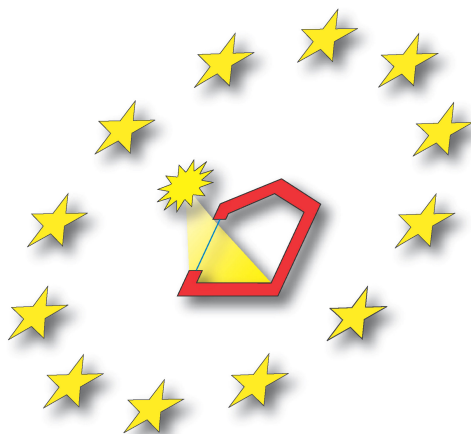


Passiv hus løsninger i Europa



Marts 2006





PEP

Promotion of European Passive Houses

Arbejdsrapport 1.2 Passivhusløsninger

Isolda Strom

Loes Joosten

Chiel Boonstra

Klaus Ellehauge

Dato: 04-04-2006

Distribution: Åben

Intelligent Energy  **Europe**

The PEP-project is partially supported by the European Commission under the [Intelligent Energy Europe](#) Programme. EIE/04/030/S07.39990

PEP-projektet består af følgende deltagere:

Energy research Center of the Netherland	ECN		Holland	Koordinator
Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE Institute for Sustainable Technologies	AAE INTEC		Østrig	Deltager
Building Research Establishment	BRE		England	Deltager
DHV Building and Industry	DHV		Holland	Deltager
Ellehaug & Kildemoes	EK		Danmark	Deltager
National University of Irland	NUID		Irland	Deltager
Passiefhuis-Platform	PHP		Belgien	Deltager
proKlima	ProKlima		Tyskland	Deltager
Passiv Hause Institut	PHI		Tyskland	Sub-kontraktor til DHV
Stiftelsen for industriel og teknisk forskning ved Norges Tekniske Højskole	SINTEF		Norge	Deltager
Technical research Centre of Finland	VTT		Finland	Deltager

Indhold

AKRONYMER OG FORKORTELSER	6
SAMMENFATNING.....	7
1 INDLEDNING.....	8
2 PASSIVHUSLØSNINGER	9
2.1 VARMEISOLATION (VÆGGE, TAG, GULV, VINDUER OG DØRE).....	9
2.2 KULDEBROER.....	16
2.3 LUFTTÆTHED.....	18
2.4 VARMEGENVINDING AF VENTILATIONS LUFT	20
2.5 ISOLERING AF VENTILATIONSKANALER OG VANDRØR.	22
2.6 OPVARMNINGSSYSTEMER.....	23
2.7 GOD LUFTKVALITET VED VENTILATION	25
2.8 VINDUER OG PASSIV SOLVARME	27
2.9 OPVARMNING AF BRUGSVAND (MED SOLVARME)	28
2.10 ENERGIEFFEKTIVT Udstyr og belysning	30
2.11 SAMMENFATNING	33
3 VEJEN FREM	34
MERE INFORMATION:.....	35
REFERENCER	36

Akronymer og forkortelser

CEPHEUS	Cost efficient Passive Houses as European standards
CHP	Combined Heat and Power
DH	District Heating
DHW	Domestic Hot Water
GIW	Garantie Instituut Woningbouw (guarantee institute housing construction)
Low-e	Low-emittance
PH	Passive house
SFP	Specific Fan Power
SME	Small medium enterprise
VOC	Volatile organic compound
VSE	Very small enterprise

Sammenfatning

Denne rapport giver et overblik over passivhusløsninger i Europa. De almindeligste løsninger som er brugt i passivhuse er identificeret og nærmere beskrevet. Ydermere er typiske barrierer mod implementering af løsningerne identificeret.

Undersøgelsen af de forskellige løsninger, som er brugt i Europæiske passivhuse viser at hovedfokus er lagt på klimaskærmen, dvs. høj varmeisolation i tag, vægge, gulv og vinduer, kuldebro-frie konstruktionsdetaljer, og høj lufttæthed. Som en følge af den høje lufttæthed, er der også lagt vægt på luftkvalitet og god ventilation. Derimod er der mangel på gode systemer for kombineret rum- og vandopvarmning.

De vigtigste barrierer mod implementering af passivhuse ser ud til at være begrænset viden og en generel accept af konceptet.

1 Indledning

Den generelle definition på passivhuse som bruges i Centraleuropa er et årligt opvarmningsbehov på maksimum 15 kWh/m² gulvareal og totalt tilført primærenergi på ca 120 kWh_{primary}/m² udregnet med de forudsætninger der benyttes i PHPP beregningsprogram-met.

Under danske standardforudsætninger (f.eks. udregnet med Be06) svarer de 15 kWh/m² snarere til 8-10 kWh/m² pr. år.

For at opfylde dette kriterium, fokuseres der først og fremmest på at reducere netto energibehovet for bygningen. Derfor sættes der fokus på effektiv energiuudnyttelse. Næste prioritet er brug af passive strategier for udnnyttelse af solenergi. Sidste skridt er så udnnyttelse af vedvarende energikilder for at dække det resterende minimale energibehov.

Tabel 1 viser en oversigt over hvilke praktiske løsninger som er benyttet i passivhuse i partnerlandene. Den tilhørende passivhusstandard er også vist hvor dette er relevant.

I de følgende kapitler vil 3 kategorier af passivhusløsninger blive beskrevet: basisløsninger, almindelige løsninger, og alternative løsninger. Der vil blive givet information om nøgledata, hvor langt man er kommet mht. til brug af løsningen, forskellige barrierer og støttetiltag i de forskellige lande og hvilke hovedgrupper af aktører som har interesse i løsningerne. Dette giver en bred international oversigt over hvilke løsninger som der er behov for og hvordan de bør implementeres for at opnå passivhus-standard i de forskellige lande.

Measure/ solution	Passive House standard
1. Super Insulation	
Insulation walls	$U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Insulation roof	$U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Insulation floor	$U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Window casing, doors	$U \leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Window glazing	$U \leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Thermal bridges	linear heat coeff $\psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$
Air tightness	$n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
Minimal Shape Factor (Area TFA/ Volume TV)	
2. Heat Recovery/ IAQ	
Ventilation counter flow air to air heat exchanger	heat recovery $\eta_{HR} \geq 75 \%$
Ventilation air sub-soil heat exchanger	air outlet after sub-soil heat exchanger above frost temperature
Ventilation ducts insulated	
Other heat recovery (e.g. ventilation & DHW return pipes)	
DHW heat recovery	
DHW pipes insulated	
Minimal space heating	postheater ventilation air/ low temperature heating
Efficient small capacity heating syst.	biomass, heat pump, gas, co-generation (e.g. district heating), etc.
Air Quality through ventilation rate	min. $0,4 \text{ ach}^{-1}$ or $30 \text{ m}^3/\text{pers/h}$ or national regulation if higher
3. Passive (Solar) Gain	
Window glazing	solar energy transmittance $g \geq 50 \%$
DHW (solar) heater	
Thermal mass within envelope	
Solar orientation	
Night-time shutters	
Shading factor [%] (East & West)	
4. Electric Efficiency	
Energy labeled household appliances [Labeling A - G]	Energy reduction 50% of common practice
Hot water connections washing machines/ dishwashers	
Compact Fluorescent lighting	
Regular maintenance ventilation filters	
Direct Current motor ventilation	
Efficient fans: SFP (Specific Fan Power)	$\leq 0,45 \text{ W/(m}^3\text{/h)}$ (transported air)
5. On-site Renewables	
Wind turbine	
Photo Voltaics	
Solar thermal energy	
Biomass system	
Other	

	=basic measure/ solution
	=often applied optional measure/solution
	=other optional measure/ solution

Tabel 1 Passivhus-løsninger

2 passivhusløsninger

2.1 Varmeisolation (vægge, tag, gulv, vinduer og døre)

Beskrivelse

Isolation af klimaskærmen er det vigtigste passivhus-tiltag. Superisolation og maksimal lufttæthed reducerer varmetabet gennem klimaskærmen til et minimum. Figur 1-2 viser eksempler på isolationsløsninger som er brugt i PEP-landene.

