning fra siden på grund af indsænkning i væggen kaldes i PHPP for "Reveal Shading Reduction Factor" . I PHPP definerer man ikke direkte "skygger til højre og venstre for vinduerne" som i Be06. Skygger til højre og venstre skal derfor indsættes manuelt i konverteringsværktøjet.

Ligeledes skal man være opmærksom på faktoren "additional shading reduction factor" (r_{other}), som efter behov benyttes i PHPP. Denne faktor benyttes eksempelvis ved skyggepåvirkning fra træer, og kan indsættes med forskellig værdi i arket for generel solafskærmning "Shading" og i arket for solafskærmning om sommeren "Shading-S". Denne skyggefaktor benyttes ikke i Be06.

Faktoren Fc(-) overføres automatisk fra PHPP´s ark ”Shading-S” (Temporary Shading Reduction Factor, z). I PHPP skelnes der ikke umiddelbart mellem om der er automatisk eller manuel kontrol af solafskærmningen.

Hvis der er manuel kontrol af solafskærmningen korrigeres der i Be06 kun med halvdelen af afskærmningsværdien. Hvis man ved indsættelsen i PHPP ikke har taget hensyn til at den manuelle afskærmning ikke er så affektiv som den automatiske, kan man vælge ”Fc(-) automatisk” i knappen over Fc(-).

3.10 Uopvarmet rum.

(se endvidere afsnit 05.2.5)
Faciliteten i Be06 til at regne varmetab gennem uopvarmede rum og dertil hørende b-værdier findes ikke i PHPP.

I PHPP kan man i stedet for, for en del af klimaskærmen som har varmetab f.eks. til et uopvarmet rum, definere en b-værdi, som man må udregne manuelt, og som svarer til den b-værdi, der kan udregnes i Be06. I PHPP indsættes denne b-værdi i arket ”Areas”

I PHPP findes b-værdien, når man vælger klimazone (klimazone X), og den valgte b-værdi overføres til konverteringsfilen i lighed med b-værdierne for standardklimazonerne.

3.11 Ventilation

Bemærk at der for omregning af en blowerdoortest til infiltration benyttes en anden formel i PHPP end angivet ved Be06. (se SBI anvisning 213 side 59)

3.11.1 Luftforvarmning og jordkøling

PHPP kan medtage betydningen af forvarmning og jordkøling med jordrør eller jordslange. Forvarmning af luften om vinteren giver et lille energimæssigt tilskud til boligen. Om sommeren bruges jorden omvendt til køling af bygningen.

Såfremt Be06 skal medtage effekten af jordslangerne må dette ske ved at korrigere effektiviteten af varmegenvindingsveksleren. I PHPP udregnes en særlig genvindingseffektivitet ηSHX, som typisk kan være på 20% (se afsnit 5.9.3). Hvis effektiviteten af varmegenvindingsveksleren er ηHX (f.eks. 85%), kan denne korrigeres efter formlen:

ηHX(korrigeret) = 1 –(1- ηHX) *(1-ηSHX)
f.eks. ηHX(korrigeret) = 1 –(1- 0.85) *(1-0.2) = 88%

I konverteringsfilens ark ”ventilation” hentes jordslangernes genvindingseffektivitet ind og man kan så i arket vælge om den vekslereffektivitet, der overføres til Be06 skal korrigeres for jordslangerne eller ej.

3.12 Overtemperatur

I PHPP angives der en frekvens for overophedning, dvs. den procentvise tid hvor temperaturen i huset er over en specificeret temperatur som f.eks. sættes til 25 °C.
I Be06 udregnes i stedet et energiforbrug til at fjerne overtemperaturer.

Det er ikke altid muligt præcist at overføre ventilationsmængderne fra PHPP til Be06, og da man i PHPP anvender mindre internt varmetilskud end i be06 kan man ofte komme ud for at et hus beregnet i PHPP ikke har videre problemer med overtemperaturer, medens dette viser sig mere udtalt i Be06.

Man må derfor ofte ind nærmere at vurdere hvilke ventilationsmængder der skal anvendes i Be06 beregningen.

3.13 Varmepumpe og kompaktunit

Man bør specielt være opmærksom på at for varmepumper benytter Be06 andre data end der kan hentes i PHPP, idet der i PHPP kun kan hentes de nominelle COP. De øvrige data må således suppleres manuelt

Hvis der benyttes en kompaktunit er konverteringsprogrammet endnu ikke udformet til at hente data fra PHPP. Data for disse må derfor indsættes manuelt.

Det er meningen i en senere version af konverteringsarket at indbygge, at der kan hentes data fra PHPP vedrørende kompaktunit.

4 Sammenligning af beregninger med PHPP og Be06

I bilag 1 er der givet 5 eksempler på passivhuse hvor PHPP beregningen er omregnet til Be06 beregninger.

De 5 eksempler er

Navn	Beskrivelse	Antal boliger	Etager	Udvendigt areal Be06 m²	Indvendigt areal PHPP m²
Thyholm Huset Skibet	Fuldmuret enfamilehus	1	1 plan	177	145
Villa Langenkamp Ebeltoft	Let enfamiliehus	1	1 plan	174	147
Ny afdeling BF Ringgården Lystrup	Let rækkehus	1	2 plan	100	73
Enderækkehus Darmstadt	Tungt rækkehus (PHPP eksempel)	1	2.5 plan	216	156
eec living Kolding	Let rækkehus	3	2 plan	342	238

Eksemplerne er udvalgt ud fra hvad det har været muligt at få PHPP beregninger på. Eksemplet fra Tyskland er medtaget da det indgår som et eksempelhus i PHPP programmet.

De trinvise korrektioner for at gå fra en PHPP beregning med passivhus forudsætningerne til en Be06 beregning med bygningsreglementets forudsætninger er sammenfattet i nedenstående tabel:

Forklaring (se nedenfor)		1	2	3	4	5	6	
		PHPP areal		Be06 areal				
		PHPP beregning	Be06 beregning PHPP areal	Be06 med PHPP værdier	Be06 korr. VV + b-faktor	Be06 korr. Intern varme	Be06 korr. ventilation	Forhold kolone 6/ kolonne 1
Rumvarmebehov [kWh/m² pr. år]	Thyholm Huset	**15**	16.1	13.2	13.6	4.3	8.8	0.59
	Villa Langenkamp	**12**	6.9	5.7	5.8	0.4	0.4	0.03
	Ny afdeling, Boligforeningen Ringgården	**14**	16.8	12.1	12.4	2.2	3.5	0.25
	PH Kranichstein, Darmstadt	**14**	15.6				4.9	0.35
	eec living	**15**	18.0	12.5	11.6	3.2	12.3	0.82
Overtemperatur (PHPP, over 25 ºC) hhv. kølebehov (Be06) [% / kWh/m² pr. år]	Thyholm Huset	**6%**	9.5	7.8	7.8	18.4	0.0	
	Villa Langenkamp	**3%**	0.0	0	0	0	0	
	Ny afdeling, Boligforeningen Ringgården	**12%**	0.0	0	0	0	0	
	PH Kranichstein, Darmstadt	**3%**	4.5				0	
	eec living	**4%**	5.0	3.5	3.6	14.1	0.0	
Varmt brugsvand [kWh/m² pr. år]	Thyholm Huset	**24.9**	18.1	14.8	16.8	16.8	16.8	0.67
	Villa Langenkamp	**20**	16.4	15.8	16.1	16.1	16.1	0.81
	Ny afdeling, Boligforeningen Ringgården	**17**	23.7	20.3	22.3	22.3	22.3	1.31
	PH Kranichstein, Darmstadt	**25.4**	25.7				21.3	0.84
	eec living	**33.2**	30.9	21.5	16.0	16.0	16.0	0.48
Primær energiforbrug ekskl. Husholdning [kWh/m² pr. år]	Thyholm Huset	**36**	35.8	29.3	30.8	35.5	27.6	0.77
	Villa Langenkamp	**40**	47.0	41.7	42.2	31.6	31.6	0.79
	Ny afdeling, Boligforeningen Ringgården	**39**	44.6	35.3	37.5	28.4	31.4	0.81
	PH Kranichstein, Darmstadt	**36**	39.3				32.1	0.89
	eec living	**36**	60.2	41.9	35.5	36.3	33.5	0.93
Dimensionerende effektbehov (PHPP) hhv. dimensionerende varmetab (Be06) [W/m²]	Thyholm Huset	**12**	17.7	14.5	14.3	14.3	17.0	1.42
	Villa Langenkamp	**11**	14.1	11.9	11.9	11.9	11.9	1.08
	Ny afdeling, Boligforeningen Ringgården	**13**	17.8	13.1	13.1	13.1	14.1	1.08
	PH Kranichstein, Darmstadt	**10**	19.2				19.2	1.92
	eec living	**15**	19.3	13.4	13.4	13.4	18.1	1.21

Forklaring til kolonner

1) Resultatet i PHPP (relateret til indvendigt areal - PHPP)
2) PHPP beregningen overført til Be06, men relateret til indvendigt etagerarel i PHPP
3) Som 2), men relateret til udvendigt areal i Be06
4) Som 3) og korrigeret til Be06 brugsvandsforbrug og Be06 b-faktorer (ved gulvvarme)
5) Som 4) men yderligere korrigeret til Be06 internt varmetilskud
6) Som 5) men yderligere korrigeret til Be06 ventilation.

Som det ses af tabellen er der naturligvis ikke faste forhold mellem resultaterne af PHPP beregningerne og Be06 beregningerne da forskellene både er forskellige tillæg/fradrag og faktorer.

For at eftervise hvad energiforbruget er i relation til passivhuskriterierne og i relation til de danske energirammer er det således nødvendigt at beregne bygningerne i begge programmer. Den udarbejdede excel konverteringsfil er en hjælp hertil.

For eksemplerne som alle opfylder passivhus kriterierne på 15 kWh/m² pr. år bemærkes det specielt, at rumvarmebehovet beregnet med Be06 varierer mellem 0 og 12.3 kWh/m² pr. år. Det bemærkes endvidere, at når Be06 beregningen udføres med passivhus forudsætningerne, er der ikke så stor forskel på PHPP beregningen og Be06 beregningen (kolonne 1 og kolonne 2 i skemaet) Størst forskel er der ved ”Villa Langenkamp”.

Det er usikkert, hvorfor der ved nogle af beregningerne er større forskel mellem kolonne 1 og 2 end ved andre. Det skønnes at nogle af forskellene ligger i forskelle i vejrdata og beregning af solindfald. ”Villa Langenkamp” adskiller sig fra de øvrige eksempler ved dels

at have et rumvarmeforbrug, der er en del lavere end passivhuskriteriet og dels ved at have vinduer hovedsageligt orienteret mod vest, ikke som i de andre eksempler primært mod syd.

Når det gælder det endelige Be06 resultat ses at rumvarmebehovet i kolonne 5 (dvs, således som det er projekteret/udført med PHPP) ligger mellem 0.4 og 4.3 kWh/m² pr. år. Ser man på forskellen til resultatet af selve PHPP-beregningen (kolonne 1), er rumvarmebehovet i alle projekterne 11-12 kWh/m²/år mindre ved korrektionerne udført i kolonne 5.

Hvis man derefter ændrer ventilationsflowet, bliver forskellen større. I kolonne 6 er regnet med kravene fra BR08 direkte, uden hensyn til, hvad der er givet byggetilladelse og herunder dispensationer til, og varmebehovene beregnet på denne måde ligger mellem 0.4 og 12.3 kWh/m2/år.

Specifikt for ”Villa Langenkamp” er ventilationen udført (og beregnet) direkte efter bygningsreglementkravene, og der er derfor ikke forskel mellem kolonne 5 og 6.

I de andre projekter er ventilationen er mindre end de almindelige krav i BR08. Der er dog ingen steder mindre ventilation end de 7 l/s/person, som kravene i bygningsreglementet bygger på, og ventilationsanlæggene kan normalt yde en del mere, end det flow, der projekteres med. Vejledningen til BR08, SBi-anvisning 216, refererer i den forbindelse til SBI-rapport 161: Boligventila-tionssystemer (Aggerholm & Reinhold,1989), og en senere SBI-publikation er kommet til samme resultat (Niels Bergsøe, 200x).

5 Referencer

[1] By og Byg (SBi) Anvisning 203, Beregning af dagslys i bygninger

Der findes et stort antal hjemmesider på internettet om passivhuse. Nedenfor gives eksempler på links til både danske og udenlandske hjemmesider, som rummer god information om passivhuse. Endvidere angives software til beregning af passivhuse.

Danmark

www.altompassivhuse.dk
www.passivhus.dk
www.passivhus.aau.dk
www.komforthusene.dk
www.rockwool.dk

Internationalt

www.passivehouse.com
www.europeanpassivehouses.org
www.passivhausprojekte.de
www.passivhaus-info.de
www.igpassivhaus.at
www.passief.be
www.cepheus.de
www.energieinstitut.at
www.passivhuscentrum.se

Software

PHPP
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.

Therm

Therm er et meget anvendt program til beregning af linietab. Programmet er gratis og kan downloades fra følgende hjemmeside:
http://windows.lbl.gov/

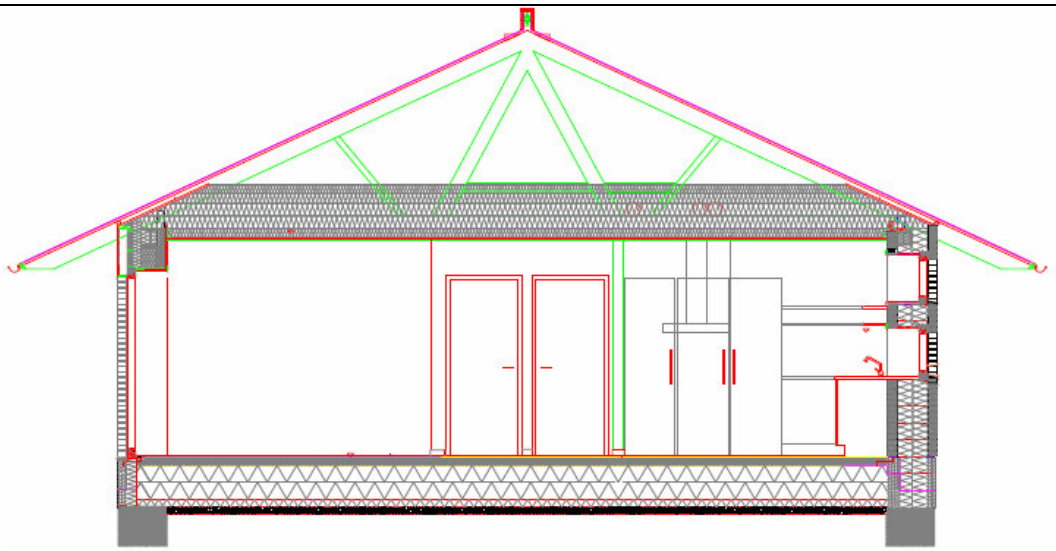
PHLuft10
Passivhaus Institut i Darmstat har udviklet et gratis beregningsprogram "**PHLuft10**" til dimensionering af jordrør til køling / forvarmning af friskluft. Programmet kan downloades fra følgende hjemmeside:
www.passivehouse.com

Bilag 1 Eksempler

Eksempel 1 – Fuldmuret parcelhus - Thyholm Huset

Beskrivelse
Huset er et klassisk fuldmuret murstenshus i 1 plan. Huset er opført af Thyholm Murer A/S i 2008 i forbindelse med Komforthus Projektet i Skibet ved Vejle. Huset er certificeret som passivhus.

Fuldmuret passivhus i Skibet ved Vejle



Tværsnit af hus (se tabel med data)

Data for Thyholm Huset	
Hoveddata	
Etageareal	177 m^2
Netto gulvareal (”treated floor area” til brug for PHPP)	144.9 m^2
Orientering af primær længdeakse	154 grader (sydfacade peger svagt mod øst)
Skyggeforhold	Ret markant skyggevirkning på sydorienterede vinduer fra nabohus. Skyggevirkning fra øst og vest begrænset
Klimaskærm	
U-værdi væg	0.09 W/m²/K
U-værdi loft	0.06 W/m²/K
U-værdi terræn	0.07 W/m²/K (jordisolans ikke medregnet)
U-værdi vinduer	0.77 W/m²/K (gennemsnitlig U-værdi inkl. linietab for indbygning)
U-værdi dør	0.73 W/m²/K (inkl. linietab for indbygning)
Linietab ψ for fundament	0.07 W/m*K (konverteret til udvendige mål er ψ = 0)
Øvrige vinduesdata	
g-værdi glas	54 %
Total vinduesareal	39.7 m^2
Glasareal	30.1 m^2
Vinduesareal % ift etageareal	22 %
Teknik	
Varmeanlæg	Mikro-jordvarmeanlæg fra Drexel & Weiss XLS (2.8 kW). Anlæg udført som kompaktunit med integreret ventilationsanlæg (max ydelse 230 m^3/h). Jordslange har dobbeltfunktion – benyttes både til varmepumpe samt til forvarmning og

	køling af friskluft.
Virkningsgrad for var-meveksler	76 %
Luftskifte i bolig	Det gennemsnitlige luftskifte er ifølge PHPP beregnet til 0.34 h^{-1}, hvilket svarer til et anlægsflow på 123 m^3/h (dette luftskifte er benyttet i PHPP beregningen).
Forvarmning af luft	Forvarmning via jordslange
Køling af luft	Køling via jordslange
Varmeafgivelse	Kombineret luftvarme og gulvvarme. Varmestyring er baseret på rumføler placeret i stue.

Resultater	**PHPP**	**Be06**
Rumvarme	15.1 kWh/m^2 pr. år	8.8 kWh/m^2 pr. år * **ad 1)**
Primær energi (energiramme)	-	27.6 kWh/m^2 pr. år * **ad 1**)
Primær energi (PHPP)	91 kWh/m^2 pr. år	-
Dimensionerende effekt	1.7 kW	3.2 kW

ad 1)
Be06 beregningen følger dansk praksis. Ventilationsflowet i Be06 beregningen er 216 m^3/h.

Eksempel 2 – Villa Langenkamp

Arkitekt Olav Langenkamps enfamiliehus er Danmarks første certificerede passivhus, og efter projektdeltagernes viden det første byggeri i Danmark overhovedet, der opfylder kravene til passivhuse. Projektet er udviklet og bygget fuldt ud i privat regi i samarbejde mellem

- Arkitekt og bygherre Olav Langenkamp
- Ökologischer Holzbau Sellstedt

Projektet er certificeret som passivhus af Passivhus.dk.

Jordarbejderne startede i september 2007 og der var indflytning 1. marts 2008.

Byggeriet er i ét plan og orienterer sig efter udsigten og har derfor en stor glasfacade mod vest. Varmeudveksling med omgivelserne er minimeret gennem effektiv isolering, markedets mest energieffektive, certificerede passivhusvinduer og markedets mest effektive varmeveksler i ventilationen (60 m² pladevarmeveksler af plast). Der er udvendige, elbetjente persienner, som anvendes til mørklægning og til at begrænse solindfald og indkig.

Den nødvendige udeluft trækkes gennem et rør i jorden og tempereres dermed både sommer og vinter. Af hensyn til luftkvaliteten er der også installeret centralstøvsuger. Luftskiftet svarer til bygningsreglementets krav.

Varmt brugsvand opvarmes delvist via solfangere på taget. Varmen til rumopvarmning kommer fra en lille varmepumpe og fordeles via en kombination af gulvvarme og luftvarme.

Der er valgt energimærkede apparater og sparepærer. Familien er engageret i energispørgsmål og har i den tidligere bolig haft et meget lavt elforbrug (dokumenteret via elregning). På den baggrund er der ikke krævet eller gjort en yderligere indsats for at promovere energibesparelser.

Forskellige energiforbrug skal følges løbende via et måleprogram, som er under etablering.

Villa Langenkamp ved Ebeltoft. Foto: Langenkamp.dk

Data for Villa Langenkamp

Hoveddata	
Etageareal	174 m^2
Netto gulvareal (”treated floor area” til brug for PHPP)	147 m^2
Orientering af primær længdeakse	160 grader (sydfacade peger svagt mod øst)
Skyggeforhold	Nogen skygge mod nord, øst og syd. Næsten ingen skygger mod vest.
Klimaskærm	
U-værdi væg	0.09 W/m²/K
U-værdi loft	0.05 W/m²/K
U-værdi terræn	0.05 W/m²/K (jordisolans ikke medregnet)
U-værdi vinduer og hoveddør	0.62 W/m²/K (gennemsnitlig U-værdi inkl. linietab for indbygning)
Linietab ψ for fundament	0.10 W/m*K (konverteret til udvendige mål er ψ = 0,00 W/m/K)
Øvrige vinduesdata	
g-værdi glas	51 %
Total vinduesareal	57 m^2
Glasareal	45 m^2
Vinduesareal % ift etageareal	33 %
Teknik	
Varmeproduktion	Luft/vand varmepumpe Ochsner Europa Mini EWP E4 / W15-55
Virkningsgrad for var-	92 %

meveksler	
Luftskifte i bolig	183 m³/h svarende til bygningsreglementets krav
Forvarmning af luft	Forvarmning via rør i jorden
Køling af luft	Køling via rør i jorden
Varmeafgivelse	Kombineret gulvvarme og luftvarme.

Resultater	**PHPP ***	**Be06 ****
Energiramme BR08	-	83 kWh/m²/år
Energiramme Klasse 1		41 kWh/m²/år
Samlet energibehov (Be06)		31.6 kWh/m²/år
Primærenergibehov inklusive husholdning (PHPP)	74 kWh/m²/år	-
Rumopvarmning	12 kWh/m²/år	0.4 kWh/m²/år
Dimensionerende varmebehov	1.6 kW	
Dimensionerende varmetab		11.9 kW

***)** Med almindelige PHPP-forudsætninger, herunder nettoareal, internt varmetilskud 2,1 W/m², og primærenergifaktorer

****)** Med almindelige PHPP-forudsætninger, herunder bruttoetageareal, internt varmetilskud 5 W/m² og lidt lavere vægtningsfaktorer

Eksempel 3 – Boligforeningen Ringgården, ny afdeling i Lystrup

Boligforeningen Ringgårdens nye afdeling i Lystrup er resultat af arkitektkonkurrencen Arkitektur og Bæredygtighed i Dansk Boligbyggeri, som afholdtes i 2003. schmidt hammer lassen architects vandt to af konkurrencens tre boliggrupper, herunder den aktuelle. Byggeriet blev projekteret i 2004-2005, men markedet endnu ikke at have været klar til at bygge passivhuse, for først i 2008 lykkedes det at indhente et tilbud, på et let forenklet byggeri, som overholdt budgettet. Jordarbejderne startede i november 2008 og indflytning forventes 1. september 2009.

Byggeriet består af fire tætliggende stænger rækkehuse i to plan. Varmeudveksling med omgivelserne er minimeret gennem effektiv isolering og markedets mest energieffektive, certificerede passivhusvinduer. Ved valg af teknik er det prioriteret at få en meget lidt pladskrævende løsning, og derfor er varmegenvindingen ikke specielt effektivt (77% varmegenvinding). Sammen med bygherren overvejes det, hvordan det lave elforbrug til husholdning sikres. De nu 32 boliger forventes certificeret som passivhus.

Inden for budgettet er der ikke blevet råd til solafskærmning. Beregningsmæssigt (Be06) giver det ikke problemer, da der er store oplukkelige vinduesarealer, som muliggør tværventilation. Hvis ikke brugerne er meget aktive til at lufte ud, må dog i praksis forventes et vist omfang af overtemperaturer.

Som beregningseksempel er anvendt en bolig, der mht. andel af gavlvægge, skillevægsfundamenter m.v. er et gennemsnit af de små boliger i den række, der ligger mest i skygge.

Boligforeningen Ringgården, ny afdeling for i Lystrup. Visualisering: schmidt hammer lassen architects

Data for bolig i ny afdeling for Boligforeningen Ringgården

Hoveddata	
Etageareal	100 m^2
Netto gulvareal (”treated floor area” til brug for PHPP)	73 m^2
Orientering af primær længdeakse	152 grader (sydfacade peger noget mod øst)
Skyggeforhold	Tre ud af fire rækker boliger ligger i betydelig skygge fra hinanden
Klimaskærm	
U-værdi væg	0.08 W/m²/K
U-værdi loft	0.07 W/m²/K
U-værdi terræn	0.12 W/m²/K (jordisolans ikke medregnet)
U-værdi vinduer og hoved-dør	0.62 W/m²/K (gennemsnitlig U-værdi inkl. linietab for ind-bygning)
Linietab ψ for fundament	0.10 W/m*K (konverteret til udvendige mål er ψ = 0,00 W/m/K)
Øvrige vinduesdata	
g-værdi glas	51 %
Totalt vinduesareal	27 m^2
Glasareal	20 m^2
Vinduesareal % ift etageareal	27 %

Teknik	
Varmeproduktion	Integreret enhed med luft/vand varmepumpe, varmtvands-beholder og ventilationsanlæg
Virkningsgrad for var-meveksler	77 %
Luftskifte i bolig	86 m³/h svarende til 0,5 h^{-1} eller 27-43 m³/h pr. person

Resultater	**PHPP ***	**Be06 ****
Energiramme BR08	-	92 kWh/m²/år
Energiramme Klasse 1		46 kWh/m²/år
Samlet energibehov (Be06)		31.4 kWh/m²/år
Primærenergibehov inklu-sive husholdning (PHPP)	92 kWh/m²/år	-
Rumopvarmning	14 kWh/m²/år	3.5 kWh/m²/år
Dimensionerende varme-behov	0.9 kW	
Dimensionerende varmetab		14.1 kW

***)** Med almindelige PHPP-forudsætninger, herunder nettoareal, internt varmetilskud 2,1 W/m², og primærenergifaktorer

****)** Med almindelige PHPP-forudsætninger, herunder bruttoetageareal, internt varmetil-skud 5 W/m² og lidt lavere vægtningsfaktorer

Eksempel 4 - Enderækkehus, Darmstadt-Kranichstein, Tyskland

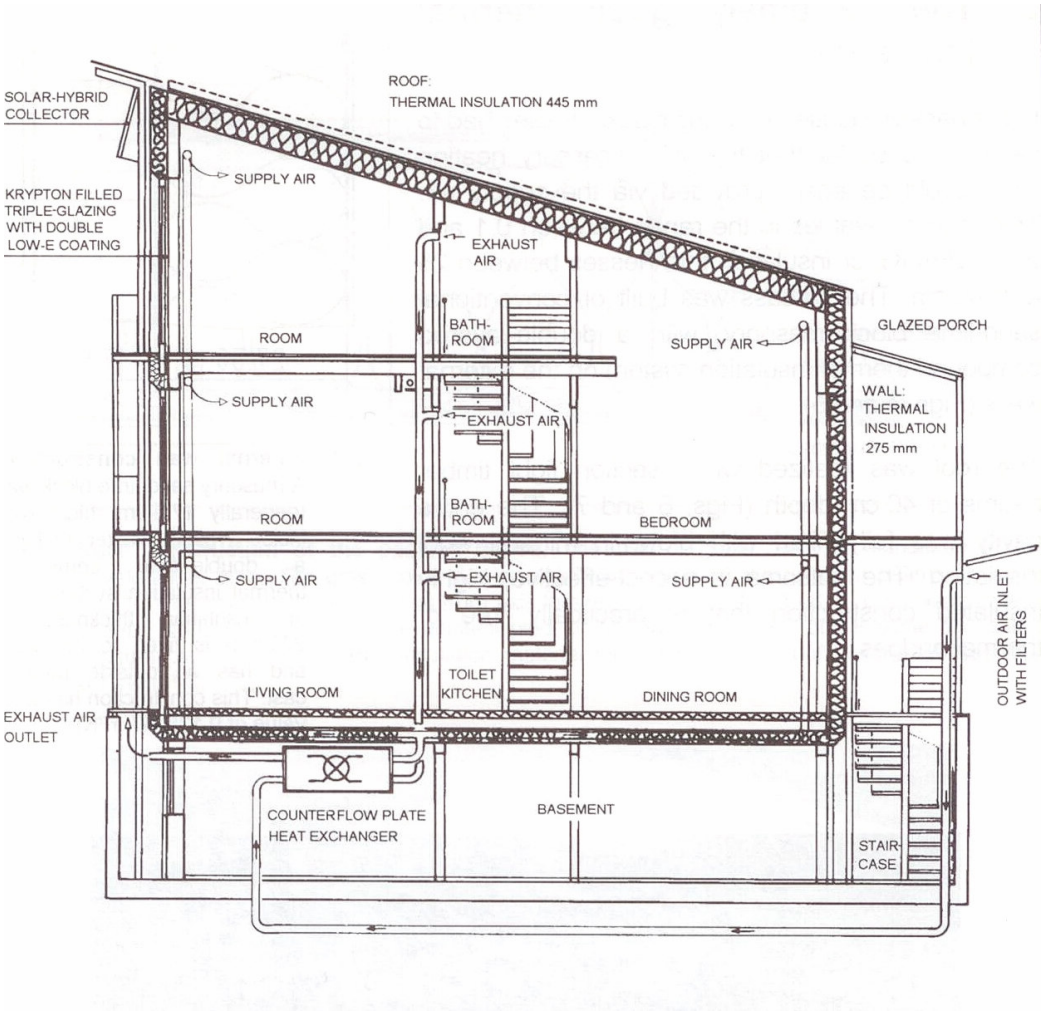
Beskrivelse
Huset er et rækkehus opført i 1991 som det konkrete resultat af udviklingen af passivhuskonceptet. Projektet har modtaget offentlig støtte til de 20% merudgifter, som der var ved opførelsen af dette for datiden ekstreme lavenergibyggeri. Som beregningseksempel betragtes konkret det vestlige enderækkehus.

