PEP

Promotion of European Passive Houses

Arbeidsrapport 1.2 Passivhusløsninger

Isolda Strom

Loes Joosten

Chiel Boonstra

Inger Andresen

Dato: 29-02-2006

Distribusjon: Åpen

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

PEP-prosjektet består av følgende deltakere:

Energy research Center of the Nederland	ECN		Nederland	Koordinator
Arbeitsgeneinschaft ERNEUERBARE ENERGIE Institute for Sustainable Technologies	AAE INTEC		Østerrike	Deltaker
Building Research Establishment	BRE		England	Deltaker
DHV Building and Industry	DHV		Nederland	Deltaker
Ellehauge & Kildemose	EK		Danmark	Deltaker
National University of Irland	NUID		Irland	Deltaker
Passiefhuis-Platform	PHP		Belgia	Deltaker
proKlima	ProKlima		Tyskland	Deltaker
Passiv Hause Institut	PHI		Tyskland	Sub-kontraktor til DHV
Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges Tekniske Høgskole	SINTEF		Norge	Deltaker
Technical research Centre of Finland	VTT		Finnland	Deltaker

Innhold

INNHOLD **3**

REFERANSER **4**

AKRONYMER OG FORKORTELSER **6**

SAMMENDRAG **6**

1 INNLEDNING **7**

2 PASSIVHUS-LØSNINGER **9**

2.1 VARMEISOLASJON (VEGGER, TAK, GULV, VINDUER OG DØRER) 9
2.2 KULDEBROER 16
2.3 LUFT-TETTHET 18
2.4 VARMEGJENVINNING AV VENTILASJONSLUFT 20
2.5 ISOLERING AV VENTILASJONSKANALER OG VANNRØR. 22
2.6 OPPVARMINGSSYSTEMER 23
2.7 GOD LUFTKVALITET GJENNOM VENTILASJON 25
2.8 VINDUER OG PASSIV SOLVARME 27
2.9 OPPVARMING AV FORBRUKSVANN (MED SOLENERGI) 28
2.10 ENERGIEFFEKTIVT UTSTYR OG BELYSNING 30
2.11 SAMMENDRAG 33

3 VEIEN VIDERE **34**

MER INFORMASJON: **35**

Referanser

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, Belgia

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

Proceedings of PHS 2004 2nd Benelux Passive House Symposium, Gent, Belgia, 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, Belgia, 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, Belgia.

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

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

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

Mlecnik Erwin, 'Passive House Projects in Belgia', 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, Belgia. (proc. 73-88)

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

147)

Mlecnik Erwin, ‘Stand van zaken passiefhuizen’, 2nd Benelux Passive House Symposium PHS 2004, October 22, 2004, Gent, Belgia. (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, Nederland

Mlecnik Erwin, ‘The Success of the Passive House in Belgia’, 8e Europäische Passivhaustagung EPHT 2004, April16-18, 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, Belgia. (proc. 161-179)

Cobbaert Bart, ‘Living Today: ontwerp en realisatie van luchtdichtheid’, 1st Benelux Passive House Symposium PHS 2003, October 24, 2003, Turnhout, Belgia. (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)

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

Sammendrag

Denne rapporten gir et overblikk over passivhusløsninger i Europa. De vanligste løsningene som er brukt i passivhus er identifisert og nærmere beskrevet. I tillegg er typiske barrierer mot implementering av løsningene identifisert.

Undersøkelsen av de ulike løsningene som er brukt i Europeiske passivhus viser at hovedfokus er lagt vekt på bygningskroppen, dvs. høy varmeislasjon i tak, vegger, gulv og vinduer, kuldebro-frie konstruksjonsdetaljer, og høy luft-tetthet. Som en følge av den høye luftettheten, er det også lagt vekt på luftkvalitet og god ventilasjon. Gode systemer for kombinert rom- og vannopvarming er en mangelvare i noen land.

De viktigste barrierene mot implementering av passivhus ser ut til å være begrenset kunnskap og en generell aksept av konseptet.

Measure/ solution	*Passive House standard*
1. Super Insulation	
Insulation walls	U ≤ 0,15 W/(m²K)
Insulation roof	U ≤ 0,15 W/(m2K)
Insulation floor	U ≤ 0,15 W/(m2K)
Window casing, doors	U ≤ 0,8 W/(m2K)
Window glazing	U ≤ 0,8 W/(m2K)
Thermal bridges	linear heat coeff ψ ≤ 0,01W/(mK)
Air tightness	n50 ≤ 0,6 h-1
Minimal Shape Factor (Area TFA/ Volume TV)	
2. Heat Recovery/ IAQ	
Ventilation counter flow air to air heat exchanger	heat recovery ηHR ≥ 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 ach^{-1} or 30 m^3/pers/h or national regulation if higher
3. Passive (Solar) Gain	
Window glazing	solar energy transmittance g ≥ 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)	≤ 0,45 W/(m3/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

. Tabell 1 Passivhus-løsninger

1 Innledning

Den generelle definisjonen av passivhus som brukes i sentral-Europa er et oppvarmingsbehov på maksimum 15 kWh/m^2 golvareal og totalt tilført primærenergi på ca 120 kWh$_{primary}$/m^2 .