Standard praksis vs. Passivhus-krav

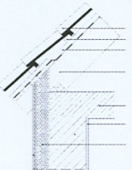
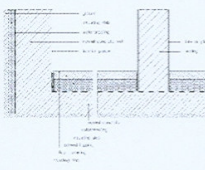
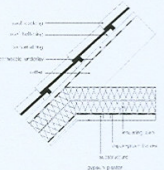
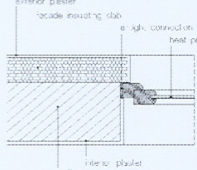
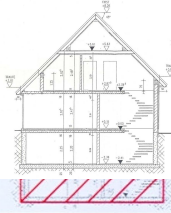
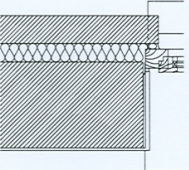
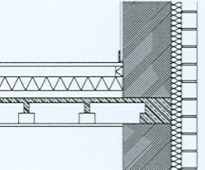
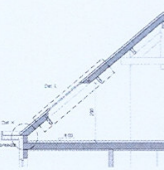
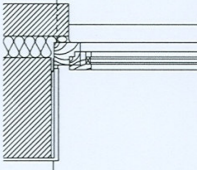
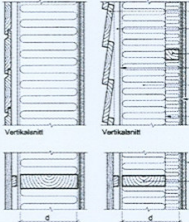
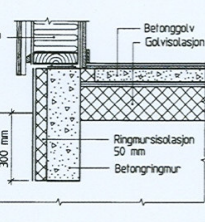
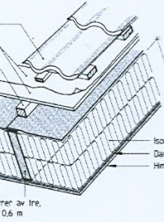
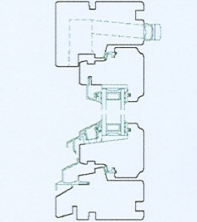
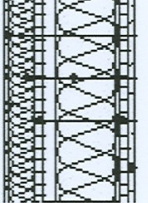
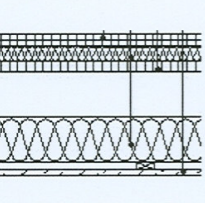
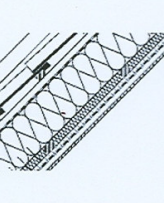
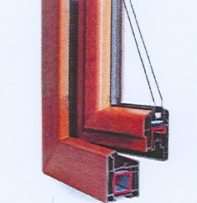
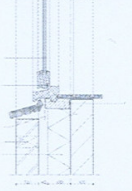
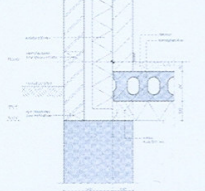
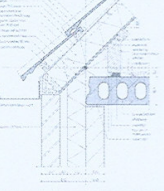
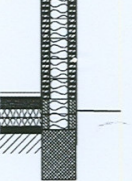
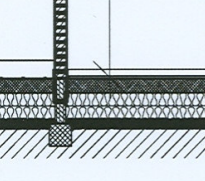
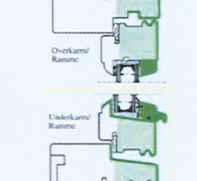
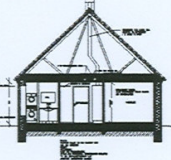
U-værdier som er brugt i passivhuse i de forskellige lande varierer fra 0.09 to 0.15 W/(m²K), se tabel næste side. Der er forskellige løsninger med hensyn til:

- Konstruktionstype: træ eller mur
- Termisk masse: tung eller let
- Type overflade: murpuds eller mursten

Disse variationer indikerer at det er muligt at finde passivhusløsninger som er tilpasset lokale forhold som tradition, tilgængelighed af komponenter, forskrifter og standarder.

	Facade Out – In	Floor	Roof	Window Out - In	Construction/ examples
Germany					
Belgium					
Norway					
Austria					
Finland					

Figur 2 Eksempler på almindelige klimaskærmskonstruktioner i de forskellige lande.

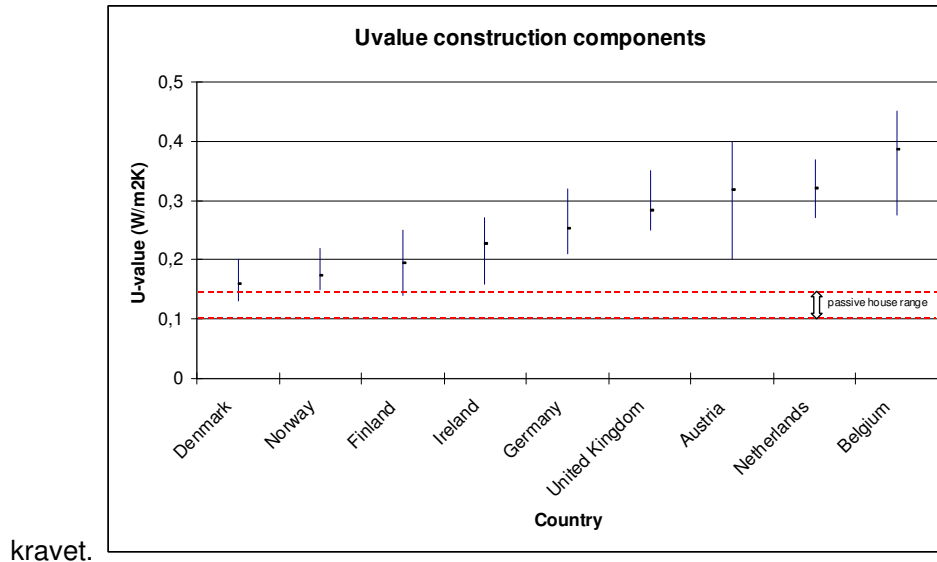
	Facade Out - In	Floor	Roof	Window Out - In	Construction/
Germany					
Belgium					
Norway					
Austria					
Netherlands					
Denmark					

Figur 3. Eksempler på almindelige isolationsdetaljer.