Bygningen indeholder i alt fire boliger i hver 2½ etage, og den største facade vender direkte mod syd. Det indvendige volumen er 665 m³. Nedenfor vises et tværsnit af huset. Der er en termisk adskillelse af den uopvarmede kælder fra resten af huset. Der er en trappe på nordsiden, som leder ned til kælderen.

På det tidspunkt, bygningen blev opført, var de fleste løsninger ekstraordinære. Således nåede man ikke i tide at udvikle specielle, isolerede vinduesprofiler, og først efter ét års drift, blev karmene isoleret udefra med isolerende skaller af polyurethan. Også ruderne er specialfremstillet, og den udvendige isolering på forholdsvist beskedne 275 mm måtte monteres i to lag.

Friskluft kommer ind via det glasinddækkede vindfang, og luften forvarmes i jordkanaler. Der er indblæsning i værelser og opholdsrum og udsugning fra køkken og bad og toilet. Sidstnævnte er samlet i en installationszone i midte af huset, medens der er opholdsrum/børneværelser mod syd og spisestue og soveværelser mod nord.

I den vestligste bolig udgøres solafskærmningen af elbetjente, udvendige, isolerede skodder, der anvendes som henholdvis varmeisolering og solafskærmning. I de øvrige lejligheder er udvendige, elbetjente persienner.



Figur 1. Tværsnit af huset. Kilde: "The Passive House in Darmstadt-Kranichstein. Planning, Construction, Results", technical information PHI-1997/4(E), Passivhaus Institut 1997.

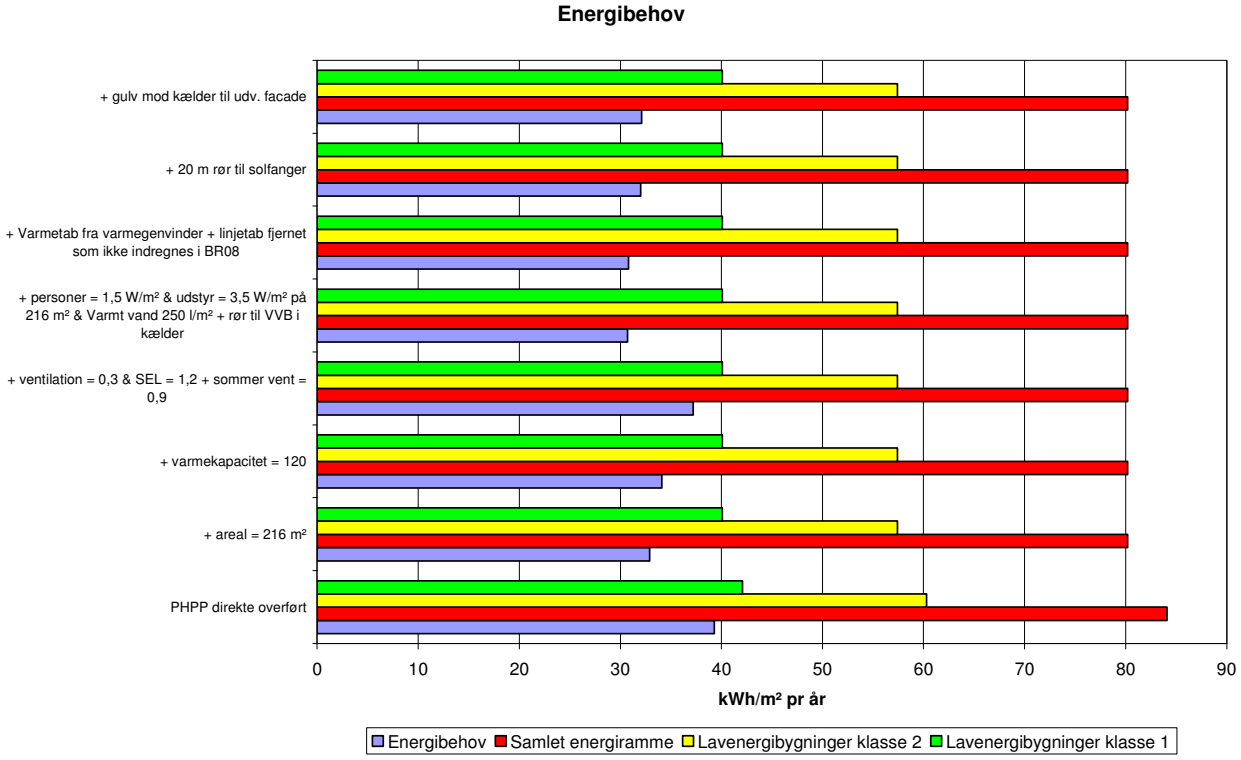
Hoveddata	
Etageareal	216 m^2, eksklusiv uopvarmet kælder.
Netto gulvareal (”treated floor area” til brug for PHPP)	156 m^2, indvendigt beboeligt areal, eksklusiv uopvarmet kælder.
Orientering af primær længdeakse	Længdeaksen er øst-vest, og den høje del af facaden vender mod syd.
Skyggeforhold	Ret markant skyggevirkning på sydvendte vinduer fra horisontafskæring, men skygger imod de øvrige orienteringer er begrænset.
Klimaskærm	
U-værdi væg	0,14
U-værdi loft	0,11
U-værdi gulv mod kælder	0,11
U-værdi vinduer og døre	0,77-0,80 (inkl. linietab for indbygning)

Øvrige vinduesdata	
g-værdi glas	50 %
Total vinduesareal	43,46 m²
Glasareal	28,24 m²
Vinduesareal % ift etageareal	20,1 %
Teknik	
Varmeanlæg	Gaskedel med en nyttevirkning ved dellast (30 %) på 99 % og ved fuldlast på 95 %. Varmen tilføres rummene via ventilationssystemet med en maksimal indblæsningstemperatur på 52 °C.
Forvarmning af luft	Forvarmning via jordkanal
Køling af luft	Køling via jordkanal
Varmeafgivelse	Luftvarme
Virkningsgrad for varmeveksler	83 %

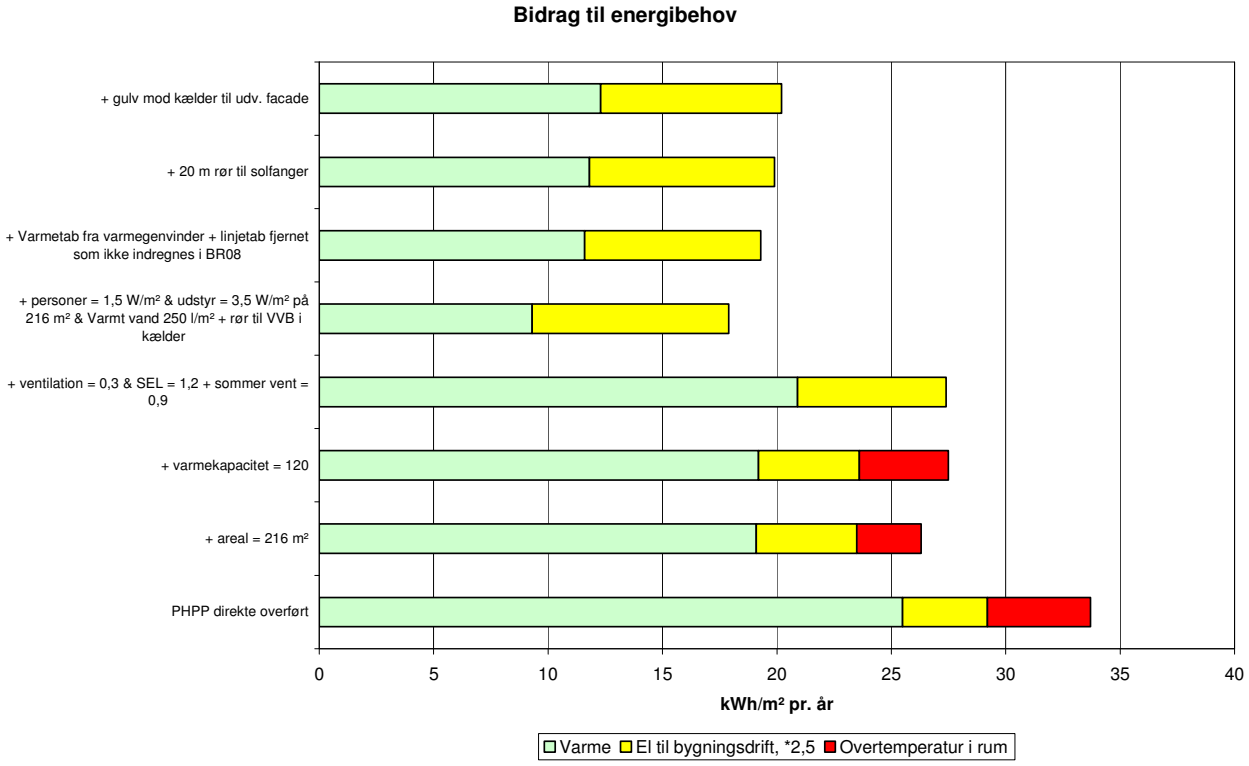
Resultater	**PHPP**	**Be06 (PHPP data) [1)]**	**Be06 (jf. BR08 krav)**	**Enhed**
Rumvarme	14	15,6	4,9	kWh/m² pr. år
Overtemperaturer		4,5	0	kWh/m² pr. år
Varmt vand		25,7	21,3	kWh/m² pr. år
Primær energi (Be06)	-	39,3	32,1	kWh/m² pr. år
Primær energi (PHPP) [2)]	36	-		kWh/m² pr. år
Dimensionerende effekt	1,7	3	3	kW

1) Alle data er hentet direkte fra PHPP beregningen, inkl. brugen af indvendige areal som opvarmet areal.

2) Opgørelsen af primært energiforbrug i PHPP, men eksklusiv elforbrug til beboernes husholdning. Denne værdi kommer tættest på energirammen i Be06.

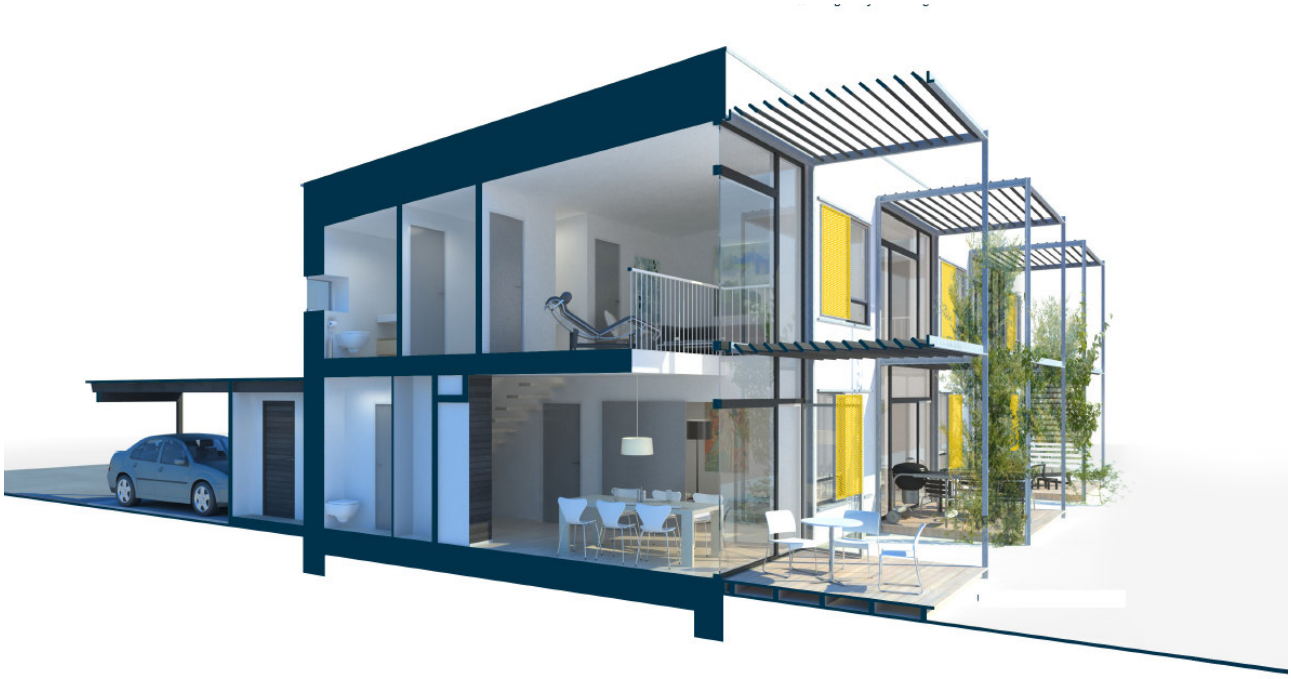


Figuren skal "læses" nedefra og op – på den øverste kurve er alle de nævnte tiltag inkluderet.



Figuren skal "læses" nedefra og op – på den øverste kurve er alle de nævnte tiltag inkluderet.

Eksempel 5 - eec living,



Figur 1. Tværsnit af huset

SUNSHINE HOUSE er et udviklingsprojekt, der omfatter i alt 4x3 rækkehuse i 2 plan, baseret på Passivhus principperne. Rækkehusene vil blive placeret i et kuperet landskab i det sydlige Kolding.

Eec-living projektet er et af 4 vinderprojekter af konkurrencen arrangeret af Nordicom A/S, Teknologisk Institut og Videnscenter for Industrielt Byggeri. Det er meningen at husene skal færdigprojekteres og bygges i 2009.

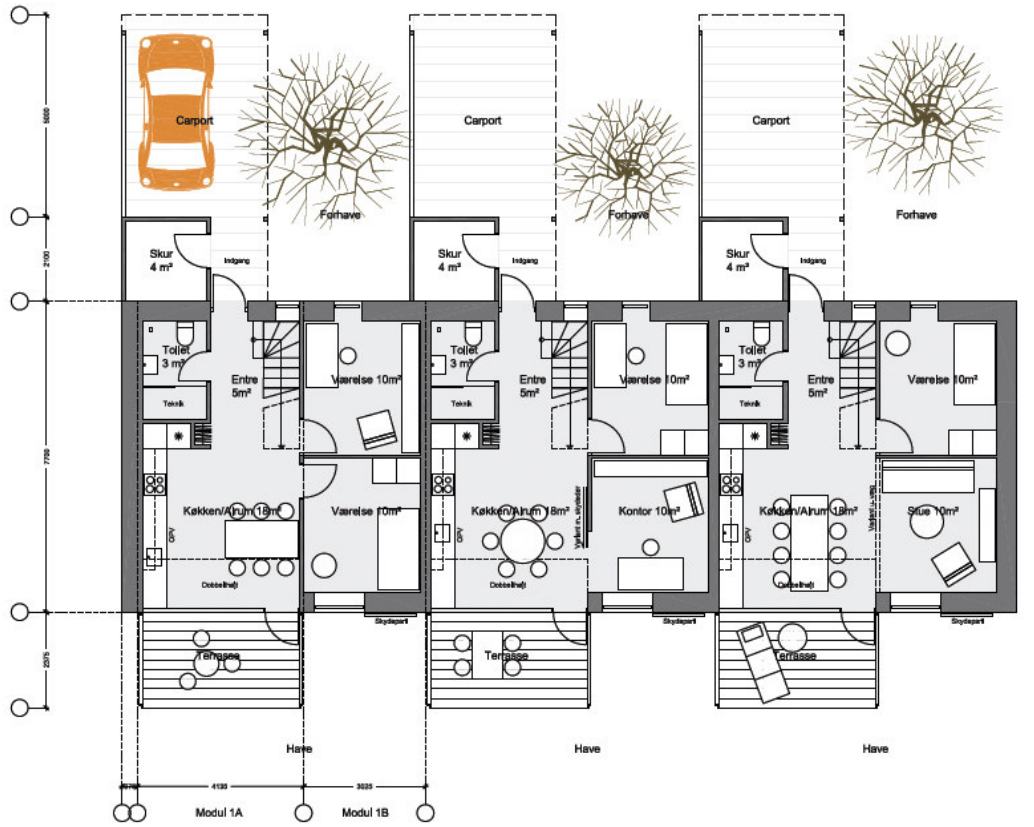
Husets planlagte sydfacade er udført i glas fra gulv til loft henover begge etager samt med solafskærmning. Herudover er huset ekstra godt isoleret og der er installeret varmegenvindingsanlæg. Vinduerne udføres i højisolerede lavenergiruder med ramme i komposit-materiale, der minimerer kuldebroer.

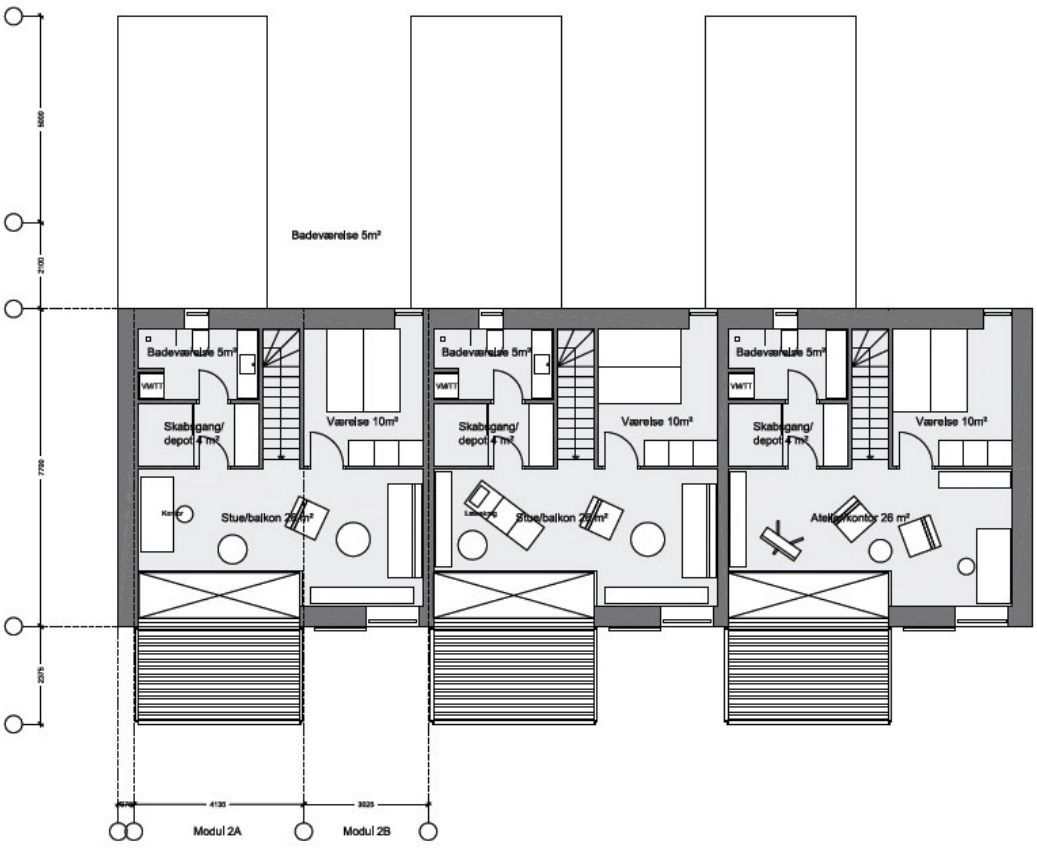
Boligens opbygning og dens konstruktioner og byggesystemer er valgt ud fra målsætningen om at mest muligt produceres på fabrik. Således sammensættes boligen af 4 moduler, der produceres og i videst muligt omfang færdigapteres på fabrik. Installationernes og vådrummenes kompakthed tilgodeser ligeledes dette.

Facadesystemet er ligeledes valgt, således at det kun er den yderste beklædning (træ/puds) der gøres på pladsen.. Den valgte fundamentsløsning giver forholdsvis lidt arbejde på pladsen, bl.a. fordi de skal etableres uden isolering.

Modulerne er færdigmonteret med vinduer fra fabrik samt udv. pladebeklædning klar til puds/træbeklædning. Indv. er der beklædt med gipsplade klar til malerbehandling. Gulve i stueetagen samt på 1. sal er udført i krydsfiner klar til gulvbelægning.

Eec living projektet er udviklet i samarbejde mellem Årstiderne Arkitekter, Hassing Huset, PRO-TEC Vinduer A/S, Grontmij/Carl Bro og Ellehauge & Kildemoes
Trine Vermund Andersen, Årstiderne Arkitekter


Carport
Carport
Carport
Forhave
Forhave
Forhave
Skur 4 m²
Skur 4 m²
Skur 4 m²
Toilet 3 m²
Entre 5m²
Værelse 10m²
Køkken/Alrum 18m²
Kontor 10m²
Stue 10m²
Terrasse
Have
Modul 1A
Modul 1B


Badeværelse 5m²
Skabsgang/ depot 4 m²
Værelse 10m²
Stue/balkon 26 m²
Atelier/kontor 26 m²
Modul 2A
Modul 2B

Hoveddata	
Etageareal	342 m^2, eksklusiv uopvarmet kælder.
Netto gulvareal ("treated floor area" til brug for PHPP)	238 m^2, indvendigt beboeligt areal.
Orientering af primær længdeakse	Længdeaksen er øst-vest, og den høje del af facaden vender mod syd.
Skyggeforhold	Der er regnet med skyggevirkning på sydvendte vinduer fra horisontafskæring, Endvidere er der solafskærmning over sydvendte vinduer
Klimaskærm	
U-værdi væg	0,085
U-værdi loft	0,059
U-værdi gulv mod kælder	0,078 (mod krybekælder)
U-værdi vinduer og døre	0,68-1,18 (inkl. linietab for indbygning)
Linietab ψ for fundament	-0,05 - -0,089
Øvrige vinduesdata	
g-værdi glas	49 %
Total vinduesareal	89,8 m²
Glasareal	71,8 m²
Vinduesareal % ift etageareal	26 %
Teknik	
Varmeanlæg	Varmeanlægget er ikke fastlagt ved rapportens udgivelse. Der påregnes etableret kompaktunit, men beregningen er i nærværende rapport udført med fjernvarme
Forvarmning af luft	Der er ikke forvarmning via jordkanal
Køling af luft	Der er ikke køling via jordkanal
Varmeafgivelse	Luftvarme
Virkningsgrad for varmeveksler	81 %

Resultater	**PHPP**	**Be06 (PHPP data) [1)]**	**Be06 [2)]**	**Be06 [3)]**	**Be06 [4)]**	**Be06 (jf. BR08 krav)**	**Enhed**
Rumvarme	15	18	12,5	11,6	3,2	12,3	kWh/m² pr. år
Overtemperatur	4%	5	3.5	3,6	14,1	0	% - kWh/m² pr. år
Varmt brugsvand	33,2	30,9	21,5	16,0	16,0	16,0	
Primær energi	36	60,2	41,9	35,5	36.3	33,5	kWh/m²

(Be06)							pr. år
Primær energi (PHPP) [6)]	36	-					kWh/m² pr. år
Dimensionerende effekt	15	19.3	13,4	13.4	13.4	18.1	kW

1) Alle data er hentet direkte fra PHPP beregningen, inkl. brugen af indvendige areal som opvarmet areal.
2) Alle data er hentet direkte fra PHPP beregningen, men relateret til (udvendigt) etage-areal i Be06.
3) Varmtvandsforbrug rettet 250 liter/m2 pr. år (endvidere er b-faktor for gulv mod krybe-kælder rettet til 0,7 fra 1,0 som den benyttes i PHPP)
4) Internt varmetilskud er rettet fra PHPP værdier til BR 08 krav
5) Ventilationsflow er rettet fra PHPP værdier til BR 08 krav.
6) Opgørelsen af primært energiforbrug i PHPP, men eksklusiv elforbrug til beboernes husholdning. Denne værdi kommer tættest på energirammen i Be06.

Bilag 2 Dansk vejledning i benyttelse af PHPP

For at lette anvendelsen af PHPP er der udarbejdet denne danske vejledning til PHPP. Vejledningen opsummerer ark for ark de vigtigste punkter i PHPP med hovedvægten især på de punkter der er af betydning for dansk anvendelse af PHPP.

Vejledningen erstatter ikke den engelske eller tyske manual som der må henvises til for mere detaljerede oplysninger.

5.1 Regneark – "Verification"

Regnearket "Verification" viser de basale oplysninger for bygningen som bygherre, beliggenhed, størrelse mv. Endvidere vises grundlæggende beregningsresultater for bygningen og hvorvidt PH-kriterierne er opfyldt. Endvidere angives grundlæggende parameter-input til beregningen (brugerindtastede værdier i PHPP vises altid med **blå** skrift, beregnede værdier vises altid med **sort** skrift, parametre/data indlagt i programmet vises altid med **mørkerød** skrift):

Følgende grundlæggende parameterinput til beregningen angives i "Verification":

- Bygningstype
- Gratisvarme
- Antallet af personer i bygningen
- Rumtemperatur
- Totalt volumen Ve for bygningen

Parametrene gennemgås i de følgende underkapitler.