For å oppfylle dette kriteriet, fokuseres det først og fremst på å redusere netto energibehov for bygningen. Følgelig settes det fokus på effektiv energibruk. Neste prioritet er bruk av passive strategier for utnyttelse av solenergi. Siste skritt er så utnyttelse av lokale fornybare energikilder for å dekke det resterende minimale energi-behovet.

Tabell 1 viser en oversikt over hvilke praktiske løsninger som er benyttet i passivhus i partner-landene. Den tilhørende passivhus-standarden er også oppgitt der dette er relevant.

I de følgende kapitler vil 3 kategorier av passivhusløsninger bli beskrevet: basisløsninger, vanlige løsninger, og opsjonsløsninger. Det vil bli gitt informasjon om nøkkeldata, hvor langt man er kommet mht til bruk av løsningen, ulike barrierer og insentiver i de ulike landene og hvilke hovedgrupper av aktører som har interesser i løsningene. Dette vil gi en bred internasjonal oversikt over hvilke løsninger som det er behov for og hvordan de bør implementeres for å oppnå passivhus-standard i de ulike landene.

2 Passivhus-løsninger

2.1 Varmeisolasjon (vegger, tak, gulv, vinduer og dører)

Beskrivelse

Isolasjon av bygningskroppen er det viktigste passivhus-tiltaket. Superisolasjon og maksimal lufttetthet reduserer varmetapet gjennom ytterkonstruksjonen til et minium. Figur 1-2 viser eksempel på isolasjonsløsninger som er brukt i PEP-landene.

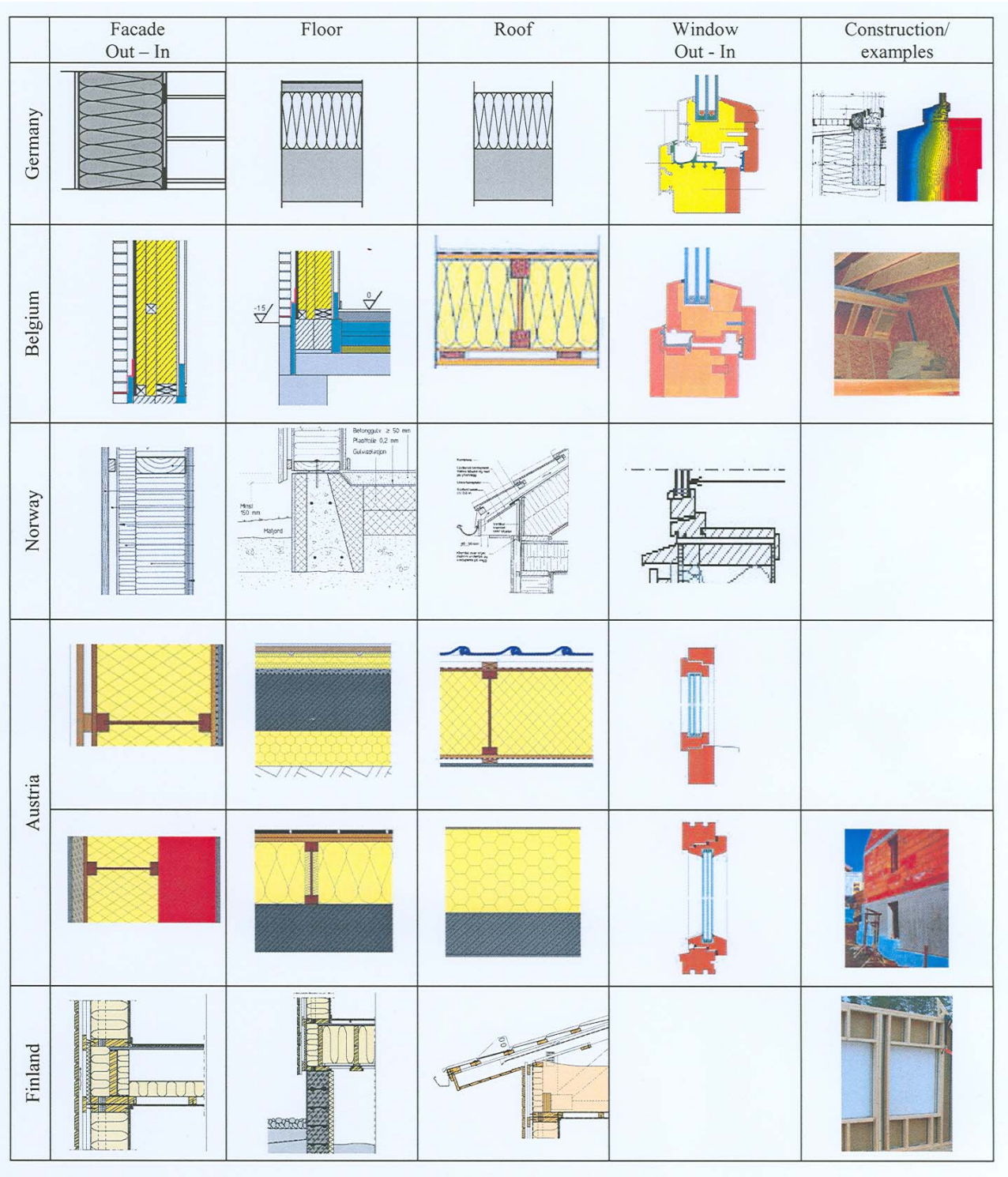
Standard praksis vs. Passivhus-krav

U-verdier som er brukt i passivhus i de ulike landene varierer fra 0.09 to 0.15 W/(m^2K), se tabell neste side. Det er ulike løsninger med hensyn til:

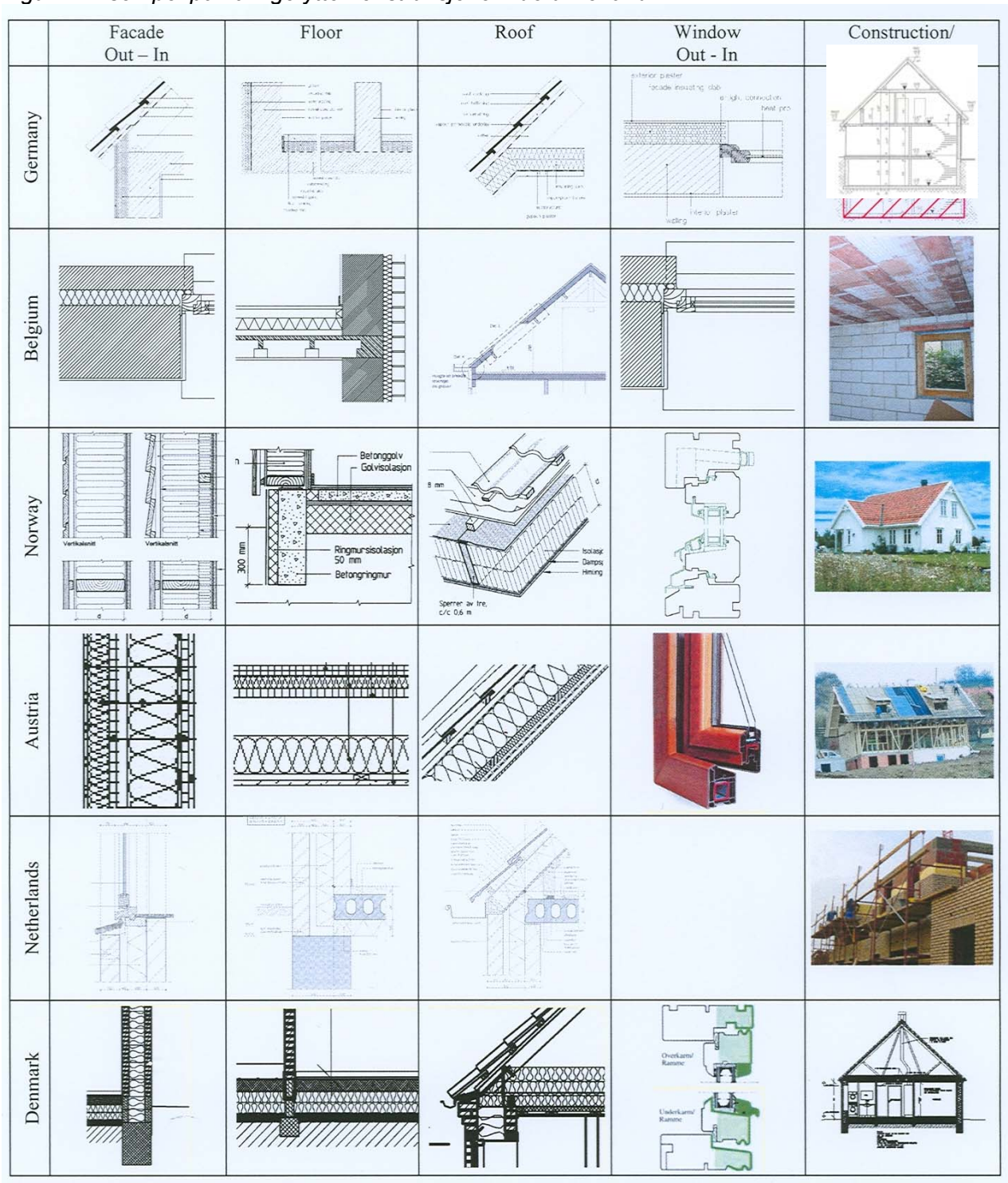
- Konstruksjonstype: tre eller mur
- Termisk masse: tung eller lett
- Type overflate: murpuss eller murstein

Disse variasjonene indikerer at det er mulig å finne passivhusløsninger som er tilpasset lokale forhold slik som tradisjon, tilgjengelighet av komponenter, forskrifter og standarder.