	Facade Out - In	Floor	Roof	Window Out - In	Construction/ examples
UK					
Ireland					

Vægge, tag og gulv

Figur 4 viser varmeisoleringsværdier brugt i de forskellige lande, set i forhold til passivhus-

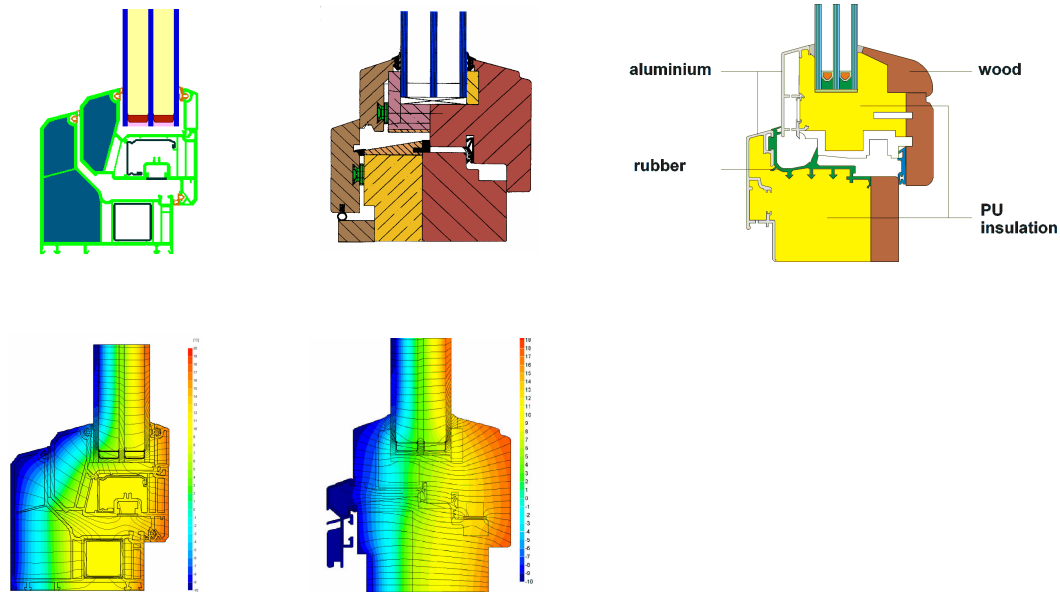


kravet.

Figur 4. Gennemsnitlige U-værdier for yderkonstruktioner (vægge, tag, gulv) i Europæiske land.

Vinduer

Vinduer med U-værdier for karm/ramme lavere end $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (figur 5) er ikke almindelige i de fleste lande. I Holland, for eksempel, er U-værdikravet for karm/ramme sat til $2,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Det er heller ikke almindeligt med 3 lag glas. Der er derfor betydelig afstand ned til passivhus-kravet på $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Figur 5: Eksempel på vindueskonstruktioner med 3-lags glas i karm/ramme med U-værdi under 0,8 W/(m²K). Kilde: Passiv Haus Institut PHI, Passiefhuis-Platform vzw

Barrierer / incitamenter

Følgende barrierer og incitamenter med hensyn til varmeisolation af klimaskærmen er blevet identificeret i deltagerlandene:

Østrig: Gode komponenter er tilgængelige

Belgien: Vanskeligt at øge tykkelsen af hulmure. Mangel på lufttætheds-standarder for vinduer og vægge.

Danmark: Mangel på gode vindueskomponenter. Tradition med hulmure, som er en barriere for at implementere passivhus-standarden.

Irland:

1. Private byggefirmaer for boliger
2. Boom i byggeindustrien
3. Mangelfuld inspektion på byggepladsen
4. Dårligt håndværk
5. Dårlig lufttæthed
6. Mangel på passivhus-komponenter på markedet.

Tyskland: Traditionen med hulmure i Nordtyskland er en barriere. Generelt er gode komponenter tilgængelige.

Holland: Traditionen med hulmure er en barriere. Mangel på gode vindueskomponenter.

Norge: Mangel på passivhus-vinduer.

UK: Kan være vanskelig i traditionelle yderkonstruktioner. Håndværkskompetence kan være en barriere. Store byggefirmaer kan modsætte sig at tage nye detaljer i brug for taget. Men komponenter er tilgængelige. Problemer med kuldebroer og utætheder i forbindelse med døre.

Traditionen med hulmure er en udfordring i mange lande. For at imødegå denne udfordring må man fokusere på gode detaljer, tilgængelighed af rigtigt dimensionerede dele, og forbedring af praksis på byggepladsen. Hvis markedsforholdene tillader det, kan alternative ydervægskonstruktioner udvikles.

Den anden hovedbarriere som er registreret i flere lande er mangel på gode vindueskomponenter (karm/ramme). Imidlertid findes sådanne komponenter tilgængelige i nogle lande (Østrig og Tyskland). Midlertidig import af komponenterne kan være en løsning.

Aktører

Aktører som kan spille en vigtig rolle i implementering af isolationsløsninger er:

Østrig: Community of Insulation Industry Austria, Gemeinschaft Dämmstoff Industrie - www.gdi.at. For liste over produkter som er certificeret iht. PHI, se PHI - www.passiv.de.

Belgien: Regionale myndigheder, isolationsproducenter, vinduesproducenter, foreninger for byggevareleverandører. som VCB, Bouwunie, CCW.

Tyskland: Gesamtverband Dämmstoffindustrie GDI, www.gdi-daemmstoffe.de

UK: Producenter af præfabrikerede elementer, isolationsproducenter, dør- og vinduesproducenter.

Holland: Isolationsproducenter, vindues/dør-producenter (Glas Branche Organisatie: www.glasnet.nl)

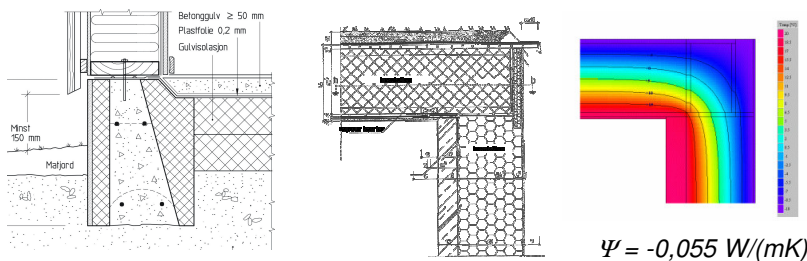
Irland: Isolationsproducenter.

Norge: Isolationsproducenter og vinduesproducenter.

2.2 Kuldebroer

Beskrivelse

En kuldebrofri konstruktion er et centralt passivhuskriterium. Den lineære kuldebroværdi må ikke være højere end $0,01 \text{ W/(mK)}$ regnet efter udvendige dimensioner. Man skal være specielt omhyggelig med udformning af overgange mellem forskellige konstruktionsdele (væg/tag, væg/gulv, væg/vindue, etc.)



Figur 6. Eksempel på konstruktionsdetaljer med lineær kuldebroværdi $\Psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$, kilder: SINTEF Byggforsk, PHI, ProKlima

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Den lineære kuldebroværdi, Ψ , varierer mellem $-0,03$ to $0,01 \text{ W/(mK)}$ i de forskellige passivhus-koncepter som er inkluderet i undersøgelsen.