5.1.1 Bygningstype (Building type)

Der opereres med flg. 2 bygningstyper:

- Residential
- Non-residential

Residential:
Denne betegnelse dækker traditionelle bygninger hvor der bor mennesker (1-familiehuse, rækkehuse, etagebyggeri, plejehjem mv.)

Non-Residential:

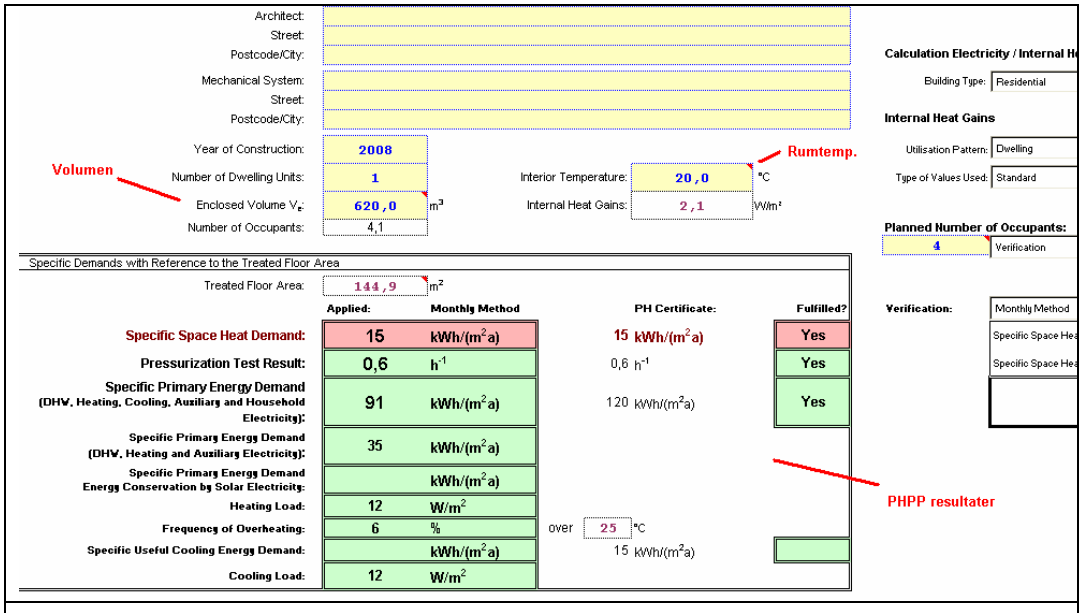
Denne betegnelse dækker bygninger hvor der ikke bor mennesker (skoler, børnehaver, kontorer mv.)

5.1.2 Gratis varme (*Internal heat gains*) i beboede bygninger (*residential)*

Der opereres med flg. 3 brugerprofiler:

- Dwelling
- Assisted living
- Other

For hver af brugerprofilerne kan man vælge mellem "Standard" og egne beregnede værdier. Det skal pointeres, at i forbindelse med eftervisning af passivhus-kriterier (og evt. certificering) skal man benytte de standardværdier, som er indlagt i PHPP.



Figur1: Angivelse af bygningstype, forbrugsmønster mv.

Dwelling:
Denne betegnelse dækker et normalt forbrugsmønster i en bygning, som bebos døgnet rundt (f.eks. bolig med en familie). Standardværdien for gratisvarmen i PHPP udgør 2.1 W/m² pr. m² netto boligareal.

Assisted living:
Denne betegnelse dækker forbrugsmønster i en bygning, som bebos døgnet rundt af mennesker, som kræver ekstra hjælp og udstyr (f.eks. plejehjem). Standardværdien for gratisvarmen i PHPP udgør 4.1 W/m² pr. m² netto boligareal.

Other:

Denne betegnelse dækker et ikke traditionelt forbrugsmønster i en bygning, som bebos døgnet rundt (f.eks. bolig, som både udgør beboelse og firmadomicil, og hvor der forefindes teknisk udstyr, som relativt set afgiver meget varme). Gratisvarmen kan beregning særskilt i regnearkene IHG.

5.1.3 1.3 Gratis varme (*Internal heat gains*) i ikke beboede bygninger (*Non residential)*

Der opereres med flg. 3 brugerprofiler:

- Office
- School
- Other

For hver af brugerprofilerne kan man vælge mellem "Standard" og egne beregnede værdier. Det skal pointeres, at i forbindelse med eftervisning af passivhus-kriterierne (og evt. certificering) skal man benytte de standardværdier, som er indlagt i PHPP.

Office:
Denne betegnelse dækker et normalt forbrugsmønster i en bygning, som udgør et kontor. Standardværdien for gratisvarmen i PHPP udgør 3.5 W/m^2 pr. m^2 netto boligareal.

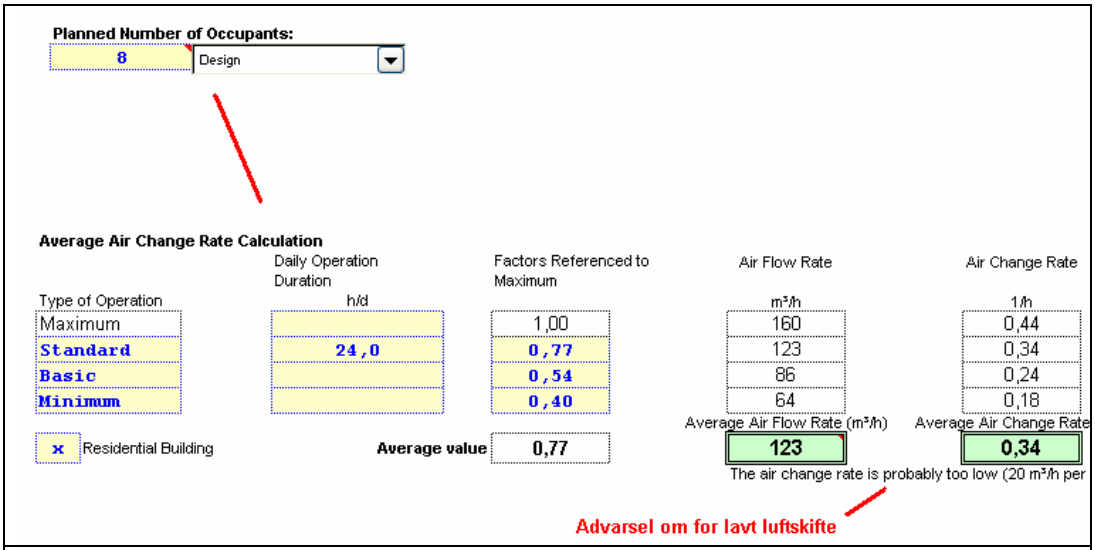
School:
Denne betegnelse dækker forbrugsmønster i skoler. Standardværdien for gratisvarmen i PHPP udgør 2.8 W/m^2 pr. m^2 netto boligareal.

Other:
Denne betegnelse dækker et ikke traditionelt forbrugsmønster (f.eks. kontor med meget stor intern varmelast fra IT-rum). Gratisvarmen kan beregning særskilt i regnearkene IHG-Nom-Dom.

5.1.4 Persontal (Planned Number of Occupants)

Bedste bud på persontal skal angives. I forbindelse med eftervisning af passivhus-kriterierne skal man bruge "Verification". PHPP beregner da selv antallet af personer (35 m^2/personer).

Ønsker man eksempelvis at undersøge bygningens energiforbrug og ventilationsforhold ved andre persontal, kan man vælge "Design". I eksemplet på figur 2 ses et tilfælde, hvor man sætter antallet af personer til 8. I ventilationsarket "Ventilation" kommer der en advarsel fra PHPP om at luftskiftet sandsynligvis er for lavt.



Figur 2: Brug af "Design" til at analysere energi- og ventilationsforhold ved andre personantal.

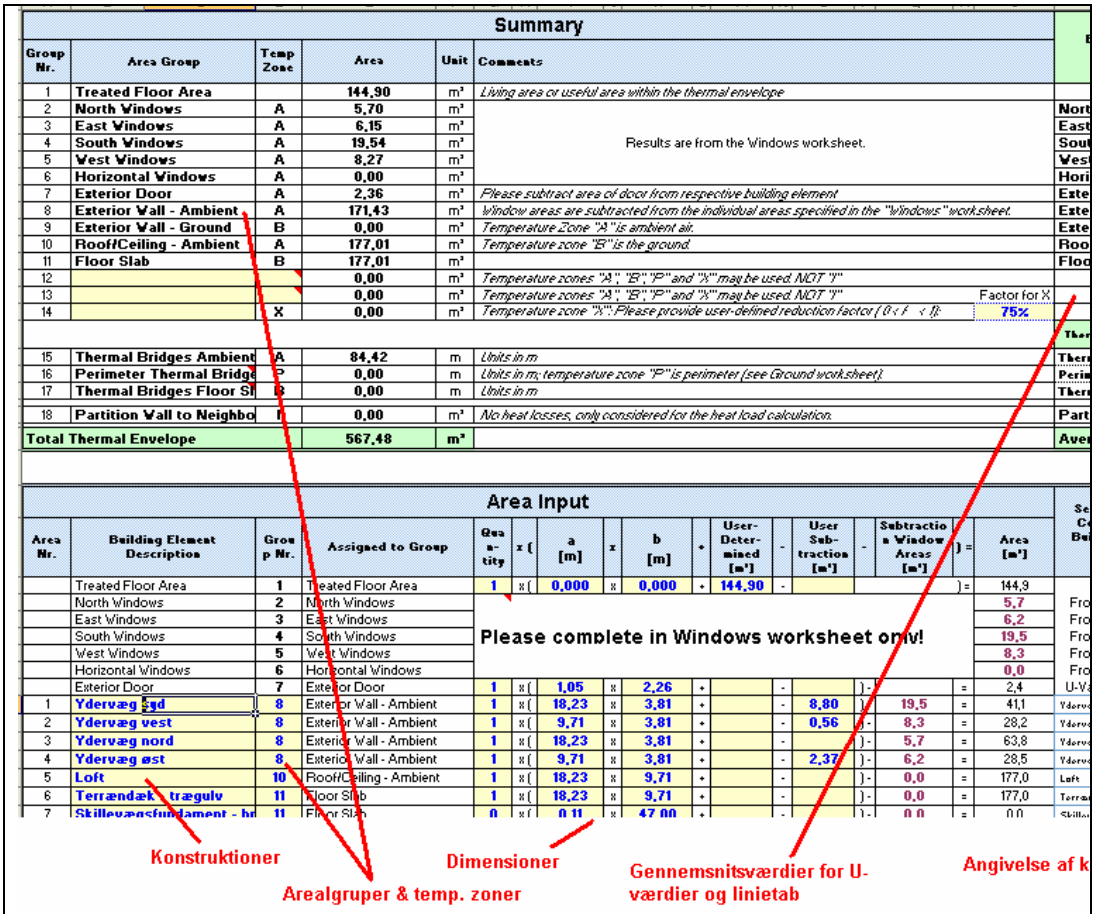
5.1.5 Bygningsvolumen Ve

Denne størrelse beskriver det samlede bygningsvolumen inklusiv isolering. Størrelsen Ve indgår ikke i PHPP-beregningen og er kun medtaget pga. tyske regler. Men for at følge praksis bør man dog estimere bygningsvolumenet Ve.

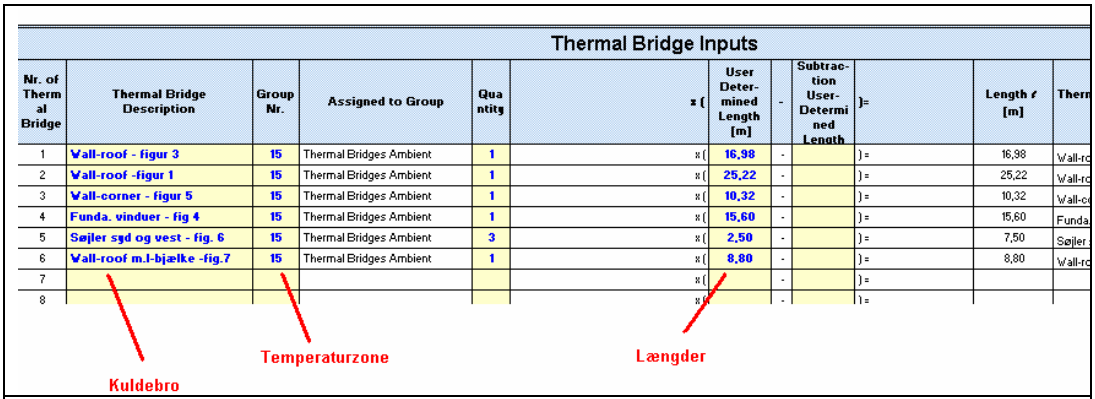
5.2 Regneark – "Areas"

Regnearket "Areas" (figur 3 og 4) viser alle indgående arealer og kuldebrolængder i klimaskærmen herunder de benyttede U-værdier og linietabskoefficienter (eneste undtagelse herfra er linietab for vinduer, som indtastes og inkluderes i U-værdi for vinduer via arket "Windows"). For at skabe et præcist overblik over varmetabsfordelingen i klimaskærmen, er arealerne inddelt i forskellige grupper f.eks. loft, terrændæk, væg, vinduer mv. Dette giver en god mulighed for at optimere konstruktionen.

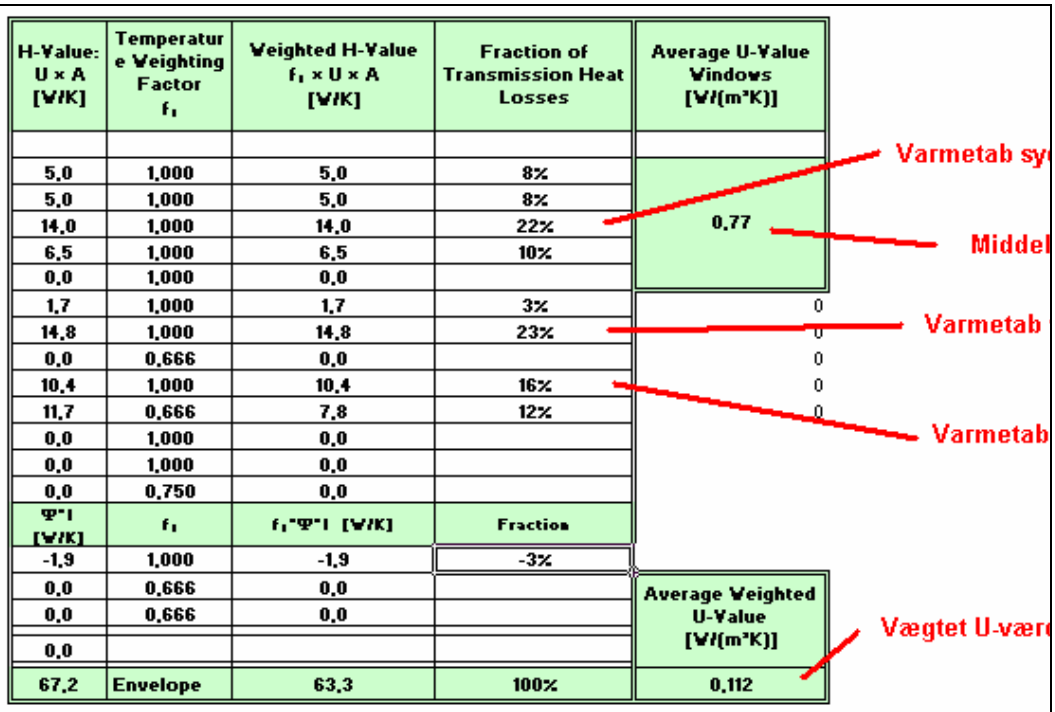
Varmetabsfordelingen i de forskellige konstruktioner kan findes ved at "scrolle" ud til kolonne AI (figur 5). I det viste eksempel på figur 5 udgør varmetabet gennem loftet 16 %, tab gennem vægge 23 %, tab gennem sydvendte vinduer 22 % osv. Tabet i kuldebroer er – 3% (varmetabsberegninger er baseret på udvendige dimensioner, derfor er linietab via kuldebroer typisk negativt).



Figur 3: Angivelse af arealer, temperaturzoner, arealgrupper, U-værdier mv. i arket "Areas".



Figur 4: Angivelse af kuldebrolængder, temperaturzoner og linietabskoefficienter.



H-Value: U x A [W/K]	Temperatur e Weighting Factor f_t	Weighted H-Value f_t x U x A [W/K]	Fraction of Transmission Heat Losses	Average U-Value Windows [W/(m²K)]
5,0	1,000	5,0	8%	
5,0	1,000	5,0	8%	
14,0	1,000	14,0	22%	0,77
6,5	1,000	6,5	10%	
0,0	1,000	0,0		
1,7	1,000	1,7	3%	0
14,8	1,000	14,8	23%	0
0,0	0,666	0,0		0
10,4	1,000	10,4	16%	0
11,7	0,666	7,8	12%	0
0,0	1,000	0,0		
0,0	1,000	0,0		
0,0	0,750	0,0		
Φ"i [W/K]	f_i	f_i*Φ"i [W/K]	Fraction	
-1,9	1,000	-1,9	-3%	
0,0	0,666	0,0		Average Weighted U-Value [W/(m²K)]
0,0	0,666	0,0		
0,0				
67,2	Envelope	63,3	100%	0,112

Figur 5: Varmetabsfordeling i klimaskærmen.

5.2.1 Indtastning af arealer med vinduer

I PHPP oprettes alle arealer som konstruktions-elementer (figur 3), eksempelvis ”syd-væg”. Hvis der til elementet er knyttet et vindue (se ”Windows”), vil vinduesarealet automatisk blive trukket fra arealet af det pågældende konstruktionselement (i Be06 skal man selv trække arealet fra).

5.2.2 Transmissionsarealer

PHPP og Be06 benytter forskellig geometri ved beregning af transmissionsarealer. Forskellen er dog kun relateret til området ved overgang mellem væg og terrændæk.

I PHPP regnes konsekvent med udvendige dimensioner overalt (der trækkes en linie rundt om den varme isolering). Transmissionstab igennem vægge beregnes i PHPP ned til afslutning af terrændæk-isolering, hvor der i Be06 regnes til overside af gulv.Transmissionstab igennem terrændæk i PHPP beregnes for den fulde bredde af terrændækket, hvor der i Be06 regnes med det indvendige gulvareal.

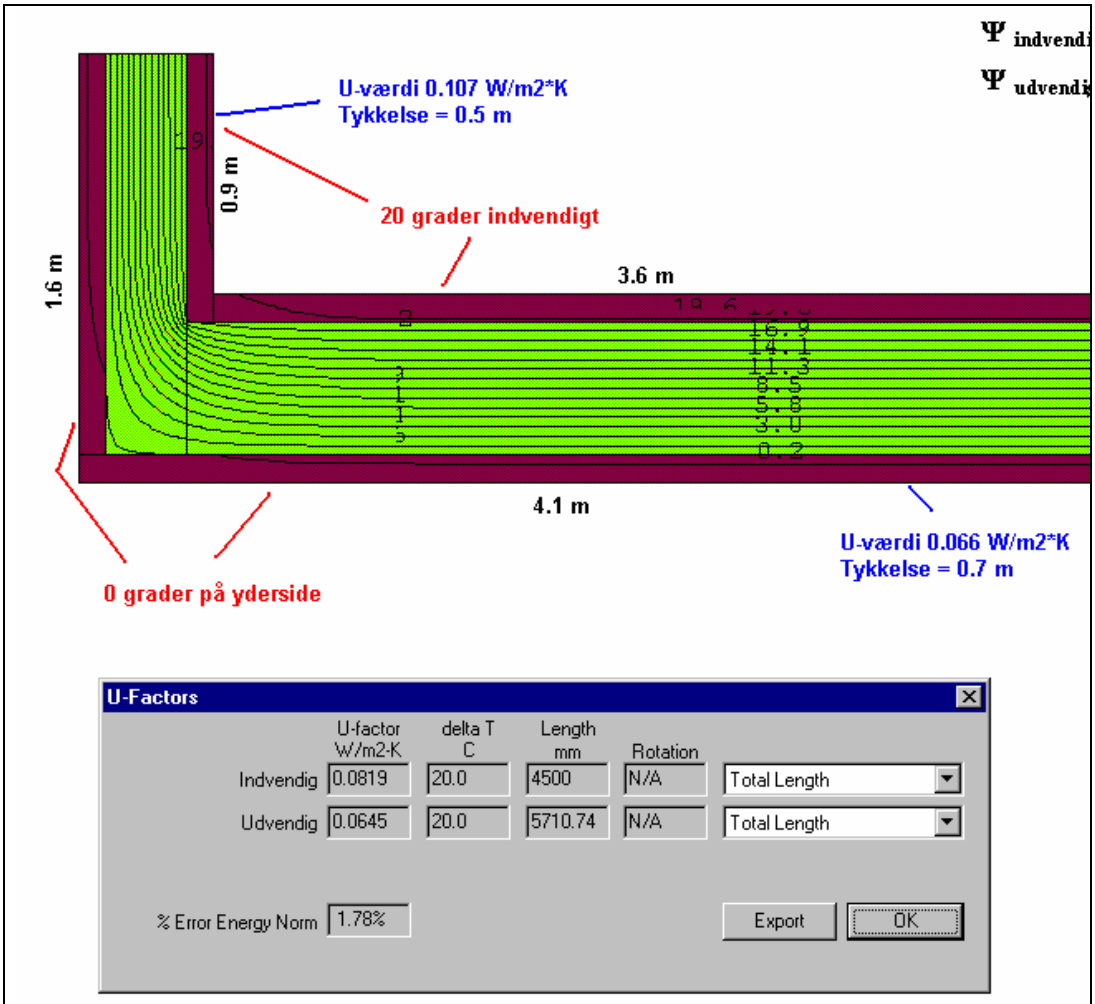
Figur 6: I PHPP bruges udvendige dimensioner overalt ved bestemmelse af transmissionsarealer.

5.2.3 Linietabskoefficienter

Linietabskoefficienter i PHPP er altid relateret til udvendige dimensioner. Bortset fra området ved overgang mellem væg og terrændæk (ydervægsfundament), er linietabskoefficienter i PHPP og Be06 ens (linietabskoefficient for eksempelvis vinduesindbygning er ens i de to programmer).

Linietabskoefficienten jf. DS 418 for et ydervægsfundament, er baseret på indvendige dimensioner. Via enkle formler, kan PHPP konvertere en linietabskoefficient for ydervægsfundament til en linietabskoefficient relateret til udvendige dimensioner. Eksempelvis vil en linietabskoefficient for et ydervægsfundamenter på ca. 0.07 W/m*K iht. DS 418, efter konvertering til udvendige dimensioner have en værdi på ca. 0 W/m*K (dvs. ”kuldebrofri”).

Figur 7 viser et eksempel på et hjørne, hvor der er via FEM programmet Therm er foretaget en beregning af både indvendigt og udvendigt baseret linietab. Figur 8 viser hvorledes det indvendige linietab på ψ = 0.036 W/m*K er konverteret til et udvendigt baseret linietab på ψ = -0.072 W/m*K (svarer til resultatet af Therm beregningen).



Figur 7: Eksempel på linietabskoefficienter for hjørne.

A Tool for Thermal Bridge Conversion To Exterior Dimensio

Description		Units	Example
	Ψ Interior Dimensions	W/(mK)	0,036
	Temperature Diff. TB	K	20
Adjacent Area I	Temperature Diff. AI-I	K	20
	Exterior - Interior Dim. I	m	0,70
	U-Value Building Element I	W/(m²K)	0,107
Adjacent Area II	Temperature Diff. AI-II	K	20
	Exterior - Interior Dim. II	m	0,50
	U-Value Building Element II	W/(m²K)	0,066
	Ψ Exterior Dimensions	W/(mK)	-0,072

Figur 8: Konvertering af det indvendige linietab ψ = 0.036 W/m*K fra figur 7.

5.2.4 Gulvareal (netto gulvareal)

I PHPP opgives energiforbruget pr. m² i forhold til det indvendigt beboede gulvareal, medens det i Be06 opgives i forhold til det udvendige etageareal. For lavenergihuse kan forskellen betyde, at Be06 resultatet typisk er ca. 20 % mindre end PHPP resultatet.

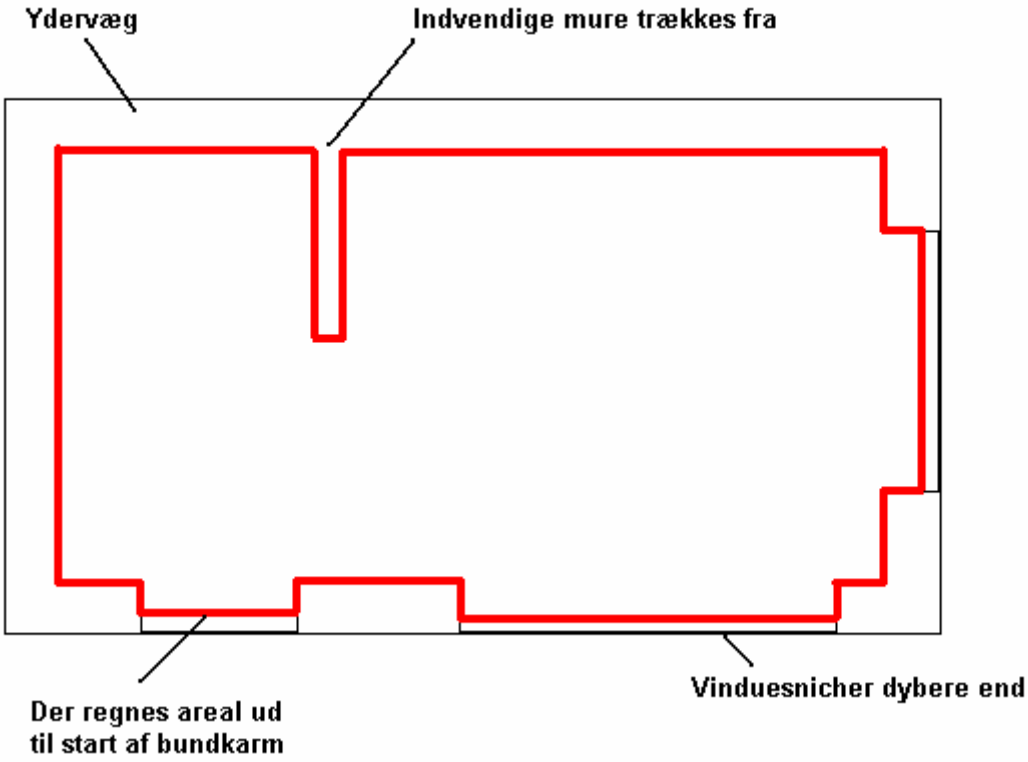
Det indvendige boligareal, som er beskrevet i manualen til PHPP, er baseret på den tyske norm "Wohnflachenverordnung [WoflV]. Den officielle normtekst er vedlagt som bilag 3. Vedrørende den præcise beregning af arealet må man sige, at der pga. uklarhed i normteksten hersker en vis usikkerhed, selv i Tyskland, om visse elementer, f.eks. trapper. Når man bestemmer sit areal anbefales derfor en konservativ tilgang (det er bedre at beregne et for lille areal end et for stort areal, især hvis huset skal certificeres).