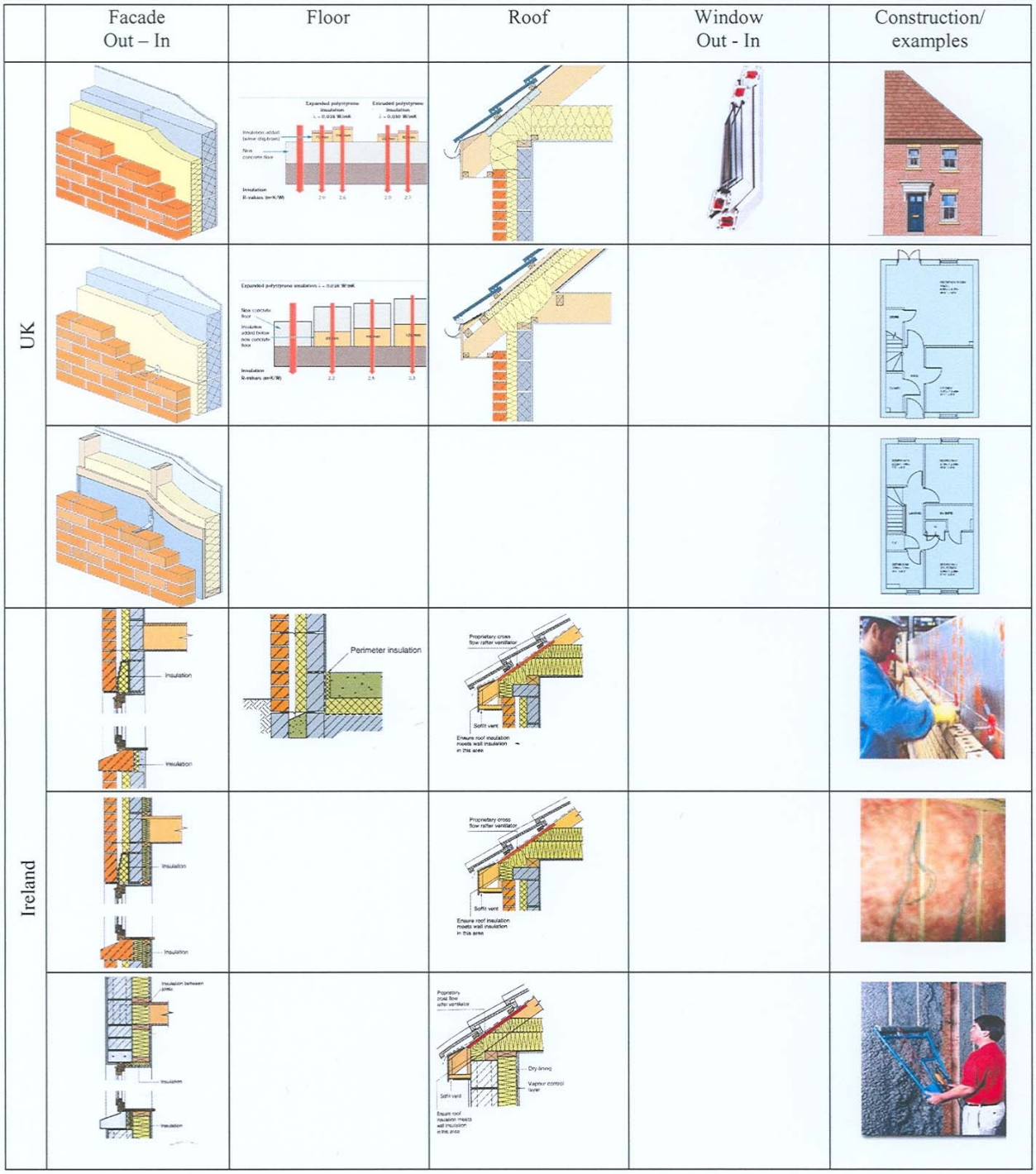
Figur 1 Eksempel på ytterkonstruksjoner isolert ihht "best practice" i de ulike land.



Figur 2 Eksempel på vanlige ytterkonstruksjoner i de ulike land.

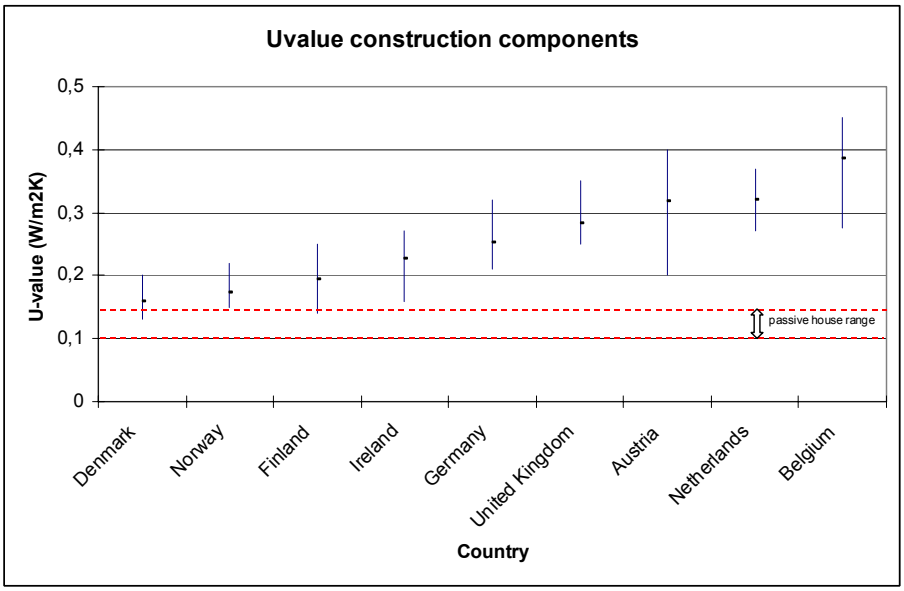


Figur 3. Eksempel på vanlige isolasjonsdetaljer.