Ψ -værdierne for standardkonstruktioner varierer mellem $0,03$ to $0,3$ i de forskellige lande. Lande som Tyskland og Danmark har mindre variation i værdier og ligger nærmere passivhusstandarden end lande som Holland og England.

Barrierer / incitamenter

Følgende barrierer og incitamenter er blevet registreret i relation til minimering af kuldebroer:

- | | |
|------------------|--|
| <u>Belgien:</u> | Mangel på viden og kunnen hos under-entreprenører. Mangel på gode detaljer for passivhuse. |
| <u>Danmark:</u> | Begrænset viden. |
| <u>Tyskland:</u> | Forholdsvis gode passivhusløsninger fra producenter (f.eks. Isorast, Marmorit), delvis mangel på viden hos planlæggere/arkitekter, minimumsstandard for kuldebroer er givet i forskriften, www.baudetails.info viser detaljer og ψ -værdier for renovering af ældre bygninger med passivhus-komponenter. |
| <u>Holland:</u> | Begrænset viden og begrænset ekspertise hos entreprenører og inspektører, præfabrikation kan være en løsning. |
| <u>Norge:</u> | Varierende ekspertise hos entreprenører. |

UK: Mangel på løsninger og vejledning

Irland: Begrænset viden om konstruktionsdetaljer, mangel på ekspertise hos entreprenører, dårligt håndværk.

Information og uddannelse ser ud til at være en stor udfordring i flere lande. Udformning af standardløsninger for forskellige konstruktionsdetaljer og uddannelsesmateriale for entreprenører og tilsyn kan være nyttige hjælpemidler.

Aktører

Følgende grupper af aktører er centrale i forbindelse med kuldebroer:

Belgien: Projekteringsteam (arkitekter, rådgivere, entreprenører), isolationsproducenter, fagforeninger.

UK: Arkitekter og byggefirmaer.

Holland: Designere, producenter af præfabrikerede elementer, isolationsproducenter, entreprenører.

Irland: Arkitekter, entreprenører, producenter af passivhuskomponenter.

2.3 Lufttæthed

Bekrivelse

Ved planlægning og bygning af passivhuse må man være ekstra omhyggelig med at minimere luftlækagerne gennem klimaskærmen, specielt i overgangene mellem forskellige bygningsdele, som f.eks. døre og vinduer. Lufttætheden (n_{50}) måles ved hjælp af en såkaldt "blower door test" (se Figur 7), ved at man tryksætter huset med 50Pa. Passivhus-standarden medfører krav til et luftskifte på $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$.



Figur 7 "Blower door test". Kilde: www.passivhaus.de

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Værdien for n_{50} varierer mellem 0,2 og 0,61 h^{-1} i passivhusene som er med i undersøgelsen.

Følgende værdier for lufttætheden (n_{50}) er almindelige for standardløsninger i PEP-landene:

<u>Østrig:</u>	1 h^{-1}
<u>Belgien:</u>	7.8 h^{-1} (anbefalet i national standard: 1-3 h^{-1})
<u>Danmark:</u>	2,3 h^{-1}
<u>Tyskland:</u>	1.5 to 3 h^{-1}
<u>Holland:</u>	2.32 h^{-1}
<u>Norge:</u>	2 h^{-1}
<u>UK:</u>	4 h^{-1}

Barrierer / incitamenter

Følgende barrierer/incitamenter med hensyn til lufttæthed er registreret:

<u>Belgien:</u>	Begrænset viden (entreprenør, arkitekter)
<u>Danmark:</u>	Begrænset viden.
<u>Tyskland:</u>	Antallet af "blower door"-test er voksende (der gives en beregnings-bonus hvis testen udføres).

<u>Holland:</u>	Viden hos entreprenører, mangel på kvalitetssikring på byggeplads.
<u>Norge:</u>	Varierende kvalitet hos entreprenører.
<u>UK:</u>	Mangel på kvalitetssikring på byggeplads, samt mangel på fokus på lufttæthed i planlægning.
<u>Irland:</u>	Dårligt håndværk, mangel på kvalitetssikring på byggepladsen, mangel på viden om udformning af konstruktionsdetaljer. Ikke krav til testning af lufttæthed.

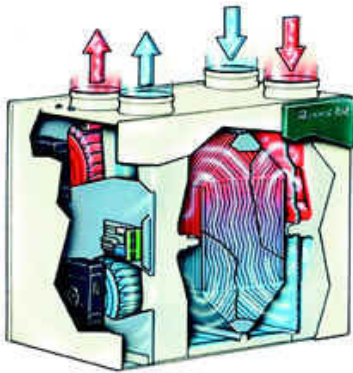
Information og oplæring ser ud til at være en udfordring i flere land. Lufttætheden kan forbedres gennem standardisering af detaljer, oplæringsmateriale for entreprenører, og inspektion på byggepladsen.

Aktører

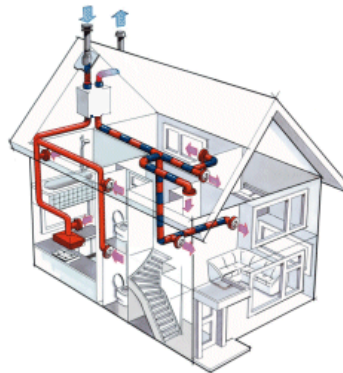
Følgende grupper af aktører er centrale i forbindelse med lufttæthed:

<u>Østrig:</u>	Firmaer som udfører lufttætheds-målinger.
<u>Belgien:</u>	Firmaer som udfører lufttætheds-målinger, entreprenører
<u>UK:</u>	Entreprenører, arkitekter
<u>Irland:</u>	Firmaer som udfører lufttætheds-målinger.

2.4 Varmegenvinding af ventilationsluft



Figur 8 Varmegenvinder,
kilde:
www.energiebureau limburg.nl



Figur 9 Balansert ventiltion,
kilde: Informatiepunt Duurzaam
Bouwen www.ipdubo.nl



Figur 10 Varmegenvinder,
kilde: PHI

Beskrivelse

Varmegenvinding af ventilationsluft kan benyttes i mekaniske ventilationsanlæg, dvs. balanceret ventilation eller aftræksventilation. Dette tiltag er afgørende for at opfylde passivhusstandarden. Det vigtigste elementet i et sådant system er selve varmegenvinderen, men også udformning af ventilationskanaler og varmeisolering af kanalnettet er vigtig. På grund af det lave opvarmningsbehov til passivhuse, kan ventilationssystemet bruges til at varme huset op. En anden mulighed for opvarmning af passivhuse er at bruge et lavtemperatur distributionssystem (radiatorer, vandbåren gulvvarme) og centralfyring. Alternativt kan elektrisk opvarmning benyttes.

Standard praksis vs Passivhus-krav

Varmegenvinding af ventilationsluft kan kun benyttes i mekaniske ventilationsanlæg. Det er vigtigt at man sørger for regelmæssig rengøring/udskiftning af filtre. Dette er specielt vigtigt i lande hvor man ikke har haft tradition for denne type anlæg, og hvor beboerne ikke er klar over dette behov sådan at konsekvensen bliver forringet luftkvalitet. (Endvidere vil regelmæssig vedligehold/udskiftning af filteret også forbedre ventilatoreffektiviteten). I de registrerede passivhus-eksempler i PEP-landene varierer varmegenvindingsgraden mellem 75% - 90%.