Generelt kan arealet beskrives som det brugbare areal inde i huset. Arealer i rum, hvor rumhøjden h > 2 m, inkluderes med 100 %. Arealer i rum, hvor rumhøjden 1 m < h < 2 m, inkluderes med 50 % (rum med højde < 1 m tæller ikke med).

Arealer som ikke indgår er eksempelvis: Skellevægge, skorstene, søjler med højde > 1.5 m og et grundareal > 0.1 m^2, trapper med 3 trin eller mere. Omkring trapper, som eksempelvis går fra stueplan til 1. sal, fratrækkes det projicerede areal af trappen fra arealet af stueplanet (der hersker en vis usikkerhed om hvorvidt man må undlade at fratrække den del af det projicerede areal, hvor højden er > 2 m; hvis man vil regne konservativt, anbefales det at trække arealet helt fra). På 1. sal fratrækkes "åbningsarealet" i gulvet.

Vindue/dørnicher ned til gulvniveau med en dybde mere end 13 cm, indgår i gulvarealet.

Figur 9 viser en illustration af et gulvplan, hvor nettogulvareal er bestemt (arealet indenfor den røde linie er lig netto gulvarealet).



Figur 9: Eksempel på bestemmelse af netto gulvareal.

5.2.5 Temperaturzoner og tilhørende temperaturfaktorer

PHPP opererer med forskellige temperaturzoner (zone A, B, P og X), som benyttes til at bestemme varmetab igennem konstruktionselementer. Jævnfør figur 3 kobles ethvert konstruktionselement (væg, loft, fundament mv.) sammen med den relevante temperaturzone.

Når man har valgt en temperaturzone til sit element, tilknytter PHPP automatisk den tilhørende temperaturfaktor (temperaturfaktor kaldes "b-værdi" i Be06 – faktoren tager hensyn til, at der på den udvendige side af en bygningsdel kan være en anden temperatur end udeluften).

Følgende 3 temperaturfaktorer benyttes i PHPP:

A:
Temperaturfaktor A beskriver varmetransmission mellem indetemperatur og udeluft (A er altid = 1.0). Denne faktor benyttes eksempelvis for vægge og lofter.

B:
Temperaturfaktor B beskriver varmetransmission mellem indetemperatur og jord. For passivhuse er temperaturfaktoren B typisk i området 0.6-0.7. I PHPP bestemmes temperaturfaktoren mod jord automatisk. Bestemmelsen sker enten via arket "Ground" eller via

vejrdataarket "Climate" (hvis arket "Ground" ikke udfyldes, bestemmes B automatisk i "Climate"). Temperaturfaktor B benyttes eksempelvis for terrændæk og indvendige fundamenter.

Det skal bemærkes, at elementer i temperaturzone P, som primært er tiltænkt ydervægsfundamenter, automatisk knyttes til temperaturfaktor B. *Det anbefales dog, at ydervægsfundamenter knyttes til temperaturzone A, således at fundamenter har en temperaturfaktor = 1 (dette svarer til dansk praksis).*

X:
Temperaturfaktor X benyttes steder, hvor særlige temperaturforhold er gældende og hvor manuel indtastning er nødvendig. Eksempelvis er trappesektioner steder, hvor temperaturfaktor skal bestemmes særskilt.

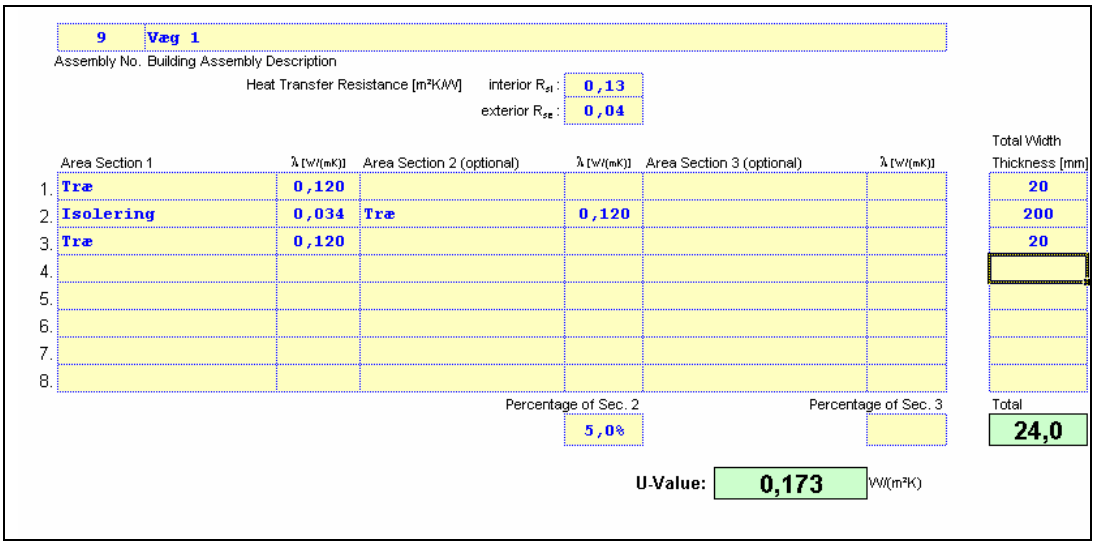
5.3 Regneark – "U-list"

Arket indeholder oversigt over U-værdier for konstruktionselementer samt tilhørende tykkelser.

5.4 Regneark – "U-Values"

Beregning af U-værdier i PHPP er som i DS 418 bortset fra U-værdi for terrændæk på jord. I PHPP sættes jordisolansen Rse = 0, idet man beregner et varmetab til en temperatur lige under terrændækket. I Be06 / DS 418 benyttes en jordisolans på 1.5 m^2*K/W.

Har man sammensatte konstruktionslag f.eks. træskeletkonstruktion, kan man direkte beregne U-værdien i PHPP ved at indtaste tykkelser for de enkelte lag, λ-værdi for materialer samt arealforholdet i % mellem eksempelvis træ og isolering. På figur 10 ses et eksempel på en konstruktion bestående af 3 lag henholdsvis træ, isolering/træ samt træ. Træandelen i isoleringslaget udgør 5 %.



	9	Væg 1					
Assembly No.	Building Assembly Description						
	Heat Transfer Resistance [m²K/W]		interior R_{si} :	0,13			
			exterior R_{se} :	0,04			
	Area Section 1	λ [W/(mK)]	Area Section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area Section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Total Width Thickness [mm]
1.	Træ	0,120					20
2.	Isolering	0,034	Træ	0,120			200
3.	Træ	0,120					20
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
			Percentage of Sec. 2		Percentage of Sec. 3		Total
				5,0%			24,0
			U-Value:	0,173	W/(m²K)		

Figur 10: Beregning af U-værdi for sammensatte isoleringslag.

5.5 Regneark – ”Ground”

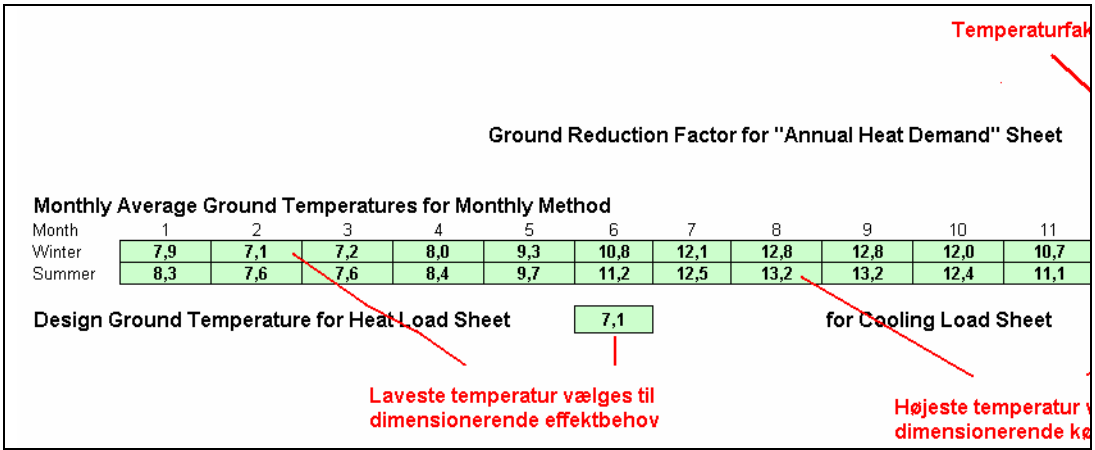
Ønsker man at foretage en mere præcis beregning af varmetab igennem sit terrændæk, kan man vælge at benytte arket ”Ground”. Hvis man ikke benytter ”Ground”, vælger PHPP automatisk værdier til beregningen fra arket ”Climate”. Hovedformålet med ”Ground” er at beregne de temperaturer, som er lige under bygningens isolerede terrændæk og som bestemmer det 1-dimensionale varmetab nedad.

Med arket ”Ground” kan man eksempelvis undersøge betydningen af ekstra udvendig isolering af fundamentet, betydning af grundvandsspejl mv. (ekstra udvendig isolering af fundamentet vil forøge jordtemperaturen under terrændækket og derved reducere varmetab igennem terræn).

Arket ”Ground” eliminerer ikke behovet for en traditionel linietabsberegning af eksempelvis fundamentsløsning. Linietabet skal jf. kapitel 3 indsættes i arket ”Areas”.

Resultatet af ”Ground” beregningen er følgende 3 størrelser:

- En temperaturfaktor til energiberegning efter årsmetoden
- Jordtemperaturer for hver måned til energiberegning efter månedsmetoden
- Henholdsvis max og min temperaturer for sommer og vintersituation



Figur 11: Beregning af værdier for jorden under terrændækket.

5.6 Regneark – ”WinType”

Varmetab og solindfald er ekstremt afgørende for energibalancen i passivhuse. Derfor er der ekstra stor fokus på detaljerede beregninger for vinduer i PHPP. Arket ”WinType” in-

deholder data for en lang række vinduer, både certificerede og ikke certificerede. Følgende data gives for vinduerne:

- g-værdi
- U-værdi for ruder
- Dimensioner for rammer/karme
- Ψ-værdi for afstandsliste (spacer)
- Ψ-værdi for vinduesindbygning * ad 1

Ad 1) : Ψ-værdi for vinduesindbygningen er principielt ikke en del af vinduet.

I "WinType" vælger man de vinduestyper, som man efterfølgende målsætter i arket "Windows".

Hvis man benytter sig af vinduer, hvor data ikke er opgivet så udspecificeret som under "WinType" – eksempelvis er data for vinduet kun total U-værdi, g-værdi samt glasandel, så er man nødt til at ty til alternativ indtastning. En brugt metode er at "ophæve arkbeskyttelsen" (under "Funktioner") og direkte at indtaste beregnet U-værdi mv. i arket "Windows". Man skal dog være meget omhyggelig med at huske alle detaljer; endvidere gør det efterfølgende parametervariation vanskelig.

Installation				Ψ-Value		Results			
Left 1/0	Right 1/0	Sill 1/0	Head 1/0	Ψ$_{Spacer}$	Ψ$_{Installation}$	Window Area	Glazing Area	U-Value Window	Glazed Fraction per Window
				W/(mK)	W/(mK)	m²	m²	W/(m²K)	%
1	0	0	0	0,028	0,014	3,04	2,46	0,74	0,81
0	0	0	0	0,028	0,014	3,10	2,56	0,72	0,82
0	0	0	0	0,028	0,014	7,36	6,47	0,68	0,88
0	0	0	0	0,028	0,014	2,98	2,22	0,75	0,75
0	1	0	0	0,028	0,014	3,05	2,25	0,76	0,74
1	1	1	1	0,028	0,014	1,28	0,84	0,87	0,66
1	0	0	1	0,028	0,014	2,14	1,60	0,78	0,75
1	1	0	1	0,028	0,014	2,73	1,96	0,79	0,72
1	0	1	1	0,028	0,014	0,85	0,54	0,89	0,64
0	1	1	1	0,028	0,014	1,54	1,04	0,86	0,68
1	0	1	1	0,028	0,014	0,85	0,54	0,89	0,64

Vinduesdata kan efter at arkbeskyt

Figur 12: Direkte indtastning af vinduesdata i arket "Windows".

5.7 Regneark – "Windows"

I arket "Windows" gøres følgende:

- Vinduer målsættes (højde * bredde)
- Vinduer orienteres
- Vinduer tilknyttes konstruktionselement fra scroll down menu
- Specifikke vindueskomponenter vælges fra scroll down menu
- Specifikke indbygningsdetaljer mht. linietab angives

Figur 13 viser en tegning fra arket “Windows”.

Installed		Glazing		Frame		g-Value	U-Value		Window Frame Dimensions				Installation				Ψ-Value		Results			
in Area in the Areas worksheet	Nr.	Select glazing from the WinType worksheet	Nr.	Select window from the WinType worksheet	Nr.	Perpen-dicular Radiation	Glazing	Frames	Width - Left	Width - Right	Width - Below	Width - Above	Left 1/0	Right 1/0	Sill 1/0	Head 1/0	Ψ_{Spacer}	$\Psi_{Installation}$	Window Area	Glazing Area	U-Value Window	Glazed Fraction per Window
Select:		Select:		Select:		-	W/(m²K)	W/(m²K)	m	m	m	m					W/(mK)	W/(mK)	m²	m²	W/(m²K)	%
Ydervæg syd	1	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	9	0,54	0,60	0,95	0,09	0,07	0,09	0,09	1	0	0	0	0,028	0,014	3,0	2,46	0,74	0,81
Ydervæg syd	1	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	8	0,54	0,60	0,95	0,07	0,07	0,09	0,09	0	0	0	0	0,028	0,014	3,1	2,56	0,72	0,82
Ydervæg syd	1	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	8	0,54	0,60	0,95	0,07	0,07	0,09	0,09	0	0	0	0	0,028	0,014	7,4	6,47	0,68	0,88
Ydervæg syd	1	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	4	0,54	0,60	0,95	0,10	0,12	0,12	0,12	0	0	0	0	0,028	0,014	3,0	2,22	0,75	0,75
Ydervæg syd	1	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	5	0,54	0,60	0,95	0,12	0,12	0,12	0,12	0	1	0	0	0,028	0,014	3,0	2,25	0,76	0,74
Ydervæg øst	4	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	6	0,54	0,60	0,95	0,09	0,09	0,09	0,09	1	1	1	1	0,028	0,014	1,3	0,84	0,87	0,66
Ydervæg øst	4	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	6	0,54	0,60	0,95	0,09	0,09	0,09	0,09	1	0	0	1	0,028	0,014	2,1	1,60	0,78	0,75
Ydervæg øst	4	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	5	0,54	0,60	0,95	0,12	0,12	0,12	0,12	1	1	0	1	0,028	0,014	2,7	1,96	0,79	0,72
Ydervæg nord	3	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	9	0,54	0,60	0,95	0,09	0,07	0,09	0,09	1	0	1	1	0,028	0,014	0,8	0,54	0,89	0,64
Ydervæg nord	3	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	9	0,54	0,60	0,95	0,09	0,07	0,09	0,09	0	1	1	1	0,028	0,014	1,5	1,04	0,86	0,68
Ydervæg nord	3	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	9	0,54	0,60	0,95	0,09	0,07	0,09	0,09	1	0	1	1	0,028	0,014	0,8	0,54	0,89	0,64
Ydervæg nord	3	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	9	0,54	0,60	0,95	0,09	0,07	0,09	0,09	0	1	1	1	0,028	0,014	1,5	1,04	0,86	0,68
Ydervæg vest	2	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	10	0,54	0,60	0,95	0,09	0,09	0,09	0,09	1	0	0	1	0,028	0,014	2,1	1,55	0,79	0,75
Ydervæg vest	2	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	11	0,54	0,60	0,95	0,09	0,12	0,12	0,12	0	0	0	1	0,028	0,014	2,1	1,44	0,79	0,70
Ydervæg vest	2	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	11	0,54	0,60	0,95	0,09	0,12	0,12	0,12	0	0	0	1	0,028	0,014	2,1	1,43	0,79	0,70
Ydervæg vest	2	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	10	0,54	0,60	0,95	0,09	0,09	0,09	0,09	0	1	0	1	0,028	0,014	2,1	1,53	0,79	0,74
Ydervæg nord	3	Silverstar	1	Optivin slu2Ho	6	0,54	0,60	0,95	0,09	0,09	0,09	0,09	1	1	1	1	0,028	0,014	0,9	0,57	0,91	0,62

Konstruktionselement fra arket "Areas"
Rude
Ramme/karm
Data for det valgte vindue
Installationsforhold
psi-værdier
Resulterende værdier for vinduer

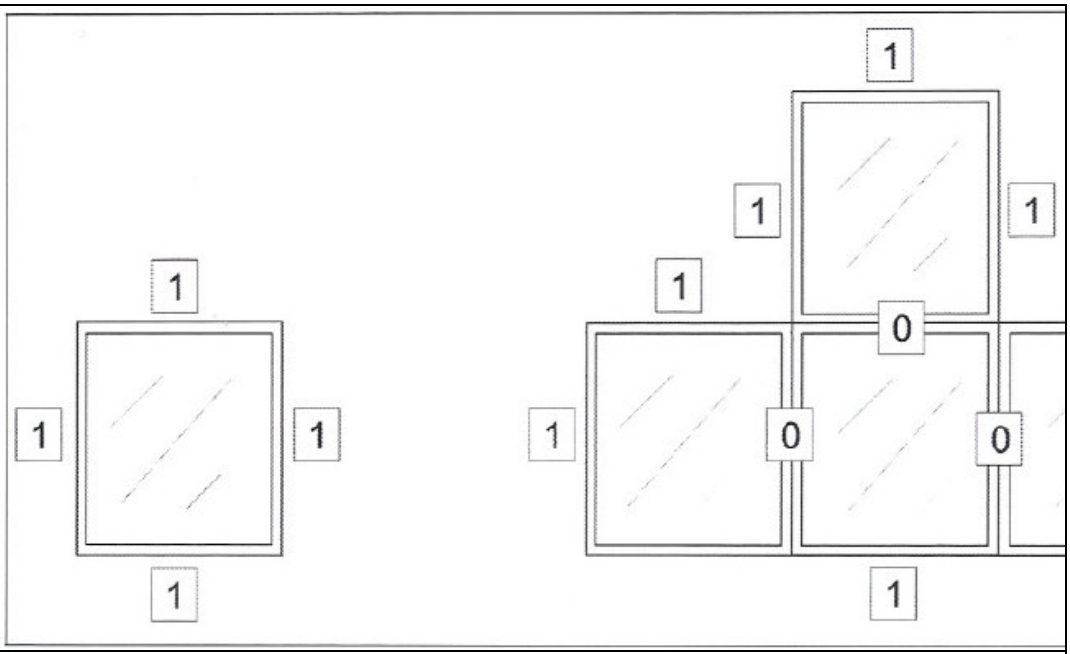
Figur 13: Data for vinduer.

I forhold til Be06 beregner PHPP en total U-værdi for vinduet inklusiv linietab fra indbygning. I PHPP specificerer man endvidere, hvorvidt vinduer støder op til hinanden via vinduesposter. Hvis dette sker, kan linietabskoefficienten sættes = 0 W/m*K på den pågældende længde pga. symmetri.

Den praktiske udførelse mht. at angive hvorvidt vinduer støder op til hinanden, beskrives via installationsfaktoren. Hvis vinduer støder op til hinanden skrives 0 ud for installationsfaktoren (”0” betyder at linietabskoefficienten sættes til 0 W/m*K på den pågældende længde). Hvis en vindueskarm omvendt ikke støder op til en tilsvarende karm men i stedet støder op til en væg, sættes installationsfaktoren til 1. Linietabsværdien angivet i arket ”WinType” benyttes da i beregningen.

Såfremt man har flere størrelser af linietab og disse afviger meget fra hinanden, har man mulighed for at angive en specifikt linietabskoefficient for hver enkelt længde via et lille trick:

Sæt Ψ-værdi for vinduesindbygning i arket ”WinType” = 1. Istedet for 0 eller 1 som installationsfaktor, indsættes i stedet den korrekte værdi for linietabskoefficient.



Figur 14: Installationskoefficienter for vinduer.

5.8 Regneark – ”Shading”

Regnearket ”Shading” har til formål at bestemme indflydelse fra skygger. Der regnes med i alt 4 typer:

r_H: Skygge fra eksempelvis bygninger foran det pågældende vindue (”horisontal skygge”)

r_S: Skygge fra indbygning i væg eller andre lodrette elementer

r_O: Skygge fra udhæng, altaner mv.

r_{other}:Skygge fra eksempelvis træer

De 3 øverste skyggefaktorer beregnes som udgangspunkt automatisk af programmet, hvorimod den nederste skal indtastes manuelt.

Beskrivelse og estimering af skyggernes indflydelse kan være en ganske vanskelig opgave, da mange af skyggeforholdene ikke direkte kan beskrives i PHPP.

Skygger gennemgås mere detaljeret i det følgende.

5.8.1 Horisontal skygge

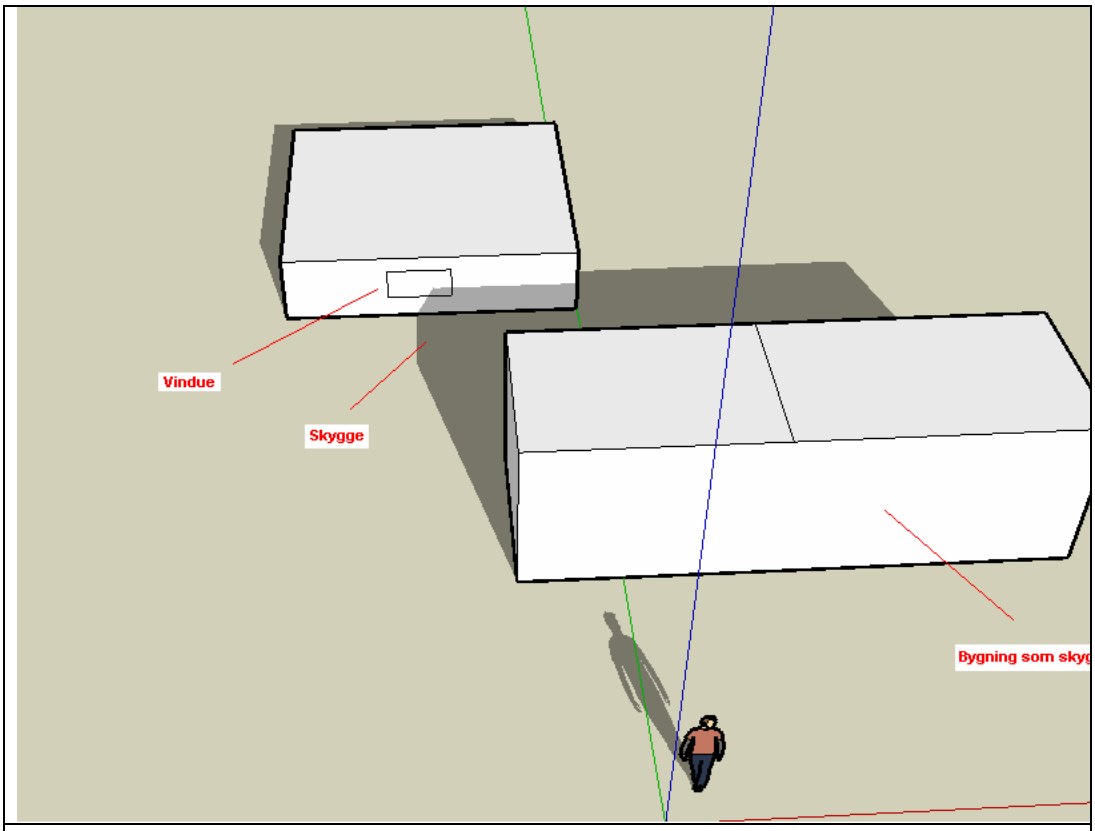
PHPP’s beregning af horisontal skygge er baseret på, at den skyggegivende genstand, typisk en bygning, er uendelig lang. Dette giver et konservativt estimat for skyggevirknin-

gen dvs. man er beregningsmæssigt på den sikre side. Hvis man ønsker at regne lidt tættere på den reelle skygge (man mangler måske få kWh i at opnå det ønskede energiresultat) kan man estimere skyggevirkningen på vinduet ved at lave en plantegning over bygning med vindue og den skyggende bygning og dernæst tegne skyggelinier ved forskellige tidspunkter. På baggrund af denne tegning kan man estimere den tid, hvor der er skygge og den tid hvor horisonten er fri. Denne viden kan så bruges til at korrigere skyggefaktoren som beskrevet senere i dette afsnit.

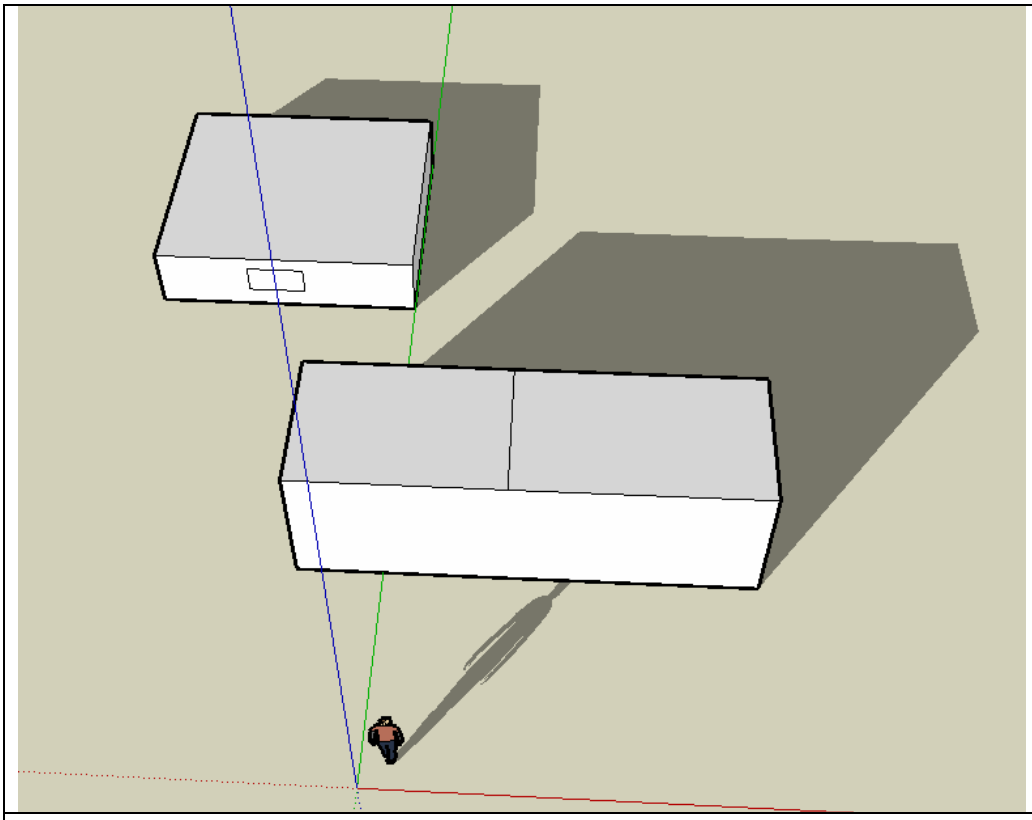
En god illustrativ metode er at benytte et 3-D program som eksempelvis Goggle Sketchup (freeware). I det viste tilfælde på figur 15 er vinduet midt på dagen ved at være fri for skygger; i løbet af eftermiddagen er vinduet helt fri for skygger som vist på figur 16.