Vegger, tak og gulv

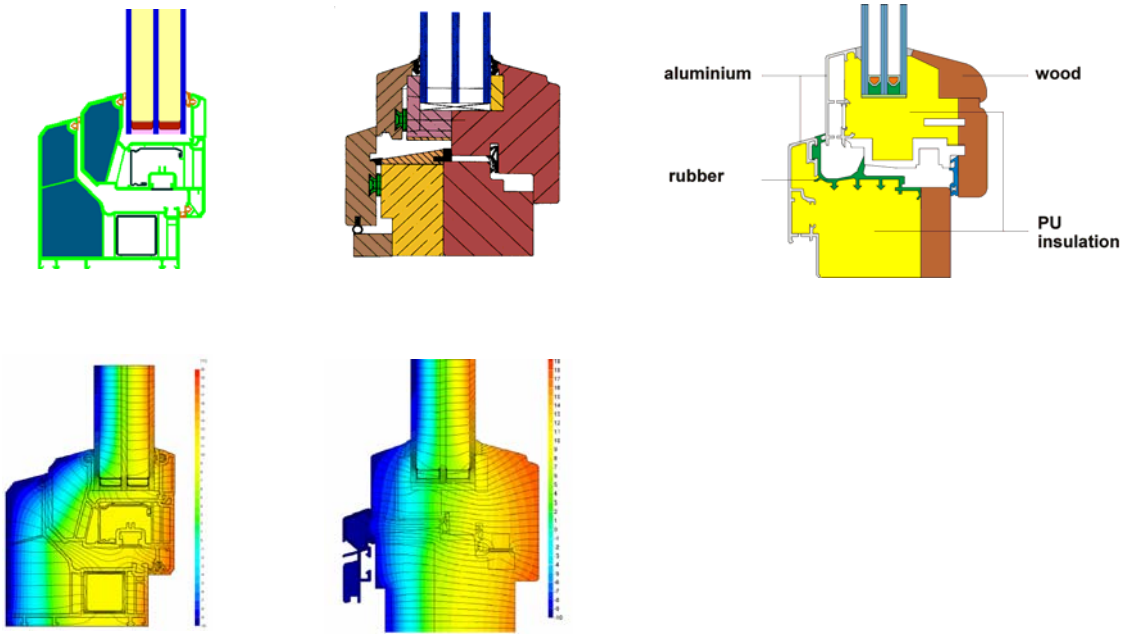
Figur 4 viser varmeisolasjonsverdier brukt i de ulike land, sett i forhold til passivhus-kravet.



Figur 4. Gjennomsnittlige U-verdier for ytterkonstruksjoner (vegger, tak, gulv) i Europeiske land.

Vinduer

Vinduer med U-verdi for karm/ramme lavere enn 0,8 W/(m^{2}K) (figur 5) er ikke vanlig i de fleste land. I Nederland, for eksempel, er U-verdikravet for karm/ramme satt til 2,4 W/(m^{2}K). Det er heller ikke vanlig med 3 lags glass. Det er derfor betydelig avstand ned til passivhus-kravet på 0,8 W/(m^{2}K).



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

Barrierer / incitamenter

Følgende barrierer og incitamenter med hensyn til varmeisolasjon av bygningskroppen er blitt identifisert i deltakerlandene:

Østerrike: Gode kompenter er tilgjengelige

Belgia: Vanskelig å øke tykkelsen av skallmurer. Mangel på lufttetthets-standarder for vinduer og vegger.

Danmark: Mangel på gode vinduskomponenter. Tradisjon med skallmursvegger, som er en barriere for å implementere passivhus-standarden.

Irland:

1. Private utbyggere av boliger
2. Boom i byggeindustrien
3. Lite inspeksjon på byggeplass
4. Dårlig håndtverk
5. Dårlig luftetthet
6. Mangel på passivhus-komponenter på markedet.

Tyskland: Tradisjonen med skallmursvegger i Nord-Tyskland er en barriere. Generelt er gode komponenter tilgjengelige.

Nederland: Tradisjonen med skallmursvegger er en barriere. Mangel på gode vindus-komponenter.

Norge: Mangel på passivhus-vinduer.

UK: Kan være vanskelig i tradisjonelle ytterkonstruksjoner. Håndverks-kompetanse kan være en barriere. Store utbyggere kan motsette seg å ta i bruk nye detaljer for tak. Men kompenenter er tilgjengelige. Problemer med kuldebroer og utettheter i forbindelse med dører.