I nogle få lande, som f.eks. Tyskland, er varmegenvinding af ventilationsluft et forholdsvis sjældent tiltag. Men i de fleste lande er sådanne systemer almindelige. Varmegenvindingseffektiviteten varierer mellem 65 og 90 procent. Som vist nedenfor, er passivhus-kravet til varmegenvinding allerede almindelig praksis i mange land, og i de fleste land er teknologien let tilgængelig.

Østrig: $\geq 75\%$ varmegenvinding

<u>Belgien:</u>	Ventilation af bygninger ikke påkrævet før 2006 (naturlig eller mekanisk), 90% varmegenvinding er tilgængelig
<u>Danmark:</u>	>65% varmegenvinding
<u>Holland:</u>	Eksisterende huse har almindeligvis naturlig ventilation eller mekanisk aftræk. Varmegenvinding op til 95% er tilgængelig.
<u>Norge:</u>	Naturlig eller mekanisk aftræk er standard, men varmegenvinding på 75% er tilgængelig.
<u>Tyskland:</u>	>75% varmegenvinding er tilgængelig, men naturlig ventilation er almindelig praksis.
<u>UK:</u>	Naturlig ventilation er standard, men mekaniske ventilationsanlæg med >76% genvinding er tilgængelig.
<u>Irland:</u>	De fleste nye huse har naturlig ventilation med mekanisk aftræk i køkken og bad. Højeffektive varmegenvindingssystemer er tilgængelige.

Barrierer / incitamenter

Følgende barrierer/incitamenter med hensyn til varmegenvinding er registreret:

<u>Østrig:</u>	Gode komponenter er tilgængelige.
<u>Belgien:</u>	Gode komponenter er tilgængelige. Mangel på installatører. Mangel på kvalitetssikringsprocedurer (regulering af luftmængder, almindeligvis ingen bruger-manual, installation i støvede omgivelser, fejldimensionering, etc).
<u>UK:</u>	Ingen barrierer.
<u>Holland:</u>	Nye byggeforskrifter vil sandsynligvis fremme brugen af varmegenvindingssystemer. Men der er behov for vedligeholdelsesaftaler som sikrer regelmæssig udskiftning af luftfiltre. Balancerede ventilationssystemer kan få et negativt rygte hvis det viser sig at de fører til dårlig luftkvalitet.
<u>Norge:</u>	Nye byggeforskrifter vil sandsynligvis fremme brugen af varmegenvindingssystemer.
<u>Irland:</u>	Høj-effektive varmegenvindingssystemer er kun tilgængelige ved import. Ingen incitamenter i byggeforskrifter. Naturlig ventilation med mekanisk aftræk fra bad og køkken er standard.

Det er ingen betydelige barrierer mod indføring af varmegenvinding af ventilationsluft i passivhuse i PEP-landene.

Aktører

Følgende grupper af aktører er centrale i forbindelse med implementering af systemer for varmegenvinding af ventilationsluft:

<u>Østrig:</u>	Producenter af certificerede produkter, se www.passiv.de .
<u>Belgien:</u>	Producenter og installatører af VVS-systemer. Brancheorganisationer.
<u>Holland:</u>	Producenter af varmegenvindingssystemer (www.stichtinghrv.nl), installatører.
<u>UK:</u>	VVS-producenter/installatører.
<u>Norge:</u>	Leverandører af varmegenvindingssystemer.
<u>Irland:</u>	Leverandører og installatører af varmegenvindingssystemer.

2.5 Isolering af ventilationskanaler og vandrør.

Beskrivelse

For at minimere varmetabet, er det et passivhuskrav at isolere ventilationskanaler og vandrør.

Standard praksis vs Passivhus-krav

Produkter for isolering af kanaler og rør er let tilgængelige i alle landene. Isolationstykkelsen i de registrerede passivhus-eksempler varierer fra >6 cm - >10 cm for kanaler og ca en faktor på 0,5 af diameteren for vandrør.



Figur 11 Isolerte kanaler, kilde: PHI

Isolation af rør og kanaler er almindelig i ca. halvdelen af landene. I den anden halvdel er dette "best practice". Barriererne mod implementering af dette tiltag i passivhuse er imidlertid små.

Barrierer / incitamenter

Der er ingen nævneværdige barrierer mod implementering af passivhuskravet til rørinsulation. Implementering af dette tiltag kræver lidt omtanke i udførelse, men der kræves ingen komplekse komponenter eller speciel fagviden.

Aktører

De vigtigste aktører er installatører/entreprenører og leverandører af VVS-komponenter.

2.6 Opvarmningssystemer

Beskrivelse

For at opretholde et komfortabelt indeklima i et passivhus, er et kun nødvendigt med en lille opvarmningskilde. Flere alternative løsninger er mulige, for eksempel eftervarmning af ventilationsluft, et lille radiatoranlæg eller et par el-radiatorer.

Standard praksis vs passivhus-krav

Løsninger som er brugt i passivhus-eksemplerne i PEP-landene er: varmepumper baseret på jordvarme & solfangere kombineret med vandbåren gulvvarme, små biobrændsels-anlæg og solvarmeanlæg kombineret med lavtemperatur vægvarme, solfangere kombineret med gas-brændere koblet til en varmeveksler i ventilationssystemet, fjernvarme og solvarme til kombineret rum- og ventilationsopvarmning.

Følgende opvarmningssystemer er standard praksis i PEP-landene:

<u>Østrig:</u>	Træpillekedel med solfangere for lavtemperatur gulv- og vægvarme.
<u>Belgien:</u>	Centralvarmeanlæg med gas-kedel og termostattyrede radiatorer.
<u>Danmark:</u>	Fjernvarme, centralfyr med gas eller olie, vandbaseret varmedistribution, termostattyret gulvvarme eller radiatorer.
<u>Tyskland:</u>	Centralvarme med gas-kedel og termostattyrede radiatorer.
<u>Holland:</u>	Centralvarme med gas-kedel og termostattyrede radiatorer.
<u>Norge:</u>	Termostattyrede elektriske el-radiatorer.
<u>UK:</u>	Centralvarme med gas-kedel.
<u>Irland:</u>	Centralvarme med olie-kedel og termostattyrede radiatorer.