I eksemplet er vinduet i 50 % af tiden fuldstændig fri af den skyggende bygning. En metode til at angive dette i PHPP er følgende:

- Beregn skyggefaktoren r_H for standardtilfældet dvs. den skyggende bygning antages uendelig lang. Skyggefaktoren er eksempelvis 80 %
- Beregn skyggefaktoren r_H uden skygger fra bygninger. Skyggefaktoren er eksempelvis 100 % (dvs. ingen skygger overhovedet).
- Idet vinduet er fuldstændig fri for skygger i 50 % af tiden, sættes skyggefaktoren til middelværdien 90 %.
- Juster højden af den skyggende bygning, således r_H bliver 90 %



Figur 15: Skygger på sydvendt vindue lidt før middag.



Figur 16: Om eftermiddagen er der ingen skygger på vinduet.

5.8.2 Skygger fra indbygning i væg eller andre lodrette elementer

Hvis vinduet er trukket langt tilbage i forhold til ydervæggen, vil solindfald fra siden give skygger på vinduet fra væggen. Det samme optræder hvis bygningen eksempelvis har en 90 graders tilbygning.

I PHPP beskrives vinduers skyggeforhold fra "siden" i kolonnerne K og L jævnfør figur 17 ("Window Reveal Depth" og "Distance from Glazing Edge to Reveal". Værdier for vinduet på figur 18 og 19 er indtastet i kolonnerne K og L.

I forhold til Be06 er det umiddelbart sværere i PHPP at angive skygger for lidt mere komplekse vindueskonstellationer, eksempelvis flere vinduer ved siden af hinanden. I Be06 kan man angive en skyggevinkel til højre og en til venstre. Det kan man ikke i PHPP. Derfor er man i disse tilfælde nødt til at bruge "PHPP-tricks" f.eks. at iterere sig frem til en passende værdi ved at justere på værdierne i kolonne K og L. I det følgende gives et eksempel.

På figur 20 ses en facade med 2 vinduer, som er sammenbyggede via en midterposte. Vinduerne er trukket 15 cm bagud i forhold til ydervæg. Hvis man i kolonne K skriver 0.15 m ud for begge vinduer, opfatter PHPP vinduerne som siddende i hver sit vindueshul. Dette giver et meget konservativt estimat for skyggevirkningen, idet vinduerne ikke har skygge ved midterposten. En måde at omgå dette problem på er som på figur 21 at skrive 0.15 m kun ud for det ene vindue og 0 ved det andet vindue. Dette giver et godt esti-

mat for skyggevirkningen. Mht. til vandret afstand til sidefals, skal der i det viste eksempel stå 0 ved begge vinduer.

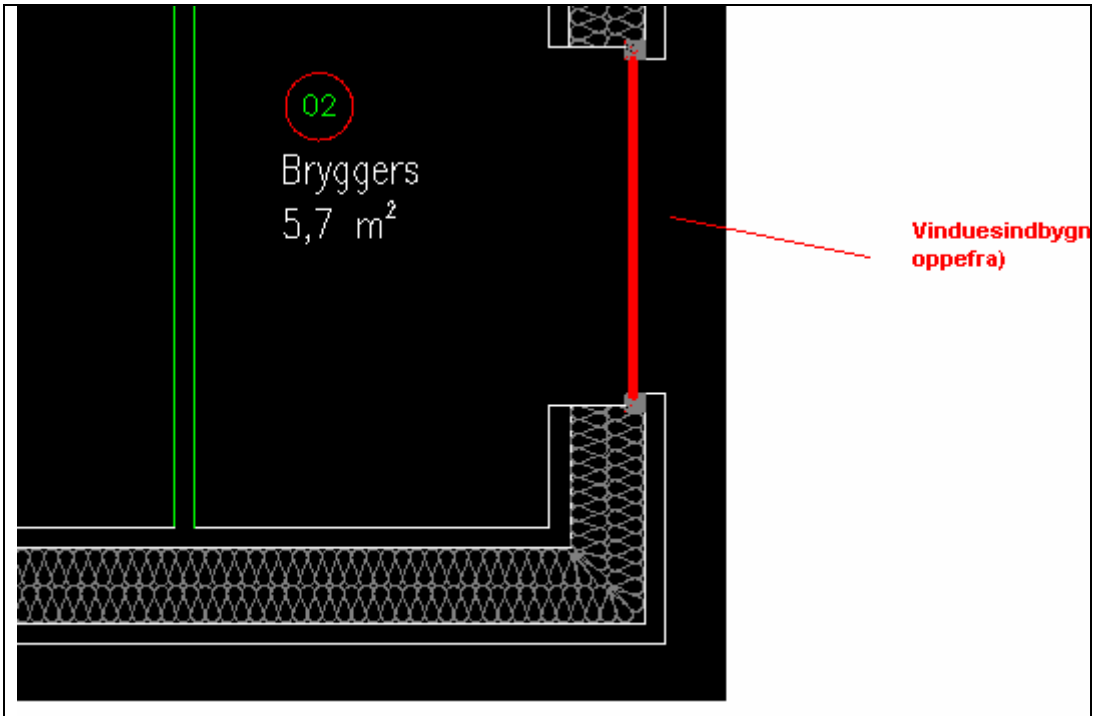
Glazing Height	Glazing Area	Height of the Shading Object	Horizontal Distance	Window Reveal Depth	Distance from Glazing Edge to Reveal	Overhang Depth	Distance from Upper Glazing Edge to Overhang	Additional Shading Reduction Factor	Horizontal Shading Reduction Factor	Reveal Shading Reduction Factor
m		m	m	m	m	m	m	%	%	%
h_G	A_G	h_{Hori}	d_{Hori}	o_{Reveal}	d_{Reveal}	o_{over}	d_{over}	r_{other}	r_H	r_R
2,06	2,5	6,00	30,00	0,15	0,000	1,35	0,06		88%	94%
2,06	2,6	6,00	30,00	0,15	0,000	1,35	0,06		88%	94%

Indbygningsdybde (reveal) - her er rudeoverflade trukket 15 cm tilbage fra ydervæg

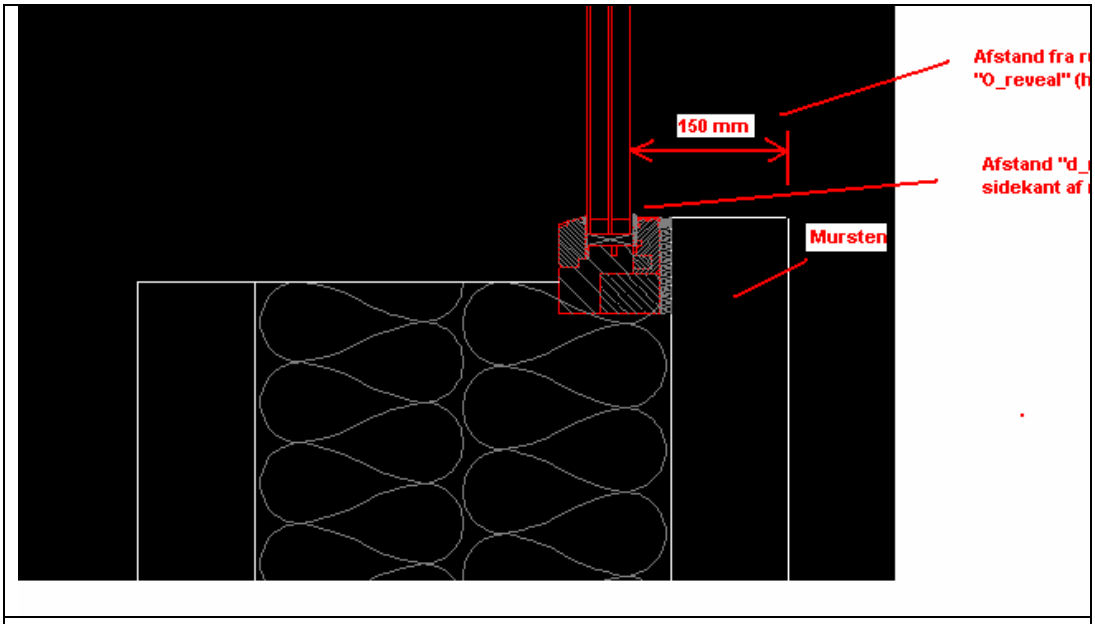
Vandret afstand fra synlig rudekant til lodret kant af vindu (vinduet karm er bygget "ind" bag formuren - derfor 0 mm

Figur 17: Skygger ind fra siden.

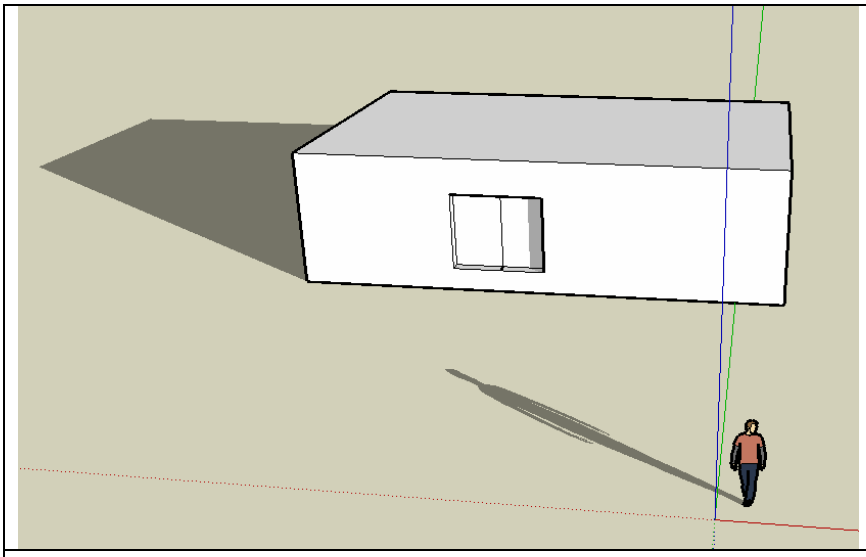
Såfremt der er behov for en detaljeret beregning af skyggefaktorer kan dette evt. ske på baggrund af ref [1]



Figur 18: Vinduesindbygning.



Figur 19: Vinduesindbygning med angivelse af ”Reveals”.



Figur 20: To vinduer med midterposte – skygge vist.

Height of the Shading Object	Horizontal Distance	Window Reveal Depth	Distance from Glazing Edge to Reveal	Overhang Depth	Distance from Upper Glazing Edge to Overhang	Additional Shading Reduction Factor	Horizontal Shading Reduction Factor	Reveal Shading Reduction Factor	
m	m	m	m	m	m	%	%	%	
h_{Hori}	d_{Hori}	o_{Reveal}	d_{Reveal}	o_{over}	d_{over}	r_{other}	r_H	r_R	
6,00	25,00	0,15	0,000	0,15	0,00		84%	94%	
6,00	25,00	0,00	0,000	0,15	0,00		84%	100%	

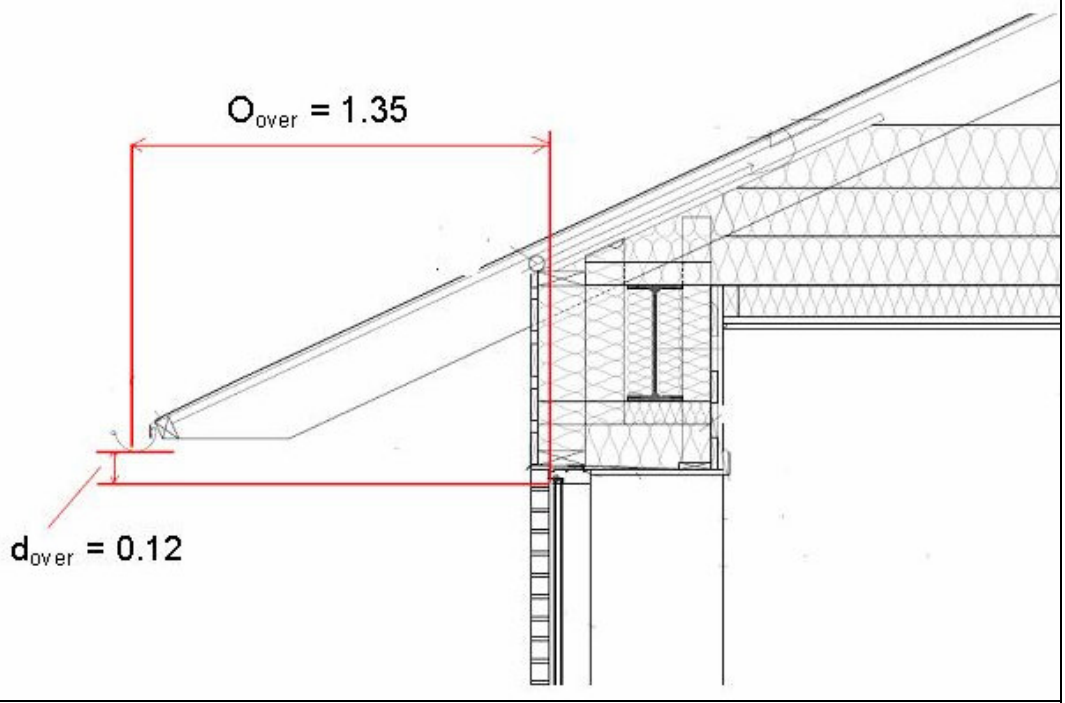
Højde og afstand til skyggeobjekt

Reveal sættes til "0" på det ene vindue

Figur 21: Metode til at angive ”Window Reveal Depth” ved vinduesgrupper.

5.8.3 Skygger fra udhæng mv.

Figur 22 viser hvorledes længder til skyggeberegning fra udhæng måles for en bygning med tagudhæng. Hvis det ikke er udhænget som er skyggedominerende, skal værdier for vinduesfals indtastes.



Figur 22: Angivelse af længder til beregning af skygger fra udhæng.

5.8.4 Skygge fra træer mv.

PHPP giver mulighed for at indtaste en ekstra skyggefaktor, eksempelvis skyggeindflydelse fra træer.

5.9 Regneark "Ventilation"

Arket "Ventilation" benyttes til at behandle følgende størrelser:

- Ventilationsbehov
- Infiltration for klimaskærm
- Luftforvarmning og jordkøling

- Virkningsgrad for varmegenvinding

5.9.1 Ventilationsbehov i PHPP

Dimensionsgivende for ventilationsbehovet i PHPP er følgende:

- Friskluftkrav på 30 m^3/person skal være opfyldt
- Udsugningskrav skal være opfyldt
- Ventilationen må ikke komme under 0.3 h^{-1}

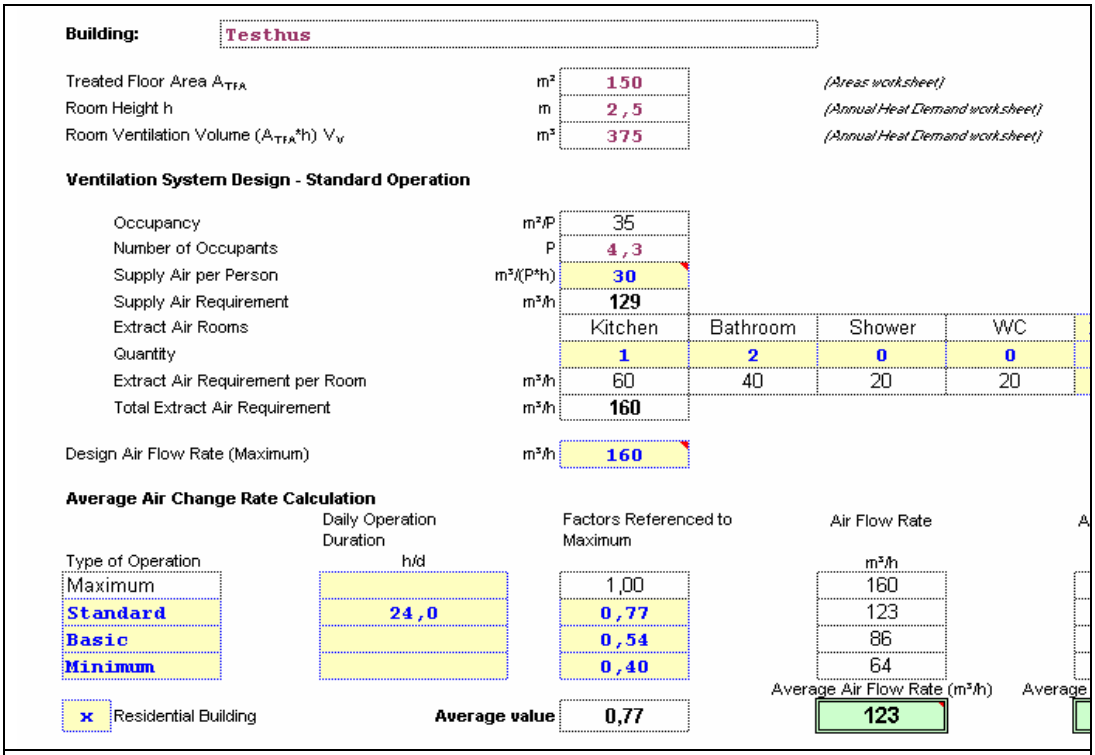
Kriterie 1: Jævnfør figur 23 er der for "Testhus" beregnet et maksimalt friskluftkrav på 129 m^3/time (der kalkuleres i forbindelse med certificering altid med 35 m^2/person, hvilket med et nettoboligareal leder til 129 m^3/time)

Kriterie 2: Baseret på antal rum haves et dimensionerende (maksimalt) udsugningsbehov på 160 m^3/time.

Kriterie 3: Slutteligt svarer et luftskifte på 0.3 h^{-1} (ved rumhøjde på 2.5 m) til 109 m^3/time.

Konklusion:
Kriterie 2 er dimensionerende. I middel vil udsugningen være sat på et lavere driftstrin, hvilket i PHPP svarer til 0.77*Vmax = 123 m^3/time. Luftskiftet på 123 m^3/time svarer til 0.33 h^{-1}, hvilket er højere end mindstekravet på 0.3 h^{-1}.

Note:
Som det ses er det maksimale ventilationsbehov lavere end foreskrevet i Bygningsreglementet (for den pågældende bygning er det maksimale ventilationsbehov 216 m^3/time jævnfør BR).



Building: Testhus

Treated Floor Area A_{TFA}	m²	150	*(Areas worksheet)*
Room Height h	m	2,5	*(Annual Heat Demand worksheet)*
Room Ventilation Volume (A_{TFA}*h) V_v	m³	375	*(Annual Heat Demand worksheet)*

Ventilation System Design - Standard Operation

Occupancy	m²/P	35				
Number of Occupants	P	4,3				
Supply Air per Person	m³/(P*h)	30				
Supply Air Requirement	m³/h	129				
Extract Air Rooms		Kitchen	Bathroom	Shower	WC	
Quantity		1	2	0	0	
Extract Air Requirement per Room	m³/h	60	40	20	20	
Total Extract Air Requirement	m³/h	160				
Design Air Flow Rate (Maximum)	m³/h	160				

Average Air Change Rate Calculation

Type of Operation	Daily Operation Duration h/d	Factors Referenced to Maximum	Air Flow Rate m³/h
Maximum		1,00	160
Standard	24,0	0,77	123
Basic		0,54	86
Minimum		0,40	64

x Residential Building — **Average value** 0,77 — Average Air Flow Rate (m³/h) 123

Figur 23: Beregning af ventilationsbehov for "Testhus".

5.9.2 Infiltration for klimaskærm

Infiltrationen bestemmes på baggrund af værdier i figur 24. Det skal bemærkes, at luftvolumen V_{n50} er det komplette volumen indenfor klimaskærmen, typisk nettogulvareal * middelrumhøjde. Er der eksempelvis trappesektioner (som ikke tæller med i netto gulvareal), skal luftvolumen ved trappeområdet også inkluderes.

En typisk dansk Blowerdoor test giver som resultat bl.a. et infiltrationsflow (liter/sek). Dette kan direkte omregnes til et infiltrationsflow pr. time ved at multiplicere med 3.6. Sættes dette i forhold til V_{n50} fås direkte luftskifte n_{50} til brug for PHPP.

Det skal endvidere bemærkes, at PHPP ikke opererer med et fast konstant infiltrationsbidrag (Be06 har et konstant bidrag på 0.04 liter/sek pr. m^2 opvarmet etageareal).

Infiltration Air Change Rate according to EN 13790

Wind Protection Coefficients According to EN 13790		
Coefficient e for Screening Class	Several Sides Exposed	One Side Exposed
No Screening	0,10	0,03
Moderate Screening	0,07	0,02
High Screening	0,04	0,01
Coefficient f	15	20

		for Annual Demand:	for Heat Load:		
Wind Protection Coefficient, e		0,07	0,18		
Wind Protection Coefficient, f		15	15	Net Air Volume for Press. Test	V_{n50}
Air Change Rate at Press. Test	n_{50}	0,60	0,60	370	m³
	1/h				

"Ægte" luftvolumen

Figur 24: Beregning af infiltration for klimaskærm.

5.9.3 Luftforvarmning og jordkøling

PHPP kan medtage betydningen af forvarmning og jordkøling med jordrør eller jordslange. Forvarmning af luften om vinteren giver et lille energimæssigt tilskud til boligen. Om sommeren bruges jorden omvendt til køling af bygningen.

I PHPP er der vejledende virkningsgrader for jordrør, som har været en benyttet løsning til passivhuse i mange år.

Effective Heat Recovery Efficiency Subsoil Heat Exchanger

SHX Efficiency	η^*_{SHX}	57%
Heat Recovery Efficiency SHX	η_{SHX}	20%

Figur 25: ηSHX-faktor for jordrør / jordkreds (typisk område 20-33 %).

Figur 26: Eksempel på jordrør til forvarmning / køling af friskluft.

Figur 27: Eksempel på filteranordning ved luftindtag.

Indenfor de seneste år har jordslanger fået stor udbredelse (figur 28 og 29). Væsken i jordslangen køler indblæsningsluften via en væske/luft-veksler. Erfaringsmæssigt benyttes en slangelængde, som er den halve størrelse af ventilationsflowet. Dvs. er ventilation 200 m^3/h, benyttes normalt en slangelængde på ca. 100 m. Slangen nedgraves typisk i en dybde på 1.5 m (ø 32 mm slange).

Hvis man benytter ovenstående designregel, kan man typisk regne med en ηSHX-faktor i PHPP på 20 % for et jordslangesystem.

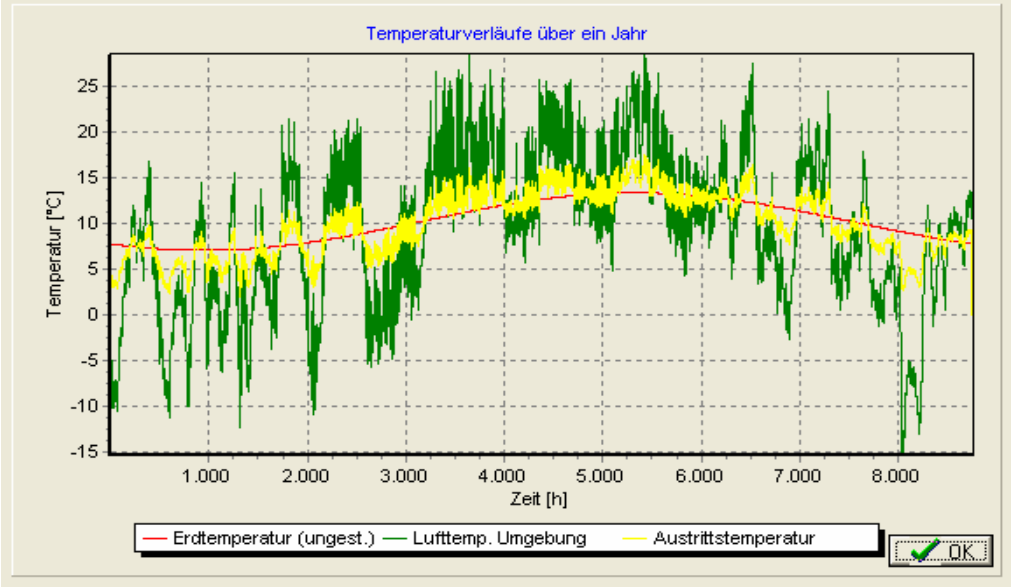
Figur 28: Jordvarmeslange til forvarmning/køling af friskluft

Figur 29: Eksempel på teknisk løsning - jordvarmeslange til forvarmning / køling af friskluft

Værktøj til dimensionering af jordkreds

Passivhaus Institut i Darmstat har udviklet et gratis beregningsprogram "**phluft10**" til dimensionering af jordrør til køling / forvarmning af friskluft (programmet kan downloades fra www.passivehouse.com). Program til design af væskebåren jordkreds findes endnu ikke på markedet.

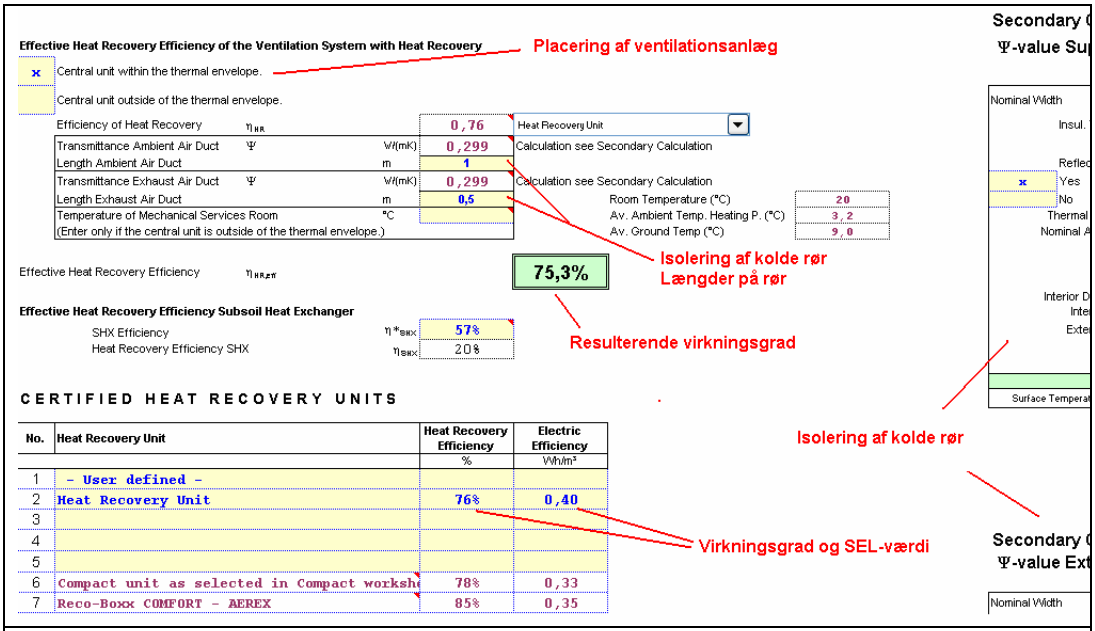
Figur 30 viser et eksempel på temperaturforløbet beregnet med "**phluft10**" hen over året for henholdsvis jordtemperatur (rød kurve), temperatur for udeluft (grøn kurve) samt temperatur for udeluft efter passage igennem et jordrør (gul kurve). På de varmeste sommerdage opnås en afkøling på typisk 7-10 grader. I opvarmningssæsonen vil frisklufttemperaturen efter jordkredsen altid være over 0 grader dvs. ingen risiko for tilisning af varmeveksler i ventilationsanlæg.