Tradisjonen med skallmursvegger er en utfordring i mange land. For å møte denne utfordringen må man fokusere på gode detaljer, tilgjengelighet av riktig dimensjonerte deler, og forbedring av praksis på byggeplassen. Hvis markedsforholdene tillater det, kan alternative ytterveggskonstruksjoner utvikles.

Den andre hovedbarrieren som er registrert i flere land er mangel på gode vinduskomponenter (karm/ramme). Imidlertid finnes slike komponenter tilgjengelige i noen land (Østerrike og Tyskland). Midlertidig import av slike komponenter kan være en løsning.

Aktører

Aktører som kan spille en viktig rolle i implementering av isolasjonsløsninger er:

Østerrike: Community of Insulation Industry Østerrike, Gemeinschaft Dämmstoff Industrie - www.gdi.at. For liste over produkter som er sertifisert ihht PHI, se PHI - www.passiv.de.

Belgia: Regionale myndigheter, isolasjonsprodusenter, vindusprodusenter, foreninger for byggevareleverandører. som VCB, Bouwunie, CCW.

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

UK: Produsenter av prefabikerte elemetner, isolasjonsprodusenter, dør- og vindusprodusenter.

Nederland: Isolasjonsprodusenter, vindus/dør-produsenter (Glas Branche Organisatie: www.glasnet.nl)

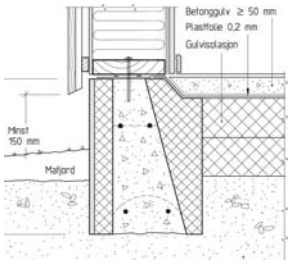
Irland: Isolasjonsprodusenter.

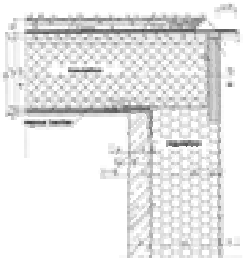
Norge: Isolasjonsprodusenter og vindusprodusenter.

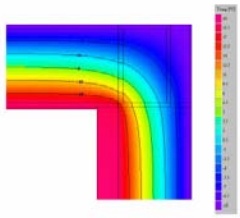
2.2 Kuldebroer

Beskrivelse

En kuldebrofri konstruksjon er et sentralt passivhuskriterium. Den lineære kuldebroverdien må ikke være høyere enn 0,01 W/(mK) regnet etter utvendige dimensjoner. Man må være spesielt nøye med detaljering rundt overganger mellom ulike konstruksjonsdeler (vegg/tak, vegg/gulv, vegg/vindu, etc.)







Ψ = -0,055 W/(mK)

Figur 6. Eksempel på konstruksjonsdetaljer med lineær kuldebroverdi Y ≤ 0,01 W/(mK), kilder: SINTEF Byggforsk, PHI, ProKlima

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Lineær kuldebroverdi, Ψ, varierer mellom -0,03 to 0,01 W/(mK) i de ulike passivhus-konseptene som er inkludert i undersøkelsen.

Ψ-verdiene for standardkonstruksjoner varierer mellom 0,03 to 0,3 i de ulike landene. Land som Tyskland og Danmark har mindre variasjon i verdier og ligger nærmere passivhustandarden enn land som Nederland og England.

Barrierer / insentiver

Følgende barrierer og incitamenter har blitt registrert i relasjon til minimering av kuldebroer:

Belgia: Mangel på kunnskap og dyktighet hos under-entreprenører. Mangel på gode detaljer for passivhus.

Danmark: Begrenset kunnskap.

Tyskland: Forholdsvis gode passivhusløsninger fra produsenter (f.eks. Isorast, Marmorit), delvis mangel på kunnskap hos planleggere/arkitekter, miniumsstandard for kuldebroer gitt i forskriften, www.baudetails.info viser detaljer og psi-verdier for rehabilitering av gamle bygg med passivus-komponenter.

Nederland: Begrenset kunnskap og begrenset ekspertise hos entreprenører og inspektører, prefabrikasjon kan være en løsning.

Norge: Variabel ekspertise hos entreprenører.

UK: Mangel på løsninger og veiledning

Irland: Begrenset kunnskap om konstruksjonsdetaljer, mangel på ekspertise hos entreprenører, dårlig håndtverk.

Informasjon og opplæring ser ut til å være en stor utfordring i flere land. Utforming av standardløsninger for ulike konstruksjonsdetaljer og opplæringsmateriale for entreprenøer og inspektører kan være nyttige hjelpemidler.

Aktører

Følgende grupper av aktører er sentrale i forbindelse med kuldebroer:

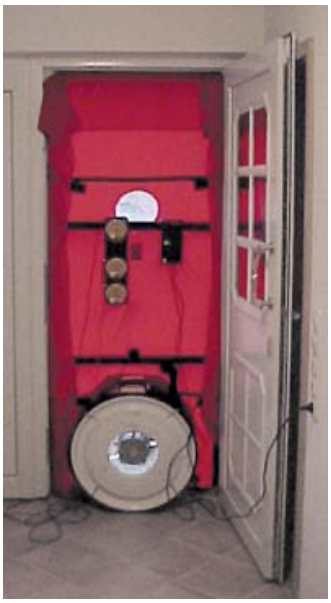
Belgia: Prosjekteringsteam (arkitekter, rådgivere, entreprenører), isolasjons-produsenter, fagforeninger.