Barrierer / incitamenter

Følgende barrierer/incitamenter med hensyn til energiforsynings-systemer er registreret:

<u>Østrig:</u>	Gode varmepumpekomponenter er tilgængelige, men det er stadigvæk nødvendigt at finde/udvikle egnede koncepter baseret på vedvarende energi for lave energibehov. Alternativer til de kompakte varmepumpesystemer må udvikles. AEE Intec er i færd med at undersøge potentialet for løsninger baseret på direkte-opvarmningskoncepter kombineret med solvarme og biomasse. Østrig er på verdensplan ledende i at bruge solvarmesystemer til rum- og vandopvarmning. Kvaliteten på produkterne er høj, men der er mangel på god planlægning og installationskompetence for store systemer. Systemer til varmtvandsopvarmning i enfamilieboliger er standard og af høj kvalitet med "plug-and-play" installation.
----------------	--

<u>Belgien:</u>	Komponenter er tilgængelige. Bygherrer frygter at der bliver behov for ekstra opvarmning og køling. Installatører holder sig til standard praksis og overdimensionerer anlæggene.
<u>Tyskland:</u>	Der er få tekniske barrierer i Tyskland.
<u>Danmark:</u>	Der er tilslutningspligt til fjernvarme, men der bliver formentlig dispensation for lavenergihuse i det nye bygningsreglement.
<u>Holland:</u>	Garantiprogram som kræver en vis opvarmningseffekt, kan være en barriere..
<u>Norge:</u>	Mangel på rimelige systemer; små biomasse-brændere, små vandbårne systemer, små varmepumpesystemer til vandopvarmning. Kun få leverandører af solvarmesystemer. Restriktiv fjernvarmepolitik (tilslutningspligt) forhindrer udvikling af alternative systemer. Den nye energimærkeordning kan virke som et incitament.
<u>UK:</u>	Håndværkskvalitet og høje investeringsomkostninger kan være barrierer.
<u>Irland:</u>	Solvarmesystemer er kostbare. Varmepumpesystemer og lavtemperatur gulvvarme er i færd med at blive mere almindelig. Det findes en irsk producent af træpilleovne.

Aktører

Følgende grupper af aktører er centrale i forbindelse med implementering af energiforsynings-systemer til passivhuse:

<u>Østrig:</u>	Liste over producenter som har certificerede produkter findes på www.passiv.de .
<u>Belgien:</u>	Medierne
<u>Holland:</u>	Producenter
<u>UK:</u>	Producenter, installatører
<u>Irland:</u>	Producenter, installatører.

2.7 God luftkvalitet ved ventilation

Beskrivelse

God luftkvalitet er afgørende for trivsel og helse til beboerne. Mængden af friskluft som tilføres boligen er afgørende for luftkvaliteten. Friskluften erstatter "brugtluften" som indeholder biologiske forureninger, fugtighed, flygtige organiske forbindelser (VOCs) som slippes ud fra byggematerialer, tæpper, møbler, o.l. På grund af den ekstreme tæthed i passivhuse, må man være specielt omhyggelig med at få god ventilation. Ydermere må man være opmærksom på at begrænse støj fra ventilationssystemet.



Figur 12 Regelmæssig rengøring/udskifting af filtre er vigtig for luftkvaliteten. Kilde: AEE Institut für Nachhaltige Technologien

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Passivhuskravet for luftskifte er $\geq 0,4 \text{ h}^{-1}$ eller $30 \text{ m}^3/\text{pers}/\text{time}$. Hvis det nationale krav er højere end passivhuskravet, vil det medføre et større varmetab, som må kompenseres på andre måder. I passivhus-eksemplerne som blev registreret i de forskellige PEP-lande varierede luftskiftet fra $0,22 - 0,69 \text{ h}^{-1}$. Standard praksis er som følger:

Østrig: $\geq 0,4 \text{ oms}/\text{time}$ eller $30 \text{ m}^3/\text{pers}/\text{time}$

Belgien: $\geq 0,4 \text{ oms}/\text{time}$ eller $30 \text{ m}^3/\text{pers}/\text{time}$

Danmark: $\sim 0,5 \text{ oms}/\text{time}$

Tyskland: $\sim 0,5 \text{ oms}/\text{time}$

Holland: $\sim 0,9 \text{ oms}/\text{time}$

Norge: $\sim 0,5 \text{ oms}/\text{time}$

UK: $\sim 0,61 \text{ oms}/\text{time}$

Irland: Anbefalet i byggeforskrifter:

- ventilationsåbning som giver en baggrundsventilation med et areal større end 6500 mm^2 , og

- ventilationsåbning som giver høj ventilation med et totalt areal på mindst $1/20$ af gulvarealet

For mekanisk ventilation: 30 l/s mekanisk aftræk fra køkken og bryggers; 15 l/s for baderum.

Barrierer / incitamenter

Ingen specielle barrierer er fundet.

Imidlertid, pga. passivhus har meget høj lufttæthed, er tilstrækkelig ventilation endnu vigtigere end i almindelige huse. Man må derfor være specielt omhyggelig med at man opnår den påkrævede ventilationsluftmængde.

Aktører

Følgende grupper af aktører er centrale i forbindelse med at sørge for rigtig luftkvalitet ved ventilation:

Belgien: Installatører, byggefirmaer

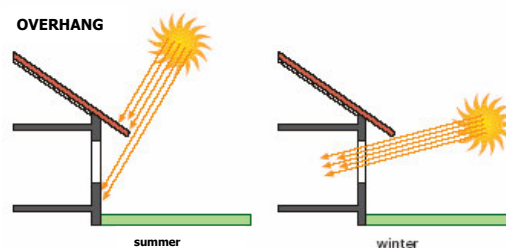
Holland: Byggefirmaer (www.neprom.nl), producenter (www.stichtinghrv.nl), bygningsinspektører, beboere.

Norge: Leverandører, installatører, brancheorganisationer.

2.8 Vinduer og passiv solvarme

Beskrivelse

Udnyttelse af passiv solvarme spiller en mindre rolle i passivhuse end i normale hus. Dette er fordi huset er så godt isoleret at der kun er behov for opvarmning midt om vinteren, hvor der kun er lidt sol. Alligevel bør man vælge, placere og orientere vinduer på en sådan måde at man udnytter den solvarme som er tilgængelig. Endnu vigtigere er det at sørge for tilstrækkelig solafskærmning om sommeren for at undgå overophedning. Dette kan gøres ved tagudhæng el.l. over vinduerne, men disse må ikke være så dybe at de afskærmer værdifuldt dagslys..



F
 igur 13. I Central-Europa bruger man ofte tagudhæng el.l. som solafskærmning.
 Kilde: Novem, 2000, "De zon in stedenbouw en architectuur".

Selv på sydvendte vinduer er det vigtigere at have god varmeisolering end høj solfaktor. Men for en givet U-værdi, bør man vælge det glas som giver højest solfaktor.

Standard praksis vs. Passivhus-krav

I passivhus-eksemplerne som er registreret i de forskellige PEP-lande, varierer solfaktoren fra 45% og opover.

Standard-værdier for solfaktorer i de forskellige lande er:

<u>Østrig:</u>	>50%
<u>Belgien:</u>	60-70%
<u>Tyskland:</u>	58%
<u>Holland:</u>	60-70%
<u>Norge:</u>	60-70%
<u>UK:</u>	>50%
<u>Irland</u>	>50%

Passivhuskravet (>50%) er generelt opnået i standard praksis. Imidlertid er det ikke generelt

opnået for lave U-værdier (tre lags ruder med lavemissionsbelægning).