Figur 30: Eksempel på temperaturforløb beregnet med programmet "**phluft10**".

5.9.4 Virkningsgrad for varmegenvinding

PHPP opererer med en resulterende virkningsgrad for ventilationsanlægget, som inddrager varmetab fra indsugning- og aftræksrør (er kolde) samt placering af varmeveksler.



Figur 31: Specifikation af ventilationsanlæg og varmeveksler.

5.9.5 Emhætter i passivhuse

I hovedparten af alle passivhuse benyttes emhætte med recirkulation. Vælges i stedet en traditionel dansk løsning med udsugning til det fri, skal dette varmetab inkluderes i PHPP beregningen. PHPP kan ikke direkte regne på en traditionel dansk løsning, derfor anvises i det følgende en simpel metode til dette. Metoden bygger på den antagelse, at luftskiftet pga. udsugningen kan betragtes som et tillæg til bygningens infiltration.

Eksempel

Det antages, at emhætten har en volumenstrøm på 40 l/sek. Samtidig med at emhætten startes, åbnes for frisklufttilførsel udefra (ventil åbnes). Det antages at emhætten har en driftstid på 30 min dagligt. Dette svarer til et dagligt volumen på 72 m^3.

Omregnes det daglige flow til et middel luftskifte pr. time, fås 72 m^3 / 24 timer = 3 m^3 pr. time. Dette flow sættes nu i forhold til det totale luftvolumen " V_{n50}" i bygningen. For bygningen på figur 24 er luftvolumen V_{n50} bestemt til 370 m^3. Tilægsinfiltrationen bliver da:

Tillægsinfiltration = 3 / 370 = 0.008

Ved at ophæve arkbeskyttelsen, kan infiltrationen i celle "G53" forøges med værdien 0.008 (husk dernæst at låse arket!). Ligeledes kan man justere værdien i celle "H53" (bruges til effektberegning).

5.10 Regneark "Annual Heat Demand"

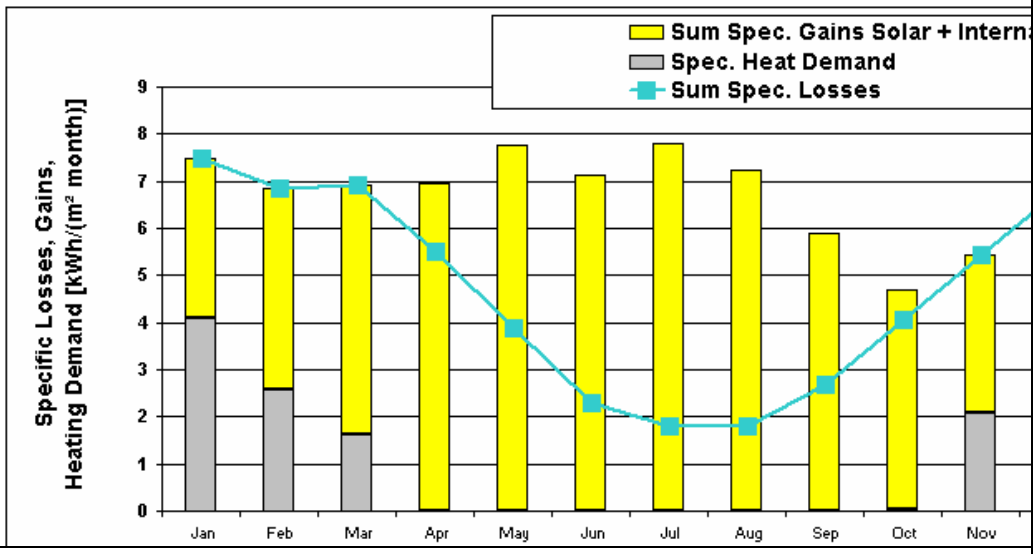
Baseret på den klassiske årsmetode beskrevet i EN 13790, beregner PHPP rumvarmeforbruget.

Note:
Årsmetoden forventes at blive fjernet fra PHPP i fremtidige udgaver, da den har begrænsninger og endvidere ikke giver et særlig godt indblik i energibehovet i løbet af årets måneder.

5.11 Regneark "Monthly method"

Baseret på energibalancer på månedsbasis, bestemmes i dette ark det årlige rumvarmeforbrug. Figur 32 viser et eksempel på udskrift fra PHPP.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
Heating Degree Hours -	14,8	13,5	13,4	10,4	6,8	3,6	2,7	2,8	4,8	7,7	10,7
Heating Degree Hours -	9,0	8,6	9,5	8,7	8,0	6,3	5,6	5,1	5,2	6,0	6,7
Losses - Exterior	962	877	870	674	440	234	174	179	313	503	697
Losses - Ground	158	151	167	152	140	111	98	89	91	105	118
Sum Spec. Losses	7,5	6,9	6,9	5,5	3,9	2,3	1,8	1,8	2,7	4,0	5,4
Solar Gains - North	3	5	12	23	33	35	34	27	15	10	4
Solar Gains - East	11	26	46	81	114	116	120	91	61	29	11
Solar Gains - South	204	313	370	498	536	474	541	507	431	321	202
Solar Gains - West	54	88	132	215	248	219	242	225	149	106	58
Solar Gains - Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solar Gains - Opaque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Internal Heat Gains	234	212	234	227	234	227	234	234	227	234	227
Sum Spec. Gains Solar +	3,4	4,3	5,3	7,0	7,8	7,1	7,8	7,2	5,9	4,7	3,3
Utilisation Factor	100%	100%	100%	79%	50%	32%	23%	25%	46%	86%	100%
Annual Heat Demand	614	385	242	1	0	0	0	0	0	3	313
Spec. Heat Demand	**4,1**	**2,6**	**1,6**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**2,1**



Figur 32: Energibalancer på månedsbasis.

5.12 Regneark ”Heating Load”

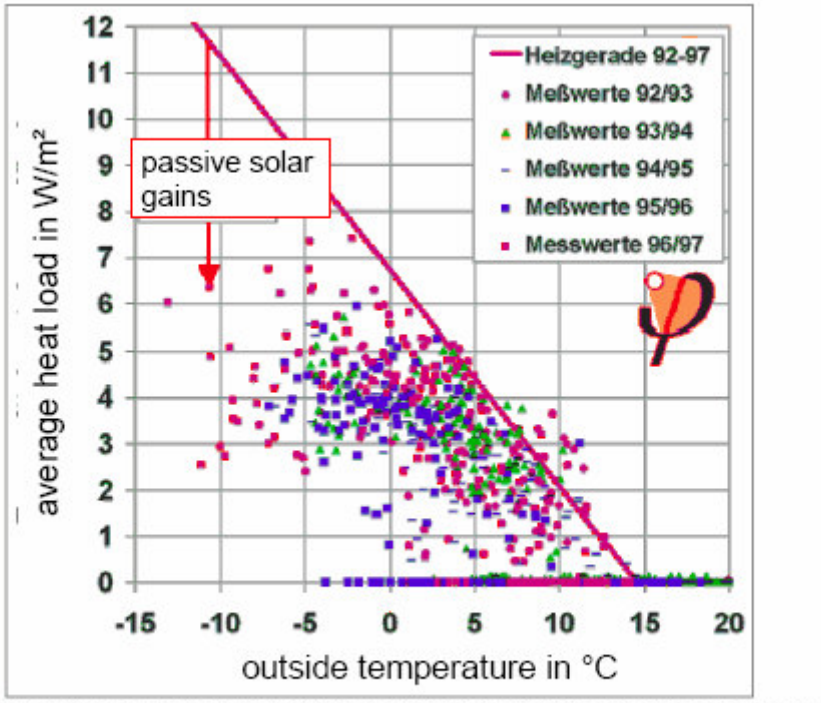
I regnearket ”Heating Load” bestemmes det dimensionerende effektbehov, som er nødvendigt for at opretholde ønsket indetemperatur i årets mest krævende periode. I forhold til Be06 medtager PHPP betydningen af gratisvarme fra udstyr og personer samt solindfald. Endvidere er den dimensionerende udetemperatur lidt højere (varmere) end i Be06 (dimensionerende temperaturer er bestemt på baggrund af dynamiske analyser, hvor betydningen af termisk masse er medtaget; passivhuse har en ekstrem lang tidskonstant, hvilket populært sagt betyder, at indetemperaturen selv ved et ekstremt dyk i udetemperatur, kun falder meget langsomt).

PHPP er endvidere speciel i den henseende, at der beregnes dimensionerende effekbehov for to forskellige vejrsituationer, henholdsvis:

- Periode med højtryk og stor høj solindstråling men lav udetemperatur

- Periode med overskyet vejr og lav solindstråling men højere (varmere) udetemperatur

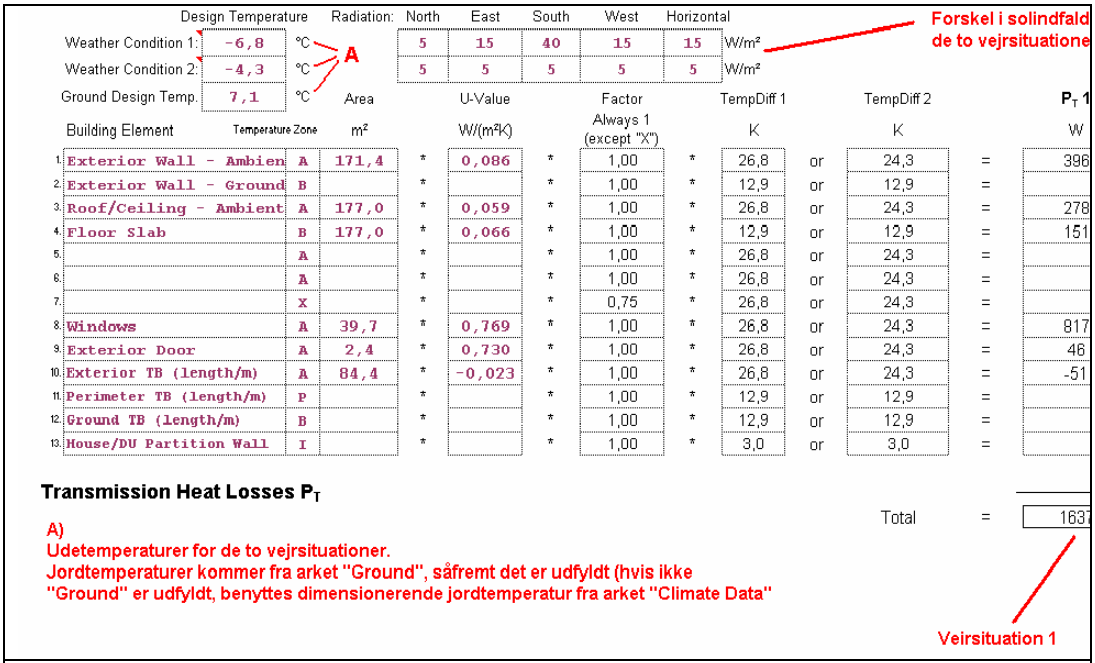
På figur 33 ses målinger over effektbehov (W/m^2) som funktion af udetemperatur for et passivhus i Tyskland (Passivhaus Darmstadt Kranichstein). Som det ses, bliver kurven mere og mere "vandret", jo lavere udetemperaturen bliver, dvs. effektbehovet stiger ikke lineært med faldende udetemperatur. Dette skyldes at solindstrålingen stiger ved meget lave udetemperaturer.



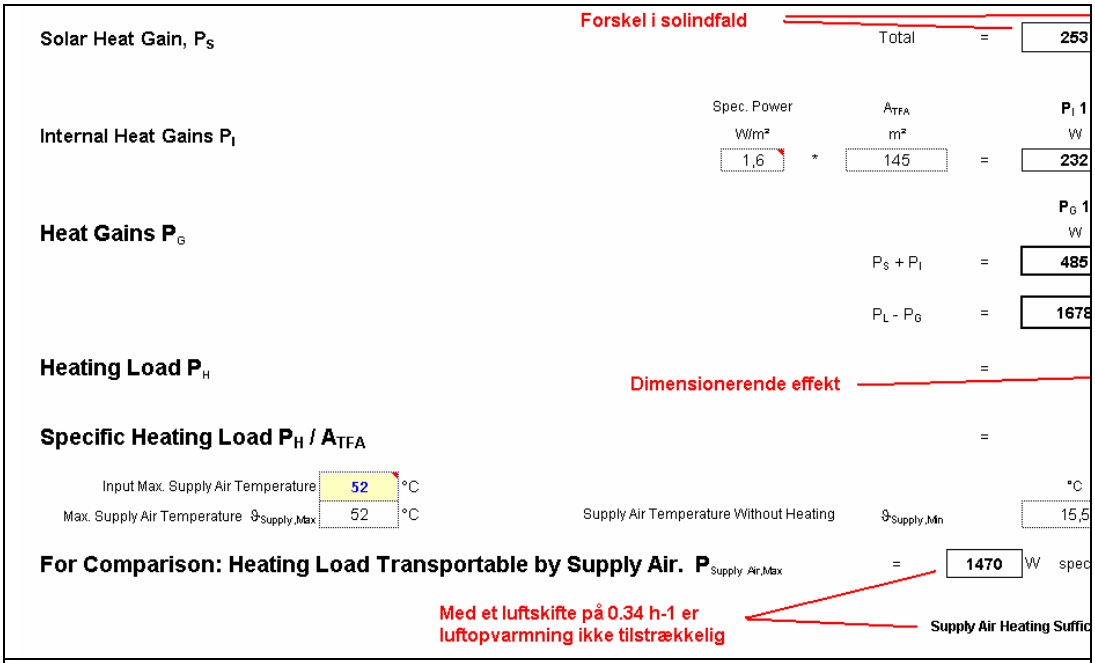
***Messergebnisse zur aufgetretenen Heizleistung** im Passivhaus Darmstadt Kranichstein; die Heizleistung hat 7,4 W/m² zu keinem Zeitpunkt überschritten, auch nicht im ganz besonders kalten Winter 1996/1997 (vgl. dazu auch [Feist 1997b]).*

Figur 33: Målt effektbehov for som funktion af udetemperatur.

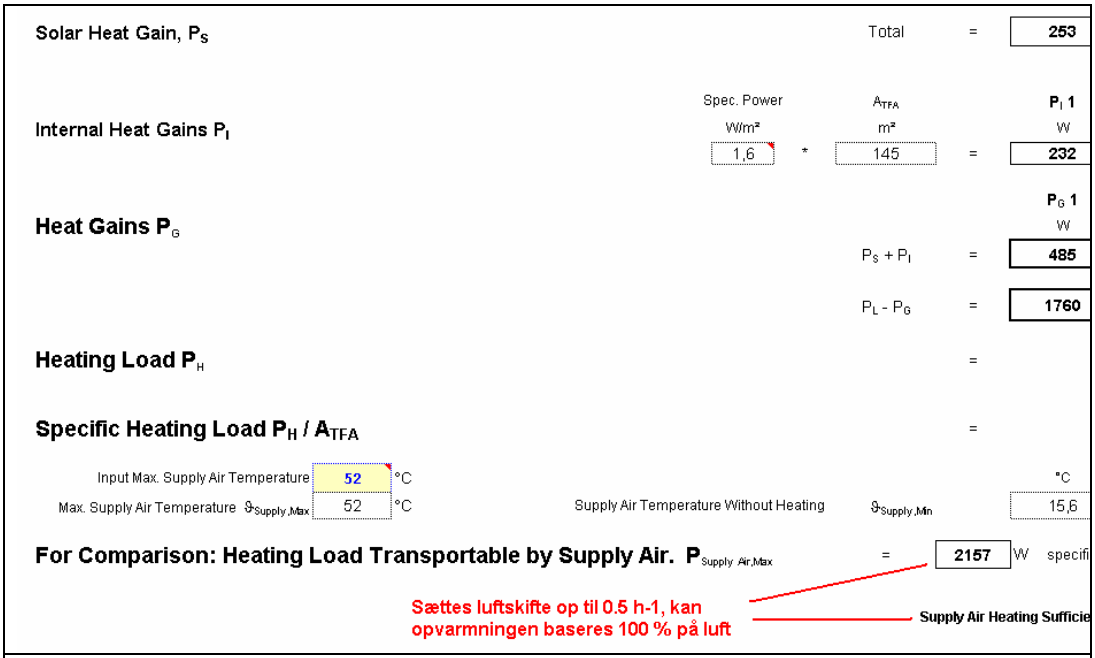
Figur 34 viser beregning af transmissionstabet for de to forskellige vejrsituationer. Figur 35 viser det dimensionerende varmetab. Det ses, at luftopvarmning alene ikke er nok (der regnes med et luftskifte på 0.34 h^{-1}). Sættes luftskiftet i stedet op til 0.5 h^{-1}, kan ren opvarmning via luft foretages (figur 36).



Figur 34: Eksempel på transmissionstab for to forskellige vejrsituationer.



Figur 35: Eksempel på beregning af dimensionerende effekt (luftopvarmning ikke tilstrækkelig).



Figur 36: Beregning af dimensionerende effekt – luftopvarmning mulig.

5.13 Regneark ”Summer”

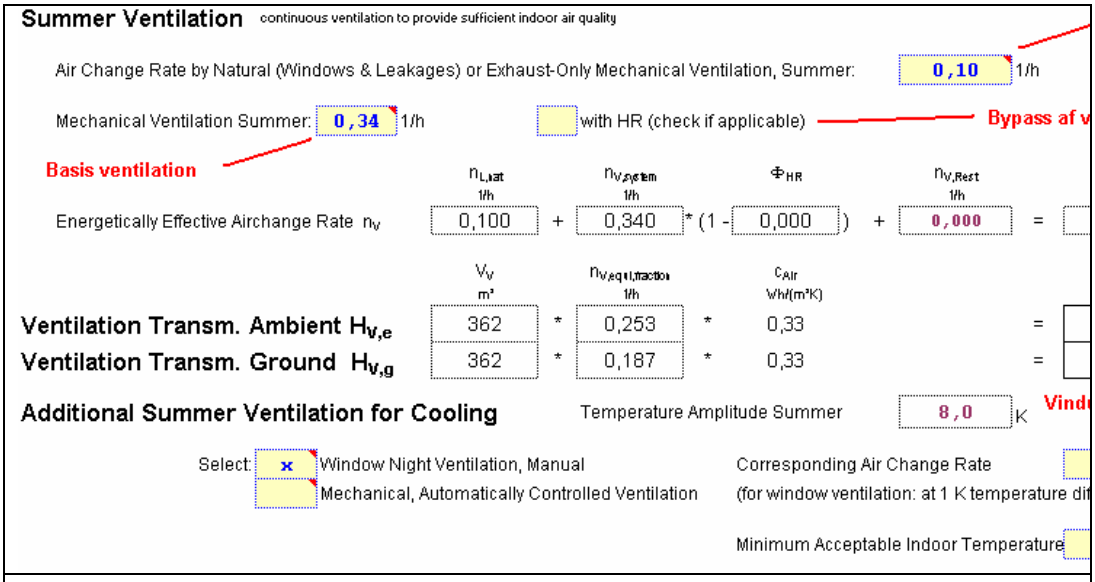
Arket ”Summer” benyttes til beregning af omfanget af overtemperaturer i bygningen. Som udgangspunkt er øvre komforttemperatur 25 grader i sommerperioden. I arket skal der endvidere oplyses en specifik varmekapacitet for bygningen (som i Be06). Denne varmekapacitet indgår endvidere i beregningen af bygningens årlige rumvarmebehov.

Figur 37 viser input i relation til ventilationens betydning for temperaturer. Udover basisventilation, kan man angive værdi for ventilation f.eks. via åbne vinduer. Hvis man har mulighed for natteventilation, kan det også angives.

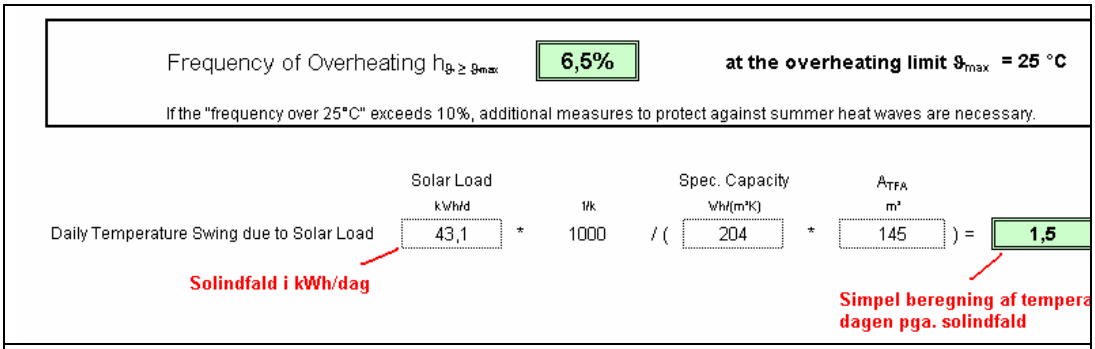
Varmevekslerens betydning for omfanget af overtemperaturer kan også undersøges ved at ”køre bypass” eller ej.

Betydning af en eventuel jordkøling kan også undersøges her (i arket ”Ventilation” kan man variere virkningsgraden af jordkøling).

Resultatet af beregningen er antallet af timer i %, hvor temperaturen overstiger 25 grader. I det viste tilfælde på figur 38 er temperaturen over 25 grader i 6.5 % af årets timer (≈ 570 timer). Endvidere estimeres temperatursvingningerne som funktion af solindfald og varmekapacitet (en tung bygning svinger mindre i temperatur).



Figur 37: Input til sommerventilation i forbindelse med beregning af overtemperaturer.



Figur 38: Beregning af overtemperaturer.

5.14 Regneark ”Shading-S”

Regnearket ”Shading-S” giver mulighed for at indtaste sæsonbestemte skyggefaktorer eksempelvis virkning fra træer. Endvidere kan indtastes værdier for midlertidige skygge-anordninger, eksempelvis skodder, som trækkes for i særligt varme perioder.

5.15 Regneark ”SummVent”

Regnearket ”SummVent” er et hjælpeark til arket ”Summer” til estimering af naturlig ventilation igennem vinduer. Arket har i sig selv ingen kobling til andre ark og behøver ikke at blive udfyldt.

Arket er dog et udmærket redskab til estimering af naturlig ventilation, eksempelvis via vinduer med indbyrdes højdeforskel (giver skorstenseffekt).

Værdier fra danske anvisninger fx SBI Anvisning 213, kan alternativt benyttes i ”Summer” arket.

5.16 Regneark ”Cooling”

Regnearket ”Cooling” bestemmer det årlige energibehov til at kunne holde indetemperaturen ≤ Øvre komforttemperatur (typisk 25 grader). I arket er det kun den sensible varmemængde, der inkluderes i beregningen.

Regnearket bliver automatisk udfyldt med informationer fra de øvrige ark.

5.17 Regneark ”Cooling Units”

Regnearket ”Cooling Units” bestemmer det årlige energibehov til affugtning. Data for forskellige kompressortyper kan indtastes.

5.18 Regneark ”Cooling Load”

Regnearket ”Cooling Load” er familiært med arket ”Heat Load”. For den mest kritiske periode beregnes kølebehovet (kun sensibel varme inkluderes).

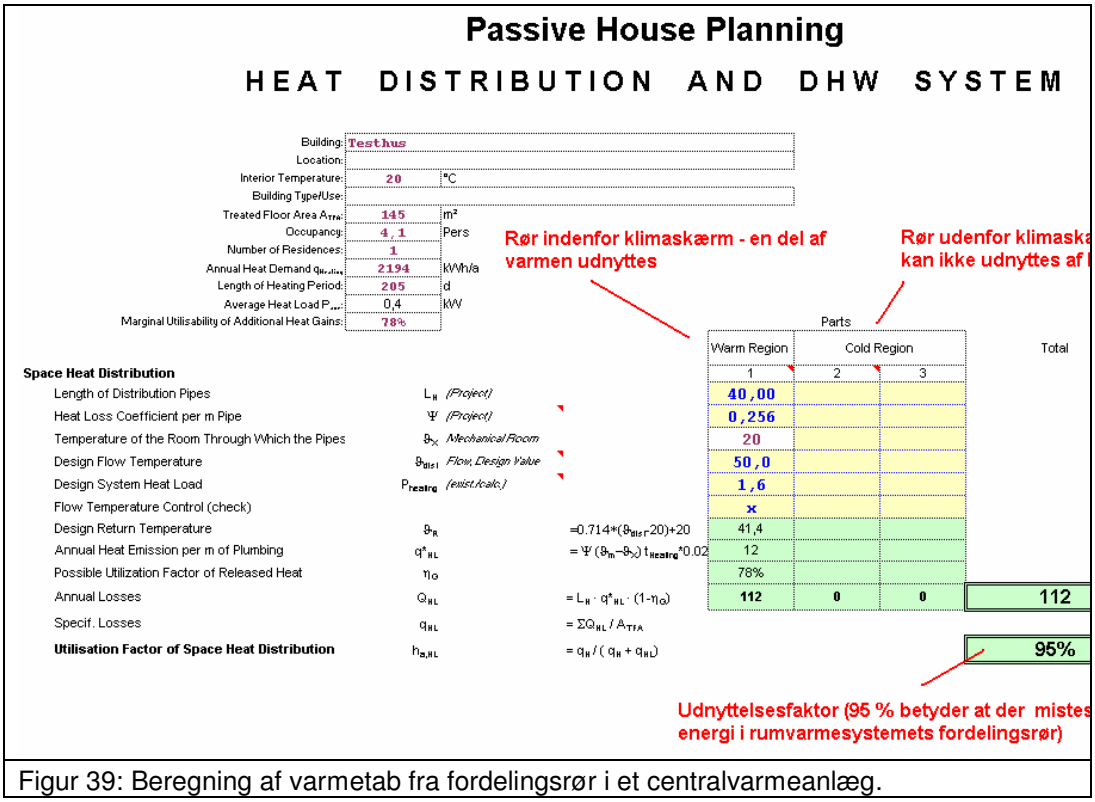
Regnearket bliver automatisk udfyldt med informationer fra de øvrige ark.

5.19 Regneark ”DHW + Distribution”

Regnearket ”DHW + Distribution” benyttes til at beregne varmetab fra rør (varmetab fra rør til rumvarme og rør til varmt vand). Endvidere beregnes energibehovet til varmt brugsvand inklusiv dækning af varmetab fra varmtvandsbeholder.