UK: Arkitekter og utbyggere.

Nederland: Designere, produsenter av prefabrikerte elementer, isolasjonsprodusenter, entreprenører.

Irland: Arkitekter, entreprenører, produsenter av passivhuskomponenter.

2.3 Lufttetthet



Bekrivelse

Ved planlegging og bygging av passivhus må man legge ekstra innsats i å minimere luftlekkasjene gjennom ytterkonstruksjonen, spesielt i overgangene mellom ulike bygningsdeler, som f.eks. dører og vinduer. Luftettheten (n_{50}) måles ved hjelp av en såkalt "blower door test" (se Figur 7), ved at man trykksetter huset med 50Pa. Passivhus-standarden setter krav til en lufttetthet $n_{50} \leq 0,6$ luftvekslinger pr. time.

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

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Verdien for n_{50} varierer mellom 0,2 og 0,61 h^{-1} i passivhusene som er med i undersøkelsen.

Følgende verdier for lufttettheten (n_{50}) er vanlig for standardløsninger i PEP-landene:

Østerrike: 1 h^{-1}

Belgia: 7.8 h^{-1} (anbefalt i nasjonal standard: 1-3 h^{-1})

Danmark: 2,3 h^{-1}

Tyskland: 1.5 to 3 h^{-1}

Nederland: 2.32 h^{-1}

Norge: 2 h^{-1}

UK: 4 h^{-1}

Barrierer / insentiver

Følgende barrierer/insentiver med hensyn til lufttetthet er registrert:

Belgia: Begrenset kunnksap (entreprenør, arkitekter)

Danmark: Begrenset kunnskap.

Tyskland: Antall "blower door"-tester er økende (det gis en beregnings-bonus hvis testen utføres).

Nederland: Kunnskap hos entreprenør, mangel på kvalitetssikring på byggepass.

Norge: Varierende kvalitet hos entreprenører.

UK: Mangel på kvalitetsikring på byggeplass, samt mangel på fokus på luftetthet i planlegging.

Irland: Dårlig håndtverk, mangel på kvalitetssikring på byggeplass, mangel på kunnskap om utforming av konstruksjonsdetaljer. Ikke krav til testing av luft-tetthet.

Informasjon og opplæring ser ut til å være en utfordring i flere land. Luftettheten kan forbedres gjennom standardisering av detaljer, opplæringsmateriale for entreprenører, og inspeksjon på byggeplass.

Aktører

Følgende grupper av aktører er sentrale i forbindelse med lufttetthet:

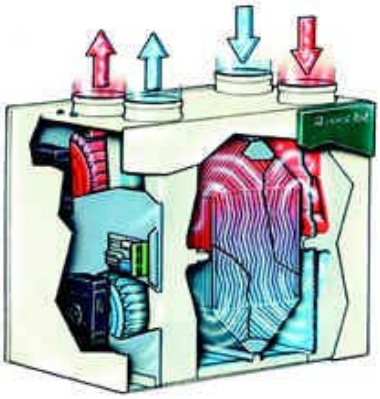
Østerrike: Firmaer som utfører luftetthets-målinger.

Belgia: Firmaer som utfører luftetthets-målinger, entreprenører

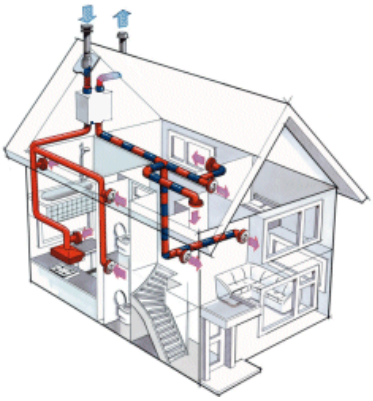
UK: Entreprenører, arkitekter

Irland: Firmaer som utfører luftetthets-målinger.

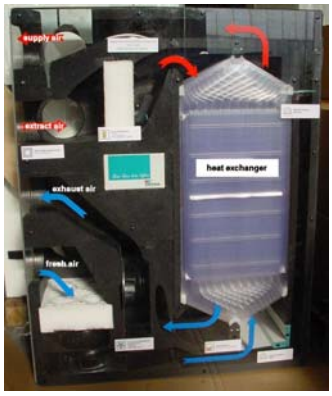
2.4 Varmegjenvinning av ventilasjonsluft



Figur 8 Varmegjenvinner, kilde: /www.energiebureaulimburg.nl



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



Figur 10 Varmegjenvinner, kilde: PHI

Beskrivelse

Varmegjenvinning av ventilasjonsluft kan benyttes i mekaniske ventilasjonsanlegg, dvs. balansert ventilasjon eller avtrekksventilasjon. Dette tiltaket er avgjørende for å oppfylle passivhus-standarden. Det viktigste elementet i et slikt system er selve varmegjenvinneren, men også utforming av ventilasjonskanaler og varmeisolering av kanalnettet er viktig. På grunn av det lave oppvarmingsbehovet til passivhus, kan ventilasjonssystemet brukes til å varme opp huset. En annen mulighet for oppvarming av passivhus er å bruke et lavtemperatur distribusjonssystem (radiatorer, vannbåren golvvarme) og sentralfyring. Alternativt kan elektrisk oppvarming benyttes.