Barrierer / incitamenter

Følgende barrierer/incitamenter med hensyn til vinduer/passiv solvarme er registreret:

- Belgien: Entreprenører er ikke vant til at håndtere tunge tre lags vinduer. Dette kræver ekstra bemanning eller løfte-indretninger. Vinduesglasset bliver som regel installeret efter at karm/ramme er sat ind.
- UK: Lokale forhold kan begrænse mulighederne for at orientere bygningen mod syd. Sydlig orientering er imidlertid anbefalet i byggeforskrifterne.
- Irland: Alle tre lags vinduer må importeres, eftersom det ikke findes nogen producent i Irland.

Aktører

Følgende grupper af aktører er identificeret som centrale i forbindelse med at sørge for valg og placering af vinduer med tanke på passiv solvarme:

- Belgien: Planlæggere, arkitekter, producenter af vinduer og glas.
- UK: Planlæggere og byggefirmaer
- Holland: Arkitekter, planlæggere, vinduesleverandører (Glas Branche Organisatie: www.glasnet.nl).
- Irland: Planlæggere, arkitekter, byggefirmaer

2.9 Opvarmning af brugsvand (med solvarme)

Beskrivelse

Som alle andre bygninger, må et passivhus have et system til opvarmning af brugsvand. I et passivhus bliver systemet til varmtvandsopvarmning som regel kombineret med rumopvarmnings-systemet. Systemerne for varmtvandsopvarmning som blev registreret i PEP-projektet, var baseret på solvarme og havde ofte også flere forskellige opvarmningskilder.

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Løsningerne som blev registreret i PEP-eksemplerne er: varmepumpesystemer baseret på jordvarme & solvarmeanlæg (1-2 m² solfangerareal per person) og/eller gas-kedler; små bio-kedler & solfangere; sol/gas-drevet kombinationskedel; vandlager forsynet af solfangere og/eller fjernvarme.

Almindelig standard for opvarmning af varmtvand i PEP-landene er som følger:

<u>Østrig:</u>	Træpille-kedel med solfangere, kombineret med rumopvarmning.
<u>Belgien:</u>	Kombi-kedel baseret på gas, kombineret med rumopvarmning.
<u>Danmark:</u>	Fjernvarme, naturgas eller olie-kedel, kombineret med rumopvarmning.
<u>Tyskland:</u>	Gas-kedel på varmtvandstank i kombination med rumopvarmning
<u>Holland:</u>	Gas-kedel i kombination med rum-opvarmning.
<u>Norge:</u>	Elektrisk varmtvandstank.
<u>UK:</u>	Gas-kedel.
<u>Irland:</u>	Træpille-kedel med solfangere, i kombination med rumopvarmning.

Barrierer / incitamenter

Barrierer og incitamenter som er blevet identificeret med hensyn til effektiv varmtvandsopvarmning er som følger:

<u>Østrig:</u>	Gode varmepumpe-komponenter er tilgængelige, men det er stadigvæk nødvendigt at udvikle egnede koncepter baseret på vedvarende energi til små opvarmningsbehov. Alternativer til den kompakte varmepumpe-enhed må udvikles. Østrig er verdensførende i at bruge solvarmesystemer til rum- og vandopvarmning. Kvaliteten på produkterne er høj, men der er mangel på god planlægning og installationskompetence for store systemer. Systemer for varmtvandsopvarmning i enfamilieboliger er standard og af høj kvalitet med "plug-and-play" installation.
<u>Belgien:</u>	Certificeringsordning for solvarmesystemer (Belsolar). Varmtvandstemperatur sættes højt for at undgå legionella. Mangel på erfaring med varmegenvinding fra gråt spildevand.
<u>Tyskland:</u>	Der er stort set ingen tekniske barrierer i Tyskland.
<u>Danmark:</u>	Tilslutningspligt for fjernvarme, men nye byggeforskrifter kan give mulighed for fritagelse.
<u>Holland:</u>	Begrænset tilgængelighed af kompakte enheder for varmtvandsopvarmning og små varmepumper.
<u>Norge:</u>	Barrierer: Mangel på rimelige små bio-brændere og varmepumpesystemer, kun nogle få leverandører af solvarmesystemer. Incitamenter: Den nye energimærkningsordning.
<u>UK:</u>	Solfangeranlæg for varmtvandsopvarmning er ikke almindelige, men er meget kosteffektive og tilgængelige over hele UK.
<u>Irland:</u>	Et bredt udvalg af solvarmesystemer er tilgængelige, men der er mangel på oplæring og certificering af installatører. Der findes ingen finansieringsordning.

ger for solvarmeanlæg.

Aktører

Aktører som kan spille en vigtig rolle i at frembringe effektive systemer for vandopvarmning i passivhuse er:

Østrig: Austrian Association for promoting Solar thermal energy www.austriasolar.at

Belgien: S sammenslutninger som Belsolar, ODE-Vlaanderen, IDEG

Holland: Producenter

UK: Installatører og producenter af varmepumper, solfangeranlæg. Kommunale udviklingsselskaber, store byggefirmaer.

Irland: Den irske solvarmeforening, installatører.

Norge: Producenter og leverandører.

2.10 Energieffektivt udstyr og belysning

Beskrivelse

Når det gælder energieffektivt udstyr og belysning, står der følgende i en rapport fra EU-kommissionen:

*“The energy demand in **households accounts for 25% of the final energy needs** in the EU. Electricity used for **domestic appliances in households show the sharpest increase**. Higher standards of living and comfort, multiple purchases of electric appliances and the growing need for air-conditioning are main reasons for this trend to prevail. Energy consumption by consumer electronics and new media as Internet is also steadily growing.”*

Energieffektivitet er et grundlæggende princip i passivhus-konceptet, men på trods af dette er energieffektivt udstyr og belysning valgfrit. Som antydnet ovenfor, udgør husholdningsudstyr en stor andel af energiforbruget. Indføring af krav til energieffektivt udstyr vil derfor have stor indvirkning på energiforbruget til husholdninger. Imidlertid er husholdningsudstyr ikke nødvendigvis betragtet som en del af huset, hvilket betyder at de som projekterer og bygger huset ikke har kontrol over hvad slags udstyr som bliver brugt. I nogle lande bliver boligerne udstyret med vaskemaskine og fuldt køkkenudstyr, i andre tilfælde er husholdningsudstyr ikke inkluderet.

For at påvirke effektiviteten af husholdningsudstyr og belysning har EU indført to typer af incitamenter:

- **EU labelling schemes:** Seen that the market of household appliances such as washing machines, dishwasher, oven, air-conditioning systems etc. are highly visible to the consumer, the intention is to increase consumer's awareness on the real energy use of household appliances through a liable and clear labelling in their sales points.

These labelling schemes are applicable to: Household electric refrigerators, freezers and their combination; Electric ovens; Air-conditioners; Lamps; Dishwashers; Combined washers-driers; Electric tumble driers; Washing machines; Household Appliances.

- **Minimum Efficiency Requirements:** Compulsory minimum efficiency requirements will encourage producers of household appliances to improve the product design in view to lower the energy consumption at their use.

These efficiency requirements are applicable to: Fluorescent lighting; Household electric refrigerators, freezers and combinations; Hot-water boilers.

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Baseret på resultater fra CEPHEUS-projektet, har passivhus-standarden et krav til energieffektivitet på hvidevarer som svarer til en reduktion på 50% i forhold til almindelig praksis.