Det skal bemærkes, at en del af varmetabet fra rør og varmtvandsbeholder indenfor klimaskærmen, kommer bygningen til gode. Men det skal pointeres, at varmetabet ikke indgår i beregningen af rumvarmeforbruget. Dvs. man kan ikke ”presse” sit rumvarmeforbrug ned på kriteriet 15 kWh/m^2 pr. år ved eksempelvis at installere en beholder med et stort varmetab.

I Be06 indgår varmetabet fra varmtvandsbeholder i beregningen af rumvarmeforbruget; ved at vælge en beholder med et stort varmetab, kan man i princippet ”presse” rumvarmeforbruget meget langt ned. Man bør derfor ikke ukritisk sammenligne rumvarmeforbrug i PHPP og Be06.



Figur 39: Beregning af varmetab fra fordelingsrør i et centralvarmeanlæg.

5.19.1 Gulvvarme i passivhuse (væskebaseret)

I passivhuse med gulvvarme, er gulvtemperaturerne typisk så lave, at det ekstra varmetab pga. den lidt højere temperatur ofte negligeres. Hvis man alligevel ønsker at inkludere gulvvarmen i sin PHPP beregning, er man nødt til manuelt at estimere det ekstra tab, idet PHPP ikke direkte kan medtage betydningen af gulvvarme. I PHPP vil det ekstra varmeforbrug pga. gulvvarme indgå i resultatet for primær energi.

I det følgende anvises en simpel metode til dette.

Beregning af ekstra varmetab til jord fra underkant af betondæk

Aflæs dimensionerende effekt for bygningen i arket ”Heating Load” (brug bygningen på figur 35). Denne aflæses til 1702 W. Estimer nødvendig overfladetemperatur:

(1702 W) / (145.2 m^2 * 8 W/m^2/K) = 1.5 K

Gulvets overfladetemperatur ligger derfor på 20 grader + 1.5 ≈21.5 grader.

Middeltemperaturen af betonpladen i fyringssæsonen anslås til at være 1 grad højere dvs. 22.5 grader.

Estimat af ekstra varmetab til jord pga. 2.5 graders højere temperatur (22.5 grader i stedet for 20 grader):

P_jord = U*A*dt = 0.07 W/m^2/K *145.2 m^2 * 2.5 K = 25 W

Varmetab (kWh) i fyringssæson (fyringslængden er 205 dage, se arket **"Climate"**)

E = 25 W * 24 timer/dag * 205 / 1000 = 123 kWh

I "Regnearket "DHW + Distribution" kan man i celle "I64" indtaste et konstant varmetab året rundt (principielt fra en beholder) som "mistes" 100 %. Varmetabet i fyringssæsonen på 25 W midles nu ud på hele året – varmetabet vil dernæst blive 14 W. Dette tal indtastes i celle "I64". Varmetabet vil nu automatisk indgå i den samlede beregning af energibehov (figur 40).

***PS:** Hvis gulvvarmen skal køre på en anden temperatur i vådrum, kan man lave estimat for det ekstra forbrug vha. samme metode. Skal gulvvarmen køre udenfor fyringssæsonen, kan man på samme måde estimere det ekstra energiforbrug i denne periode og indtaste det under " **DHW + Distribution**".*

Vedrørende elektrisk opvarmning, se arket "Electricity".

39										
40	**DHW Distribution and Storage**					Warm Region	Cold Region		Total
41	Length of Circulation Pipes (Flow + Return)	L_{WS}	*(Project)*			0,0			
42	Heat Loss Coefficient per m Pipe	Ψ	*(Project)*			0,130			
43	Temperature of the Room Through Which the Pi	ϑ_X	*Mechanical Room*			20			
44	Design Flow Temperature	ϑ_{Dist}	*Flow, Design Value*			60,0			
45	Daily circulation period of operation.	td_{Circ}	*(Project)*			0,0			
46	Design Return Temperature	ϑ_R		=0.875*(ϑ_{Dist}-20)+20		55			
48	Circulation period of operation per year	t_{Circ}		= 365 td_{Circ}		0			
49	Annual Heat Released per m of Pipe	q^*_Z		= Ψ (ϑ_m-ϑ_X) t_{Circ}		0,0			
50	Possible Utilization Factor of Released Heat	η_{ODHW}		=$t_{heating}$/365d * η_O		43,4%			
51	Annual Heat Loss from Circulation Lines	Q_Z		= L_{WS} · q^*_Z ·(1-$\eta_{OD\,HW}$)		0			0
52									
53	Total Length of Individual Pipes	L_U	*(Project)*			60,00			
54	Exterior Pipe Diameter	d_{U_Pipe}	*(Project)*			0,012			
58	Heat Loss Per Tap Opening	$q_{Individual}$		=($c_{H2O}$$V_{H2O}$+$c_{Mat}$$V_{Mat}$)($\vartheta_{Dist}$-$\vartheta$		0,2148			
59	Occupancy Coefficient	n_{Tap}		= $n_{p,...}$ · 3 · 365 / n_{Lu}		4533			
60	Annual Heat Loss	q_U		= n_{Tap} · $q_{Individual}$		973,7			
61	Possible Utilization Factor of Released Heat	η_{O_U}		=$t_{heating}$/8760*η_O		43,4%			
62	Annual Heat Loss of Individual Pipes	Q_U		= q_U ·(1-η_{O_U})		550,8			551
63									
64	Average Heat Released From Storage	P_S				84,0	14		
65	Possible Utilization Factor of Released Heat	η_{O_S}		=$t_{heating}$/8760*η_O		43,4%	0,0%		
66	Annual Heat Losses from Storage	Q_S		= P_S·8.760 kh·(1-η_{O_S})		416,2	123,0		539

Ekstra varmetab fra gulvet (midlet)

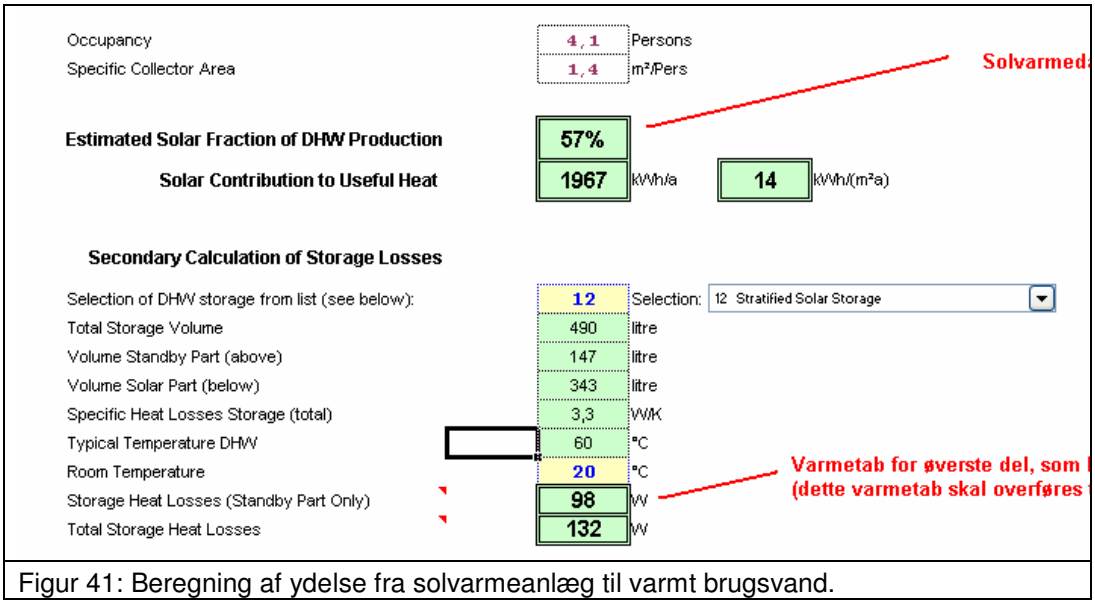
Figur 40: Indtastning af ekstra varmetab fra væskebåren gulvvarme.

5.20 Regneark ”SolarDHW”

Regnearket benyttes til at estimere ydelsen fra et solvarmeanlæg til varmt brugsvand (rumvarmeanlæg kan ikke beregnes i PHPP; skal beregnes i andet software).

Varmetabet for den øverste del af beholderen (den del som holdes konstant varm via eksempelvis kedel) skal overføres manuelt til arket ”DWH + Distribution”. Varmetabet fra den nederste del af beholderen fratrækkes automatisk solfangerens ydelse.

Hvis der indtastes data for et solvarmeanlæg og der beregnes en ydelse, vil denne ydelse automatisk indgå i beregningen af husets primære energiforbrug (det primære energiforbrug vil blive reduceret).

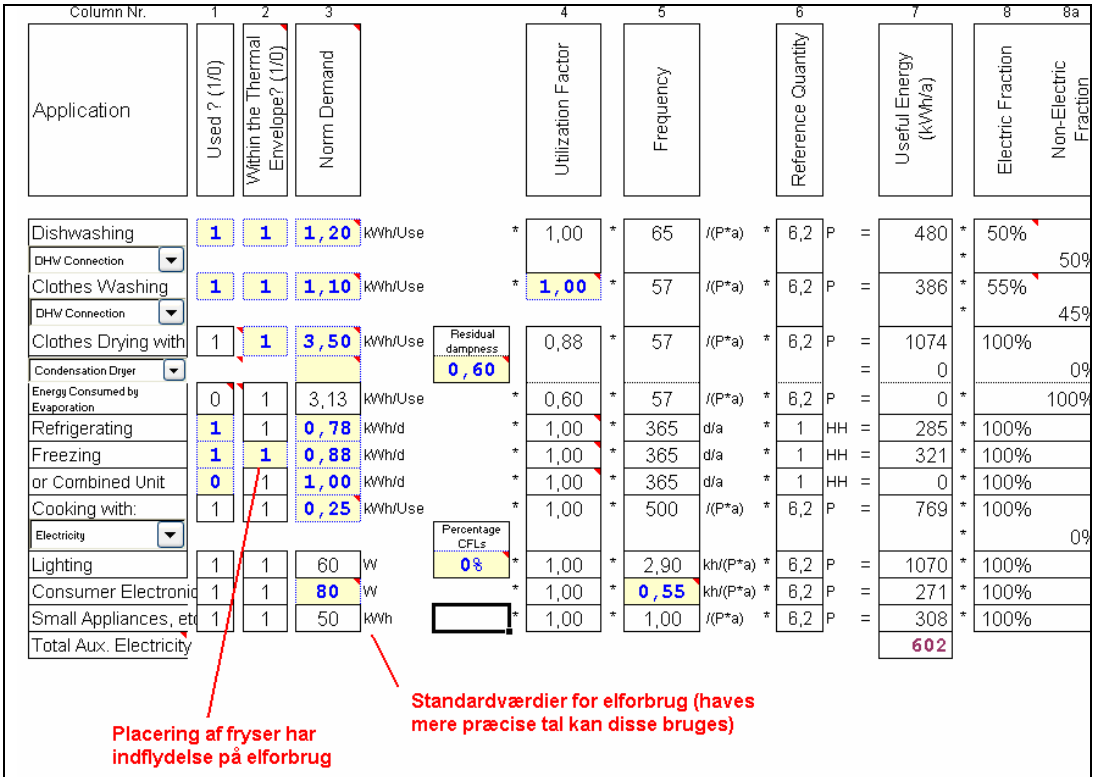


Figur 41: Beregning af ydelse fra solvarmeanlæg til varmt brugsvand.

5.21 Regneark ”Electricity”

Regnearket ”Electricity” behandler elforbrug fra husholdningsudstyr som hårde hvidevarer, lys mv. Som udgangspunkt kan man benytte standardværdier fra PHPP. Hvis man har præcis dokumentation for det planlagte udstyr (eksempelvis elforbrug pr. dag for køleskab), kan det indtastes i stedet for standardværdierne.

Hvis man eksempelvis benytter sig af supplerende elektrisk opvarmning i vådrum (f.eks. håndklædetørrer / elektrisk gulvvarme), kan man indtaste det estimerede elforbrug (kWh) i række 28-30. Så vil det automatisk indgå i beregningen af primær energi.



Figur 42: Elforbrug fra husholdning.

5.22 Regneark "Electricity Non-Dom"

Dette regneark benyttes meget sjældent. Det er udviklet til at estimere elforbruget i bygninger, som ikke benyttes til beboelse eksempelvis kontorbygninger. Regnearket behandles ikke i nærværende manual.

5.23 Regneark "Aux Electricity"

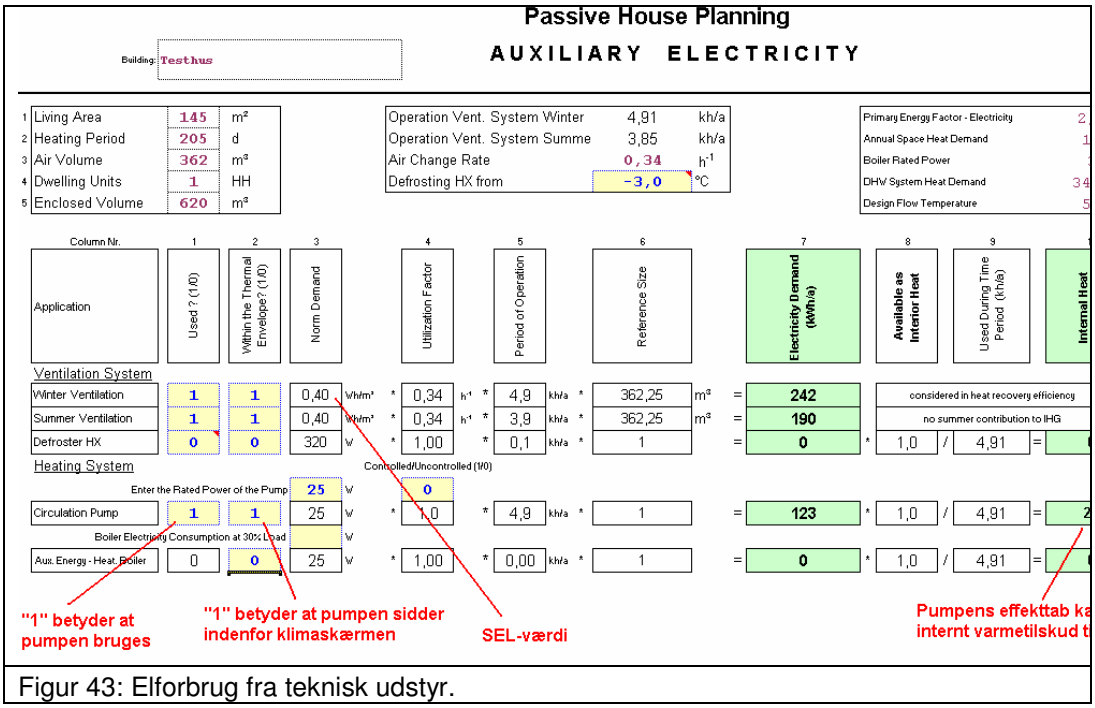
Regnearket er opbygget på stort set samme måde som arket "Electricity". Arket benyttes til at beregne elforbrug for de komponenter, som trækker/kontrollerer de tekniske installationer f.eks.:

- Elforbrug til blæsere i ventilationsanlæg
- Afrimer (såfremt der ikke er forvarmning af luft via jordrør/jordkreds)
- Cirkulationspumper i centralvarmekreds
- Solvarmepumper
- Styringer

Visse elforbrug hentes automatisk fra andre ark (eksempelvis SEL-værdi for ventilationsanlæg), for
andre er defaultværdier indtastet, disse kan dog overskrives, hvis andre er mere præcise.

Endvidere skal det angives, om komponenten sidder indenfor klimaskærmen eller ej dvs. om varmetabet kan bruges som ”gratisvarme”.

Gratisvarmen fra komponenterne er dog kun relevant for de beregningstilfælde, hvor man vælger ikke at bruge PHPP’s standardværdi for gratisvarme, men selv vil bestemme den (for boliger kan gratisvarmen beregnes i arket ”IHG”, hvis man ikke benytter sig af standardværdien).



Figur 43: Elforbrug fra teknisk udstyr.

5.24 Regneark ”PE”

Regnearket ”PE”benyttes til dels at specificere varmesystemet og dels til at beregne det samlede primære energiforbrug (PE)for bygningen (PE – denne størrelse er relateret til størrelsen ”120 kWh/m^2 pr. år”). Det skal pointeres, at de primære energifaktorer i PHPP relateres til tyske forhold og ikke er de samme som i Danmark. Nedenfor ses på figur 44 tabel over primære energifaktorer.

Table of Primary Energy Factors and CO_2-Equivalent Emissions Factors of Various Energy Carriers

Energy Type		Energy Carrier	PE (non-regenerative) kWh_{Prim}/kWh_{Final}	CO_2 k
	1	None		
Fuel Source	2	Oil	1,1	
	3	Natural Gas	1,1	
	4	LPG	1,1	
	5	Hard Coal	1,1	
	6	Wood	0,2	
Electricity	7	Electricity-Mix	2,7	
	8	Electricity from Photovoltaics	0,7	
	1	None	0	
District Heat	2	Hard Coal CGS 70% PHC	0,8	
	3	Hard Coal CGS 35% PHC	1,1	
	4	Hard Coal HS 0% PHC	1,5	
Gas CGS	5	Gas CGS 70% PHC	0,7	
	6	Gas CGS 35% PHC	1,1	
	7	Gas HS 0% PHC	1,5	
Heating Oil-EL CGS	8	Oil CGS 70% PHC	0,8	
	9	Oil CGS 35% PHC	1,1	
	10	Oil HS 0% PHC	1,5	

Data Source: DIN V 4701-10/GEMIS 4.14

Primær energifaktor for el

Primær

Figur 44: Primære energifaktorer i PHPP

5.24.1 Beregning af primært energibehov

Energiforbrug til husholdning og til drift af pumper, ventilationsanlæg mv., hentes automatisk af PHPP fra de relevante ark.

Varmekilden til rumvarme og brugsvand vælges ved at sættes "%-tal" i fordelingscellerne. Jævnfør figur 45 er der ud for "Heat Pump" tastet 100 % ud for både rumvarme og brugsvand, dvs. i bygningen forefindes en varmepumpe, som dækker energibehovet 100 %.

Der kan laves kombination af flere energikilder eksempelvis varmepumpe og brændeovn. Summen af dækningen skal altid være 100 % (svarer til Be06, hvor man under feltet "Anden opvarmning" angiver andel af etageareal for alternativ opvarmning).

Virkningsgrad for kedler og kompaktaggregater skal specificeres i arkene "Boiler" og "Compact".

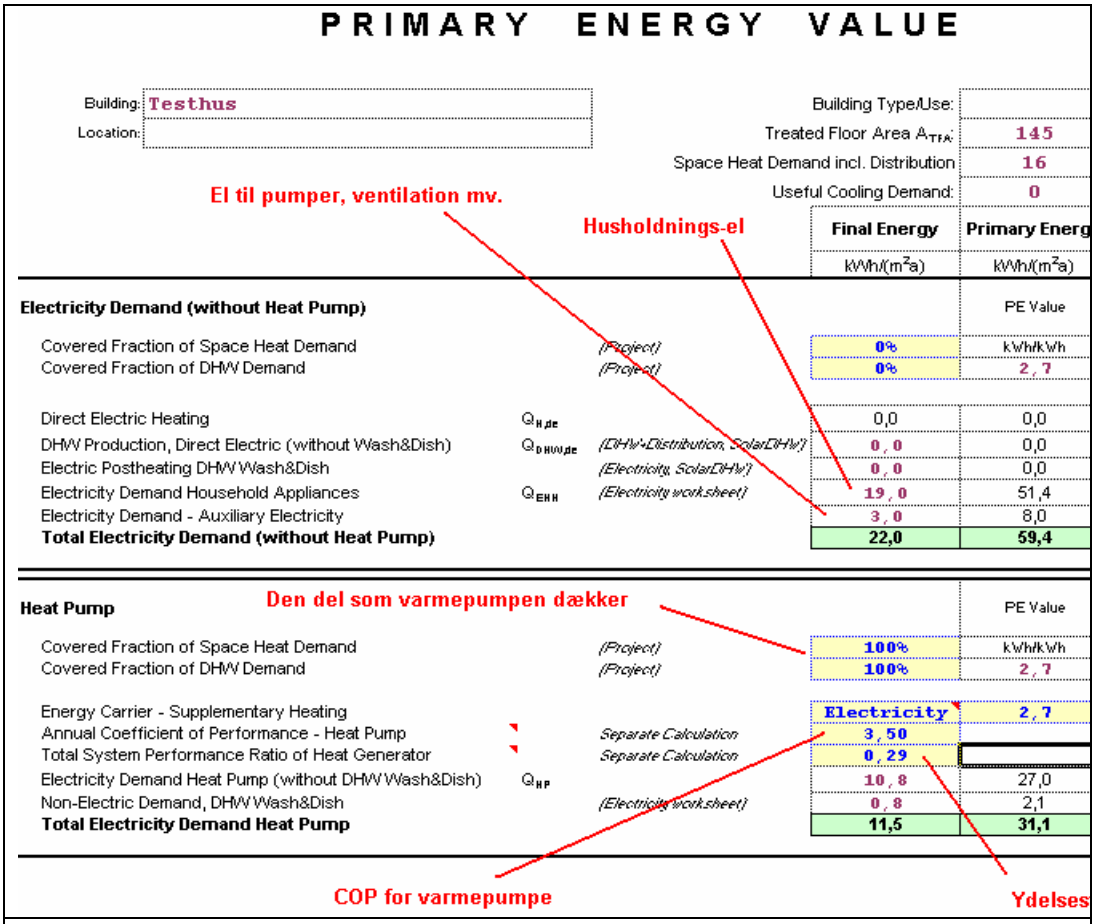
Varmepumper (f.eks. jordvarmeanlæg) skal specificeres mht. COP. Der kan som udgangspunkt benyttes værdier fra "Positivlisten" på Teknologisk Instituts hjemmeside. Afviger driftstemperaturerne i bygningen meget fra de såkaldte testtemperaturer (fremløbstemperaturen i bygningens varmesystem er måske markant lavere dvs. COP er højere), bør man kontakte leverandør for mere præcise oplysninger.

Ved varmepumper skal man også oplyse det såkaldte ydelsesforhold for systemet (figur 45). Hvis varmepumpen er i stand til at dække forbruget 100 %, så kan ydelsesforholdet sættes lig 1/COP. Hvis varmepumpen ikke kan dække energibehovet 100 % (eksempelvis supplerende elpatron), bliver "ydelsen" af systemet lidt dårligere dvs. der skal bruges lidt mere el end hvis varmepumpen kan dække behovet 100 % (hvis man sætter ydelsesforholdet til 1, så betyder det at varmepumpen slet ikke kan følge med og at al varme genereres af direkte el).

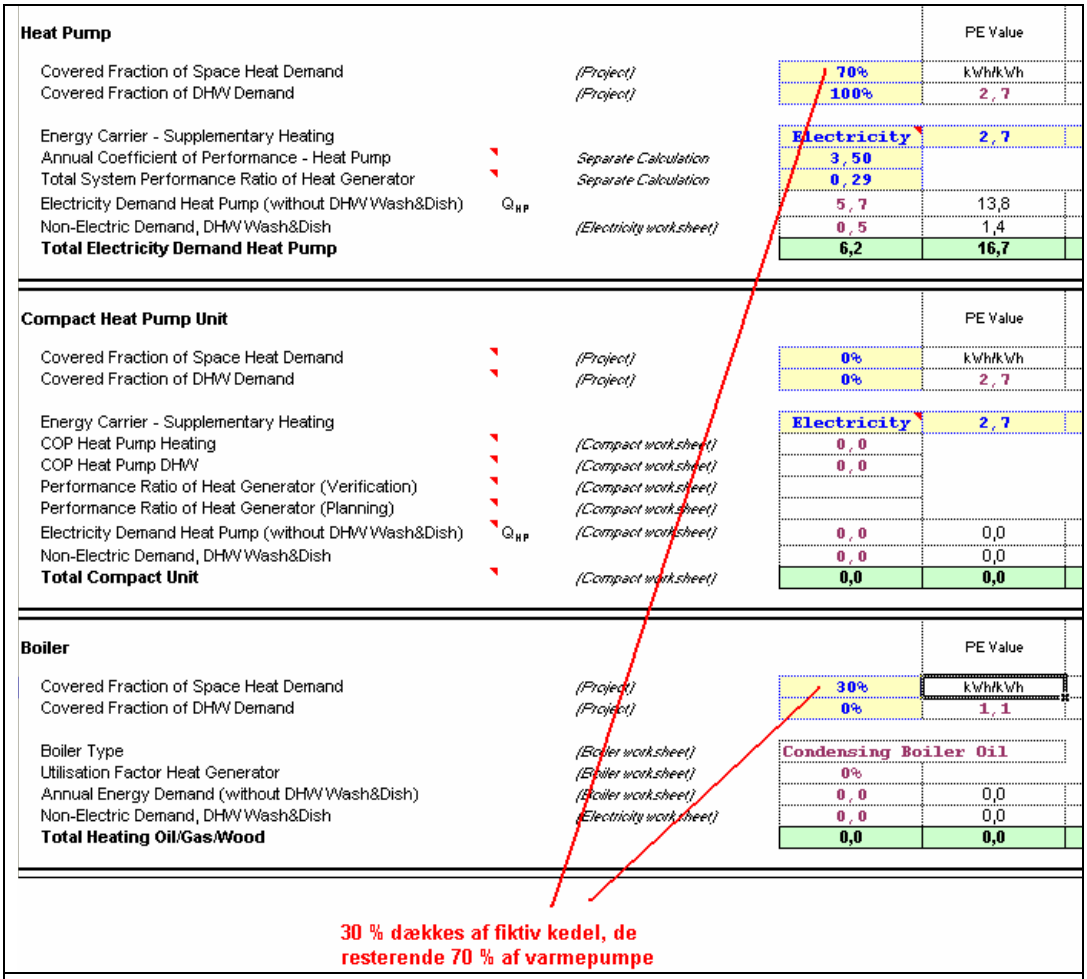
Ydelsen fra solvarmeanlæg til varmt brugsvand indgår automatisk i beregningen af primært energiforbrug, hvis arket ""SolarDHW" er udfyldt.

Ydelsen fra et solvarmeanlæg til rumopvarning kan ikke direkte beregnes af PHPP og skal derfor estimeres i et separat program. Solvarmeanlæggets rumvarmedækning kan (om end noget besværligt) inkluderes i beregningen ved at definere en fiktiv "Boiler" dvs. en kedel. Hvis solvarmeanlægget dækker eksempelvis 30 % af rumopvarmningen, kan man udfor "Covered Fraction of Space Heat Demand" skrive 30 %. PHPP lader så 30 % af rumopvarmningen blive dække af en kedel (se figur 46).