Standardværdier for energieffektivt udstyr er som følger:

Østrig: A/B mærket udstyr og belysning anbefales.

Belgien: Udstyr ikke specificeret

Danmark: Udstyr ikke specificeret

Tyskland: Udstyr ikke specificeret

Holland: Udstyr ikke specificeret

Norge: Udstyr ikke specificeret

UK: A/B-mærket udstyr er mest almindelig hvis det er specificeret. Ca. 30% lav-energi-belysning kræves af bygningsmyndighederne.

Irland: A og B mærkede hvidevarer er almindelig.

Barrierer / incitamenter

Incitamenter som er blevet identificeret med hensyn til indføring af energieffektivt udstyr og belysning er som følger.

UK: Lavere end D-mærket udstyr er generelt ikke længere tilgængelig.

Norge: Den nye energimærkningsordning vil sandsynligvis virke som et incitament.

Generelt set er manglen på kontrol over hvad slags hvidevarer og belysning som bruges i boligen, en barriere. Dette er beskrevet nærmere i et tidligere afsnit.

Aktører

Vigtige aktører som er identificeret:

Belgien: Bygningsejere, Groen Licht Vlaanderen

UK: Husholdninger.

Holland: Producenter af elektrisk udstyr og belysning, beboere.

Norge: Leverandører af udstyr.

Irland: Husbyggere, ejere.

2.11 Sammenfatning

Analysen af passivhusløsninger i PEP-landene viser at følgende tiltag har høj prioritet: isolering af tag, vægge og gulv, kuldebroer, og lufttæthed. Som følge af de høje krav til lufttæthed, må man være specielt påpasselig med at sikre god luftkvalitet gennem ventilation. Til slut kræves der fokus på udvikling og installation af effektive (semi-solbaserede) opvarmningssystemer for rum- og vandopvarmning.

3 Vejen frem

Følgende områder er blevet identificeret af PEP-partnere som vigtige at fokusere på ved implementering af passivhuse:

- Certificering og kontrol
- Beregning af buffer-zoner
- Mobil og/eller transparent solafskærmning
- Standard reduktions-koefficienter for ikke-certificerede komponenter
- Afskygnings-faktorer for tilliggende bygninger
- Kosteffektivitet

De almindeligst rapporterede barrierer i PEP-landene er: begrænset viden, begrænset ekspertise i udførende led, og generel accept af passivhus-konceptet i markedet. Dette betyder at man må gøre indsats i at udbrede praktisk information og løsninger i byggebranchen, oplæring af ingeniører, håndværkere og entreprenører, samt kommunikation om passivhuskonceptet i markedet.

Mere information:

Belgien

www.apere.org

www.cedubo.be

www.ode.be

www.passiefhuisplatform.be

Danmark

www.altompassivhuse.dk (portal med yderligere links til danske hjemmesider)

Tyskland

www.ig-passivhaus.de

www.passiv.de

www.passivhaustagung.de

www.proklima-hannover.de

Irland

<http://www.sei.ie>

<http://erg.ucd.ie>

Holland

www.sinternovem.nl

<http://www.dubo-centrum.nl/>

Norge

www.lavenergiboliger.no

www..sintef.no/lavenergiboliger

www.passiv.no

England

www.passivhaus.org.uk

Referencer

Feist, W., Peper, S., Görg, M., CEPHEUS Project information No. 38: Final Public Report, Darmstadt July 2001.

Feist, W., Pfluger, R., Kaufmann, B., Schnieders, J., Kah, O., Passive House Planning Package 2004, Darmstadt 2004.

http://europa.eu.int/comm/energy/demand/legislation/domestic_en.htm

Novem, 2000, "De zon in stedenbouw en architectuur"

<http://www.passiefhuisplatform.be>

<http://www.maisonpassive.be>

<http://www.passivehouse.be>

Proceedings of the Benelux Passive House Symposium 2005, Aalst, Belgien

La Maison Passive. Introduction pour les architectes et les futures maîtres d'ouvrage. Ed. PHP & La Cambre Architecture, Berchem, 2005

Proceedings of PHS 2004 2nd Benelux Passive House Symposium, Gent, Belgien, Ed. PHP, Berchem

PHPP 2003 Benelux – instrument voor de kwaliteitsbewaking van passiefhuizen, Ed. PHP, Berchem

Proceedings of PHS 2003 1st Benelux Passive House Symposium, Turnhout, Belgien, Ed. PHP, Berchem

Mlecnik Erwin, 19 november 2005: seminarie op Architecture & Energie 2050, Brussel

Cobbaert Bart, 21-23 september 2005: airtightness of low energy buildings op AIVC conference, Brussel

Cobbaert Bart, 'Certificatiesysteem voor passiefhuizen', Benelux Passive House Symposium 2005, October 21, 2005, Aalst, Belgien.

Mlecnik Erwin, 'Passiefhuizen: energiebesparingspotentieel en klimaatkans voor de bouwsector', Benelux Passive House Symposium 2005, October 21, 2005, Aalst, Belgien.

Cobbaert Bart, 'Airtightness in low energy buildings', AIVC conference 2005, Brussels, Belgien

Mlecnik Erwin, 'Developing an indigenous market for passive solar houses', See the Light 2005, Galway, Irland

Mlecnik Erwin, 'Passive House Projects in Belgien', 9e internationale Passivhaustagung April 29-30, 2005, Ludwigshafen, Duitsland

Cobbaert Bart, 'PHPP: instrument voor de kwaliteitsbewaking van passiefhuizen', 2nd Benelux Passive House Symposium PHS 2004, October 22, 2004, Gent, Belgien. (proc. 73-88)

Mlecnik Erwin, 'Kwaliteitsbewaking van passiefhuizen en energiezuinige woningen', 2nd Benelux Passive House Symposium PHS 2004, October 22, 2004, Gent, Belgien. (proc. 133-147)

Mlecnik Erwin, 'Stand van zaken passiefhuizen', 2nd Benelux Passive House Symposium PHS 2004, October 22, 2004, Gent, Belgien. (proc. 2-14)

Mlecnik Erwin, 'Demand and supply solutions for more passive buildings: implementation of PHP', 21th conference on Passive and Low energy Architecture PLEA 2004, September 19-22, 2004, Eindhoven, Holland

Mlecnik Erwin, 'The Success of the Passive House in Belgien', 8e Europäische Passivhaustagung EPHT 2004, April 16-18, 2004, Krems a.d. Donau, Oostenrijk (proc. 585-589)

Mlecnik Erwin, 'Passive House Platform: 1 year later', 1st Benelux Passive House Symposium PHS 2003, October 24, 2003, Turnhout, Belgien. (proc. 161-179)

Cobbaert Bart, 'Living Today: ontwerp en realisatie van luchtdichtheid', 1st Benelux Passive House Symposium PHS 2003, October 24, 2003, Turnhout, Belgien. (proc. 106-120)

Mlecnik Erwin, 'PHP: towards radical energy reduction in Flemish buildings', 7e Internationale Passivhaustagung, February 21-22, 2003 Hamburg, Duitsland (proc. 271-274)