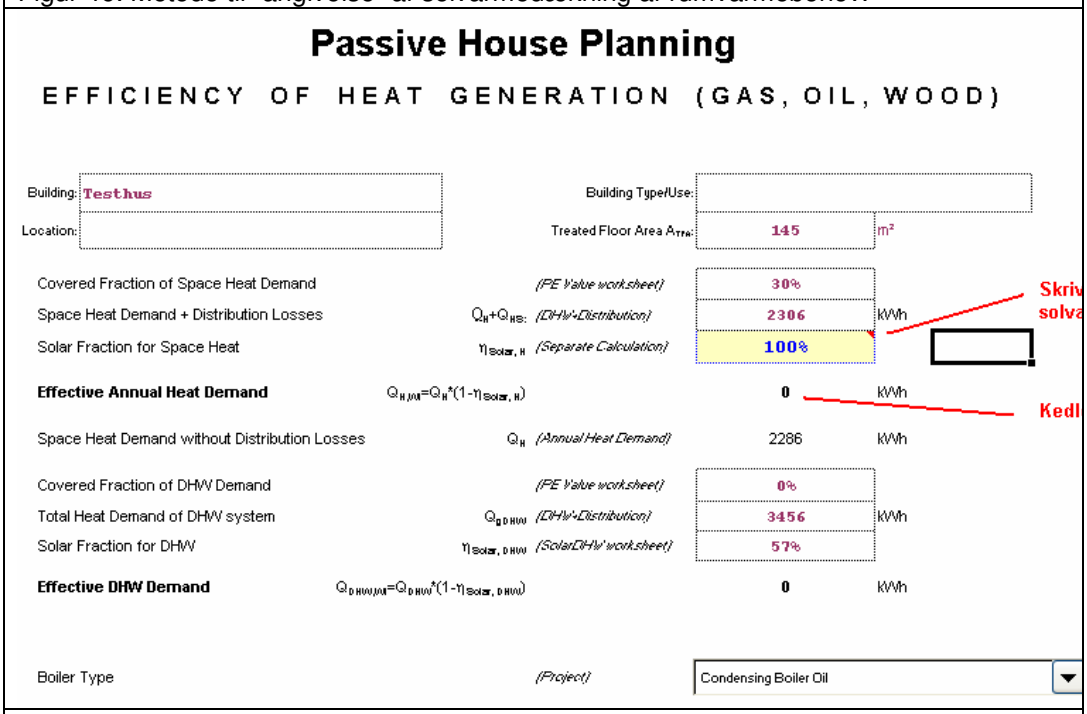
I regnearket "Boiler" kan man så definere solvarmeanlægget dækning af de 30 %. Hvis man her skriver 100 % ved solvarmen (se figur 47), så bliver kedlen gjort "inaktiv" og solvarmen dækker 30 % af det samlede rumvarmeforbrug.



Figur 45: Primært energiforbrug samt angivelse af varmesystem til rumvarme og varmt brugsvand.



Figur 46: Metode til "angivelse" af solvarmedækning af rumvarmebehov.



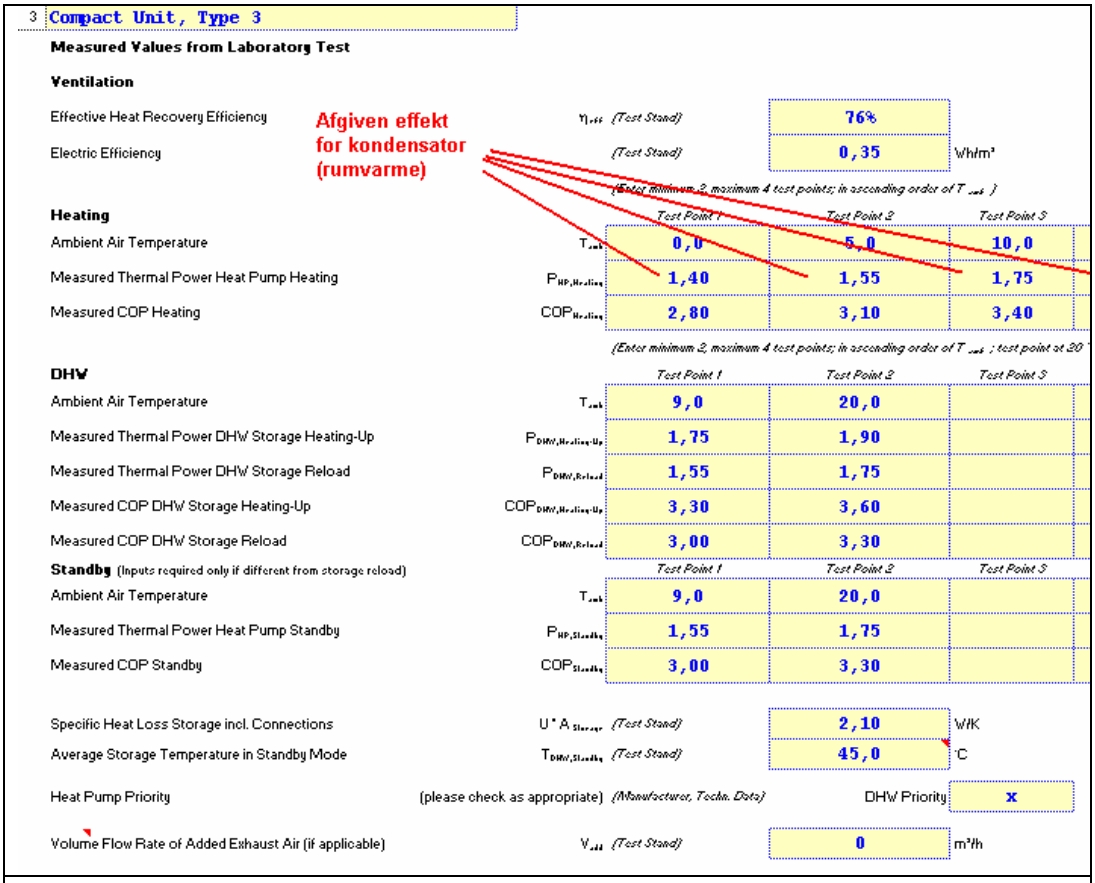
Figur 47: Metode til "angivelse" af solvarmedækning af rumvarmebehov.

5.25 Regneark ”Compact”

Kompaktaggregater med udsugningsluften som primær energikilde, er meget udbredte i passivhuse. Regnearket ”Compact” benyttes til beregning af kompaktaggregater.

Beregningerne på kompaktunits er komplicerede. Som input til beregningerne skal oplyses et stort antal måleværdier, som indtil videre kun kan fremskaffes af få producenter. Figur 48 viser et eksempel på værdier fra en kompaktunit. Det skal bemærkes, at ”Measured Thermal Power Heat Pump Heating” er afgiven effekt i kondensatordelen (effekt af varmeveksler beregnes separat i arket ”Ventilation”).

Figur 49 viser resultatudskrift fra beregningen. Udover værdier for COP, ses også den mængde ”direkte” el til opvarmning, som er nødvendig for at opfylde behov for rumvarme og varmt vand. Dvs. såfremt varmepumpen har utilstrækkelig effekt, bliver forbrug af ”direkte el” markant højere.



3 Compact Unit, Type 3

Measured Values from Laboratory Test

Ventilation

Effective Heat Recovery Efficiency	η_{HR}	(Test Stand)	76%	
Electric Efficiency		(Test Stand)	0,35	Wh/m³

(Enter minimum 2, maximum 4 test points; in ascending order of T_{amb})

Heating

		Test Point 1	Test Point 2	Test Point 3
Ambient Air Temperature	T_{amb}	0,0	5,0	10,0
Measured Thermal Power Heat Pump Heating	$P_{HP,Heating}$	1,40	1,55	1,75
Measured COP Heating	$COP_{Heating}$	2,80	3,10	3,40

(Enter minimum 2, maximum 4 test points; in ascending order of T_{amb} ; test point at 20°

DHW

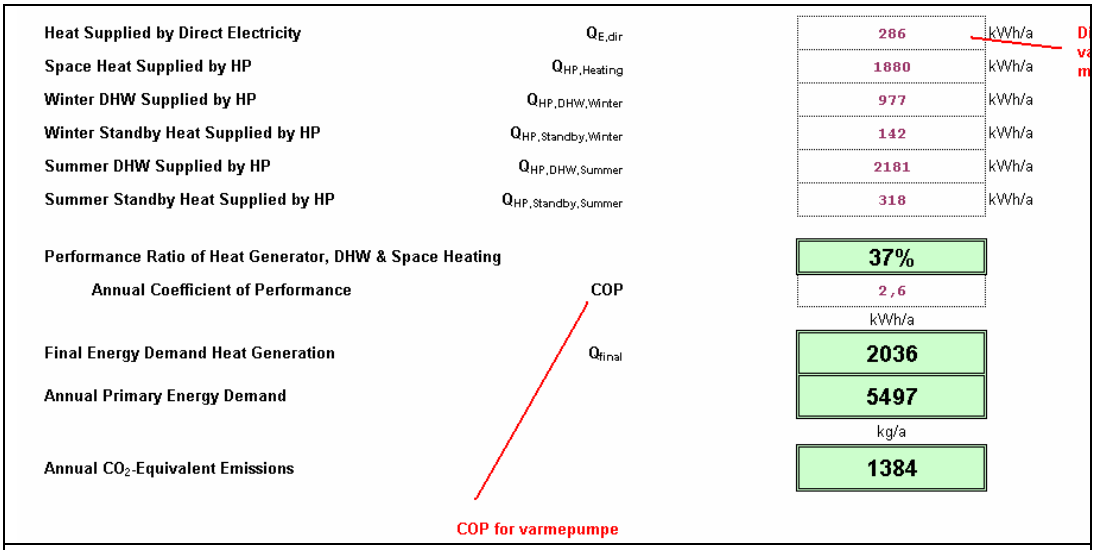
		Test Point 1	Test Point 2	Test Point 3
Ambient Air Temperature	T_{amb}	9,0	20,0	
Measured Thermal Power DHW Storage Heating-Up	$P_{DHW,Heating-Up}$	1,75	1,90	
Measured Thermal Power DHW Storage Reload	$P_{DHW,Reload}$	1,55	1,75	
Measured COP DHW Storage Heating-Up	$COP_{DHW,Heating-Up}$	3,30	3,60	
Measured COP DHW Storage Reload	$COP_{DHW,Reload}$	3,00	3,30	

Standby (Inputs required only if different from storage reload)

		Test Point 1	Test Point 2	Test Point 3
Ambient Air Temperature	T_{amb}	9,0	20,0	
Measured Thermal Power Heat Pump Standby	$P_{HP,Standby}$	1,55	1,75	
Measured COP Standby	$COP_{Standby}$	3,00	3,30	

Specific Heat Loss Storage incl. Connections	$U*A_{Storage}$	(Test Stand)	2,10	W/K
Average Storage Temperature in Standby Mode	$T_{DHW,Standby}$	(Test Stand)	45,0	°C
Heat Pump Priority	(please check as appropriate)	(Manufacturer, Techn. Data)	DHW Priority	x
Volume Flow Rate of Added Exhaust Air (if applicable)	V_{add}	(Test Stand)	0	m³/h

Figur 48: Testresultater for kompaktaggregat.



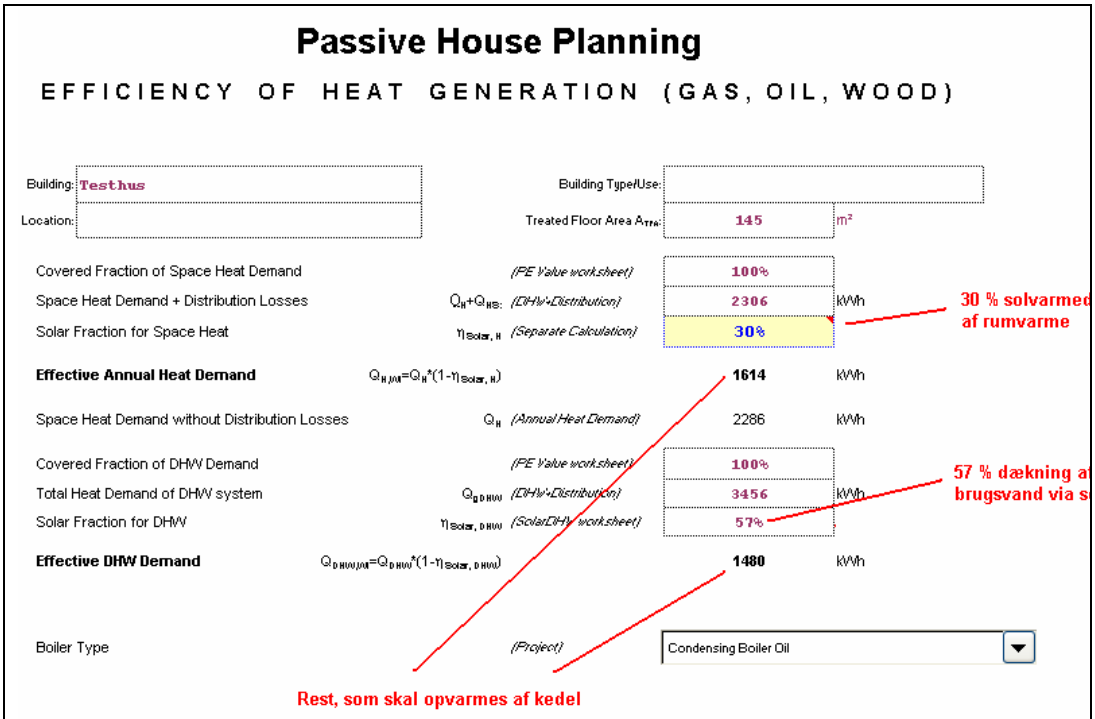
Figur 49: Resultater for kompaktaggregat.

5.26 Regneark ”Boiler”

I regnearket ”Boiler” kan kedeltype beskrives (olie, gas, biomasse mv.).

Såfremt et solvarmeanlæg dækker en del af bygningens rumvarmebehov, kan en %-del specificeres i arket.

Såfremt et solvarmeanlæg benyttes til opvarmning af varmt brugsvand, bliver resultatet direkte overført til ”Boiler-arket” (overføres fra ”SolarDHW”).



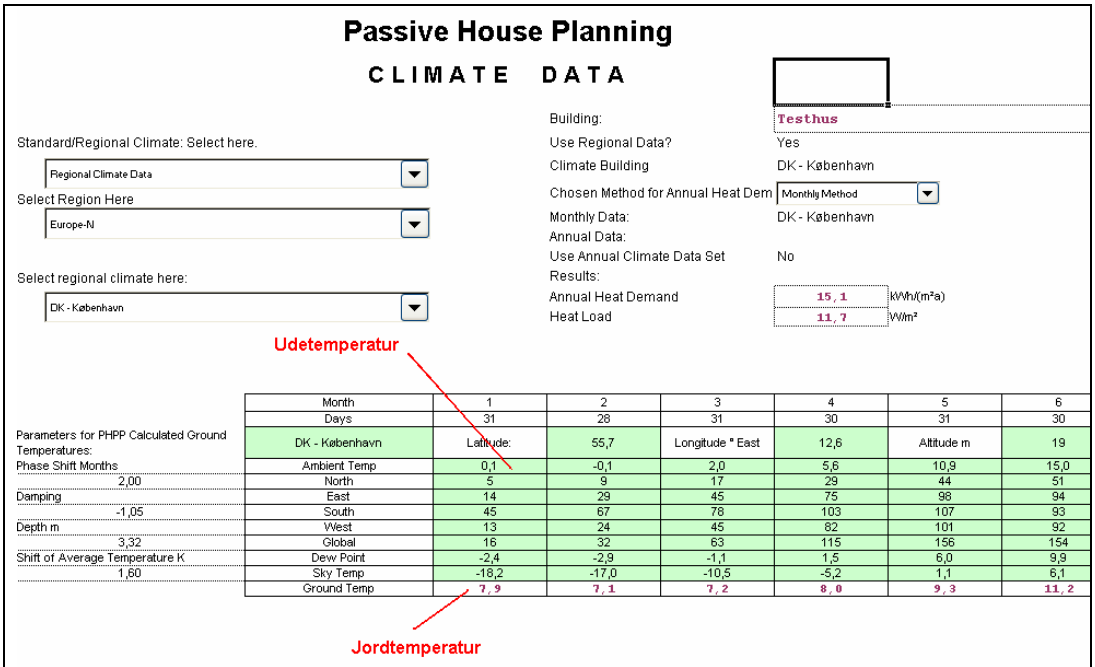
Figur 50: Testresultater for kompaktaggregat.

5.27 Regneark ”District Heat”

Dette ark er opbygget som arket ”Boiler”.

5.28 Regneark ”Climate”

Baseret på danske vejrdata, har Passivhaus Institut udarbejdet vejrdatafil for Danmark. Udover klassiske vejrdata som udetemperatur, indeholder filen også data for de 2 vejrsituationer, som i arket ”Heating Load” benyttes til dimensionering af varmeanlægget.



Month	1	2	3	4	5	6
Days	31	28	31	30	31	30
DK - København	Latitude:	55,7	Longitude ° East	12,6	Altitude m	19
Ambient Temp	0,1	-0,1	2,0	5,6	10,9	15,0
North	5	9	17	29	44	51
East	14	29	45	75	98	94
South	45	67	78	103	107	93
West	13	24	45	82	101	92
Global	16	32	63	115	156	154
Dew Point	-2,4	-2,9	-1,1	1,5	6,0	9,9
Sky Temp	-18,2	-17,0	-10,5	-5,2	1,1	6,1
Ground Temp	7,9	7,1	7,2	8,0	9,3	11,2

Parameters for PHPP Calculated Ground Temperatures:
Phase Shift Months 2,00
Damping -1,05
Depth m 3,32
Shift of Average Temperature K 1,60

Figur 51: Vejrdata for Danmark.

6	7	8	9	10	11	12	Heating Load	
30	31	31	30	31	30	31	Weather 1	Weat
19		Daily Temperature Swing Summer (K)		8,0	Radiation Data:	kWh/(m²*month)	Radiation: W/m²	
15,0	16,4	16,3	13,3	9,6	5,1	1,8	-6,8	-4
51	48	35	22	14	6	4	5	5
94	101	81	57	30	14	9	15	5
93	107	104	89	70	45	32	40	5
92	99	88	51	33	15	8	15	5
154	165	131	80	45	19	11	15	5
9,9	11,5	11,7	9,4	6,4	2,3	-0,7		
6,1	7,8	7,4	3,6	-3,8	-13,9	-16,3		
11,2	12,5	13,2	12,8	12,0	10,7	9,2	7,1	7

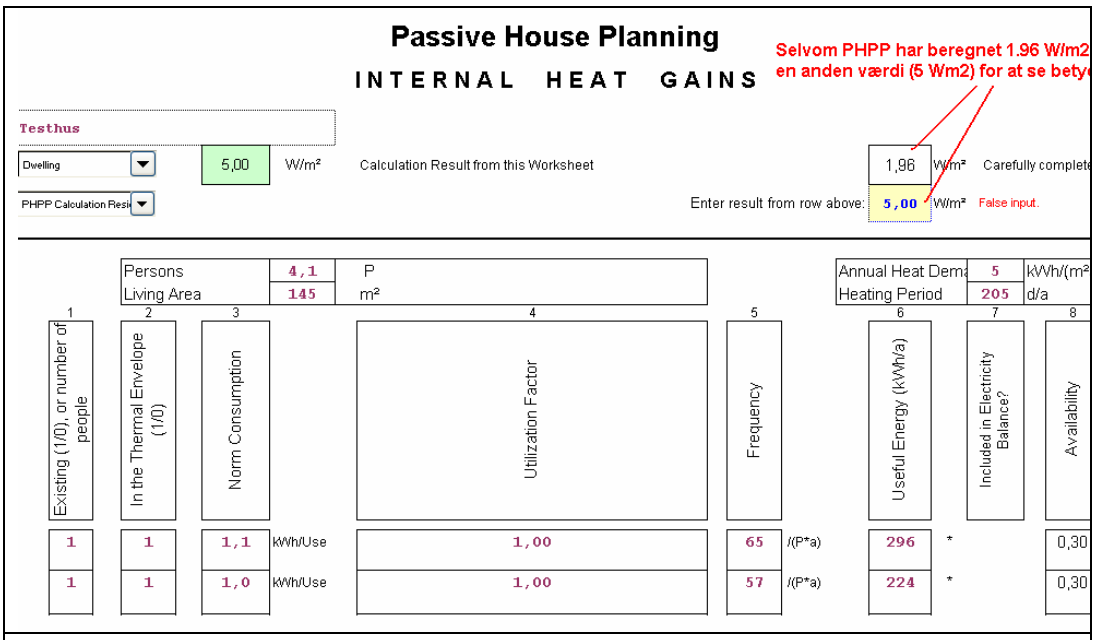
De to vejrsituationer, som er dimensionerende for effekten

Figur 52: Vejrdata for Danmark – dimensionerende vejrsituationer.

5.29 Regneark ”IHG”

Regnearket ”IHG” kan benyttes til estimat af gratisvarme fra personer og udstyr i boliger, såfremt man ikke ønsker at benytte standardværdierne. Input til beregningerne overføres automatisk fra arkene ”Electricity” og ”Aux Electricity”.

Som vist på figur 53, kan man godt indtaste en anden værdi end beregnet af PHPP. Denne værdi overføres automatisk til arket ”Verifikation”. Endvidere udføres beregning af rumvarmebehovet med denne nye værdi.



Figur 53: Beregning af gratisvarme for bygning.

5.30 Regneark "IHG Non-Dom"

Dette regneark kan benyttes til estimat af gratisvarme i eksempelvis kontorbygninger. Arket benyttes meget sjældent og vil ikke blive gennemgået i denne manual.

5.31 Regneark "Use Non-Dom"

Dette regneark kan benyttes til estimat af brugerprofiler i eksempelvis kontorbygninger (har betydning for gratisvarmen i "IHG Non-Dom"). Arket benyttes meget sjældent og vil ikke blive gennemgået i denne manual.

5.32 Regneark "Data"

Dette regneark rummer diverse generelle data eksempelvis primær energi faktorer.

5.33 Regneark "Conversion"

Dette regneark rummer omregningstabeller mv.

Bilag 3 Tysk norm

for beregning af indvendigt boligareal

Wohnflächenverordnung – WoFlV

Stand: Dezember 2003

Verordnung zur Berechnung der Wohnfläche
(Wohnflächenverordnung – WoFlV)

In-Kraft-Treten: 1.1.2004

§ 1 WoFlV

Anwendungsbereich, Berechnung der Wohnfläche

(1) Wird nach dem Wohnraumförderungsgesetz die Wohnfläche berechnet, sind die Vorschriften dieser Verordnung anzuwenden.

(2) Zur Berechnung der Wohnfläche sind die nach § 2 zur Wohnfläche gehörenden Grundflächen nach § 3 zu ermitteln und nach § 4 auf die Wohnfläche anzurechnen.

§ 2 WoFlV

Zur Wohnfläche gehörende Grundflächen

(1) Die Wohnfläche einer Wohnung umfasst die Grundflächen der Räume, die ausschließlich zu dieser Wohnung gehören. Die Wohnfläche eines Wohnheims umfasst die Grundflächen der Räume, die zur alleinigen und gemeinschaftlichen Nutzung durch die Bewohner bestimmt sind.

(2) Zur Wohnfläche gehören auch die Grundflächen von

1. Wintergärten, Schwimmbädern und ähnlichen nach allen Seiten geschlossenen Räumen sowie

2. Balkonen, Loggien, Dachgärten und Terrassen, wenn sie ausschließlich zu der Wohnung oder dem Wohnheim gehören.

(3) Zur Wohnfläche gehören nicht die Grundflächen folgender Räume:

1. Zubehörräume, insbesondere:

a) Kellerräume,

b) Abstellräume und Kellerersatzräume außerhalb der Wohnung,

c) Waschküchen,

d) Bodenräume,

e) Trockenräume,

f) Heizungsräume und

g) Garagen,

2. Räume, die nicht den an ihre Nutzung zu stellenden Anforderungen des Bauordnungsrechts der Länder genügen, sowie

3. Geschäftsräume.

§ 3 WoFlV

Ermittlung der Grundfläche

(1) Die Grundfläche ist nach den lichten Maßen zwischen den Bauteilen zu ermitteln; dabei ist von der Vorderkante der Bekleidung der Bauteile auszugehen. Bei fehlenden begrenzenden Bauteilen ist der bauliche Abschluss zu Grunde zu legen.

(2) Bei der Ermittlung der Grundfläche sind namentlich einzubeziehen die Grundflächen von

1. Tür- und Fensterbekleidungen sowie Tür- und Fensterumrahmungen,

2. Fuß-, Sockel und Schrammleisten,

3. fest eingebauten Gegenständen, wie z. B. Öfen, Heiz- und Klimageräten, Herden, Bade- oder Duschwannen,

4. freiliegenden Installationen,

5. Einbaumöbeln und 6. nicht ortsgebundenen, versetzbaren Raumteilern.

(3) Bei der Ermittlung der Grundflächen bleiben außer Betracht die Grundflächen von

1. Schornsteinen, Vormauerungen, Bekleidungen, freistehenden Pfeilern und Säulen, wenn sie eine Höhe von mehr als 1,50 Meter aufweisen und ihre Grundfläche mehr als 0,1 Quadratmeter beträgt,

2. Treppen mit über drei Steigungen und deren Treppenabsätze,

3. Türnischen und

4. Fenster- und offenen Wandnischen, die nicht bis zum Fußboden herunterreichen oder bis zum Fußboden herunterreichen und 0,13 Meter oder weniger tief sind.

(4) Die Grundfläche ist durch Ausmessung im fertig gestellten Wohnraum oder auf Grund einer Bauzeichnung zu ermitteln. Wird die Grundfläche auf Grund einer Bauzeichnung ermittelt, muss diese

1. für ein Genehmigungs-, Anzeige-, Genehmigungsfreistellungs- oder ähnliches Vefahren nach dem Bauordnungsrecht der Länder gefertigt oder, wenn ein bauordnungsrechtliches Verfahren nicht erforderlich ist, für ein solches geeignet sein und

2. die Ermittlung der lichten Maße zwischen den Bauteilen im Sinne des Absatzes 1 ermöglichen.

Ist die Grundfläche nach einer Bauzeichnung ermittelt worden und ist abweichend von dieser Bauzeichnung gebaut worden, ist die Grundfläche durch Ausmessung im fertig gestellten Wohnraum oder auf Grund einer berichtigten Bauzeichnung neu zu ermitteln.

§ 4 WoFlV

Anrechnung der Grundflächen

Die Grundflächen

1. von Räumen und Raumteilen mit einer lichten Höhe von mindestens 2 Metern sind vollständig,

2. von Räumen und Raumteilen mit einer lichten Höhe von mindestens 1 Meter und weniger als 2 Metern sind zur Hälfte,

3. von unbeheizbaren Wintergärten, Schwimmbädern und ähnlichen nach allen Seiten geschlossenen Räumen sind zur Hälfte,

4. von Balkonen, Loggien, Dachgärten und Terrassen sind in der Regel zu einem Viertel, höchstens jedoch zur Hälfte

anzurechnen.

§ 5 WoFlV

Überleitungsvorschrift

Ist die Wohnfläche bis zum 31. Dezember 2003 nach der Zweiten Berechnungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Oktober 1990 (BGBl. I S. 2178), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 25. November 2003 (BGBl. I S. 2346) in der jeweils geltenden Fassung berechnet worden, bleibt es bei dieser Berechnung. Soweit in den in Satz 1 genannten Fällen nach dem 31. Dezember 2003 bauliche Änderungen an dem Wohnraum vorgenommen werden, die eine Neuberechnung der Wohnfläche erforderlich machen, sind die Vorschriften dieser Verordnung anzuwenden.