Standard praksis vs Passivhus-krav

Varmegjenvinning av ventilasjonsluft kan bare benyttes i mekaniske ventilasjonsanlegg. Det er viktig at man sørger for regelmessig rengjøring/utskifting av filtre. Dette er spesielt viktig i land hvor man ikke har hatt tradisjon for denne type anlegg, og der beboerne ikke er klar over dette behovet slik at konsekvensen blir forringet luftkvalitet. (I tillegg vil regelmessig vedlikehold/utskifting av filter også forbedre vifte-effekten). I de registrerte passivhus-eksemplene i PEP-landene varierer varmegjenvinningsgraden mellom 75% - 90%.

I noen få land, som f.eks. Tyskland, er varmegjenvinning av ventilasjonsluft et forholdsvis sjeldent tiltak. Men i de fleste landene er slike systemer ganske vanlige. Varmegjenvinningsgrader varierer mellom 65 og 90 prosent. Som vist under, er passivhus-kravet til varmegjenvinning allerede vanlig praksis i mange land, og i de fleste land er teknologien lett tilgjengelig.

<u>Østerrike:</u> ≥ 75% varmegjenvinning

<u>Belgia:</u> Ventilasjon av bygg ikke påkrevd før 2006 (naturlig eller mekanisk), 90%

varmegjenvinning er tilgjengelig

Danmark: >65% varmegjenvinning

Nederland: Eksisterende hus har vanligvis naturlig ventilasjon eller mekanisk avtrekk. Varmegjenvinning opp til 95% er tilgjengelig.

Norge: Naturlig eller mekanisk avtrekk er standard, men varmegjenvinning 75% er tilgjengelig.

Tyskland: >75% varmegjenvinning er tilgjengelig men naturlig ventilasjon er vanlig praksis.

UK: Naturlig ventilasjon er standard, men mekaniske ventilasjonsanlegg med >76% gjenvinning er tilgjengelig.

Irland: De fleste nye hus har naturlig ventilasjon med mekanisk avtrekk i kjøkken og bad. Høyeffektive varmegjenvinningssystemer er tilgjengelige.

Barrierer / insentiver

Følgende barrierer/insentiver med hensyn til varmegjenvinning er registrert:

Østerrike: Gode komponenter er tilgjengelige.

Belgia: Gode komponenter er tilgjengelige. Mangel på installatører. Mangel på kvalitetssikringsprosedyrer (regulering av luftmengder, vanligvis ingen bruker-manual, installasjon i støvete omgivelser, feildimensjonering, etc).

UK: Ingen barrierer.

Nederland: Nye byggeforskrifter vil trolig fremme bruken av varmegjenvinningssystemer. Men det er behov for vedlikeholdsavtaler som sikrer regelmessig utskifting av luftfiltre. Balanserte ventilasjonssystemer kan få et negativt rykte hvis det viser seg at de fører til dårlig luftkvalitet.

Norge: Nye byggeforskrifter vil trolig fremme bruken av varmegjenvinningssystemer.

Irland: Høy-effektive varmegjenvinningssystemer er kun tilgjengelige gjennom import. Ingen incitamenter gjennom byggeforskrifter. Naturlig ventilasjon med mekanisk avtrekk fra bad og kjøkken er standard.

Det er ingen betydelige barrierer mot innføring av varmegjenvinning av ventilasjonsluft i passivhus i PEP-landene.

Aktører

Følgende grupper av aktører er sentrale i forbindelse med implementering av systemer for varmegjenvinning av ventilasjonsluft:

Østerrike: Produsenter av sertifiserte produkter, se www.passiv.de.

Belgia: Produsenter og installøtorer av VVS-systemer. Bransjeorganisasjoner.

Nederland: Produsenter av varmegjenvinningssystmer (www.stichtinghrv.nl), installatører.

UK: VVS-produsenter/installatører.

Norge: Leverandører av varmegjenvinningssystemer.

Irland: Leverandører og installatører av varmegjenvinningssystemer.

2.5 Isolering av ventilasjonskanaler og vannrør.

Beskrivelse

For å minimere varmetapet, er det et passivhuskrav å isolere ventilasjonskanaler og vannrør.

Standard praksis vs Passivhus-krav

Produkter for isolering av kanaler og rør er lett tilgjengelige i alle landene. Isolasjonstykkelsen i de registrerte passivhus-eksemplene varierer fra >6 cm - >10 cm for kanaler og rundt en faktor på 0,5 av diameteren for vannrør.

Figur 11 Isolerte kanaler, kilde: PHI

Isolasjon av rør og kanaler er vanlig i rundt halvparten av landene. I den andre halparten er dette ”best practice”. Barrierene mot implementering av dette tiltaket i passivhus er imidlertid små.

Barrierer / insentiver

Det er ingen nevneverdige barrierer mot implementering av passivhuskravet til rørisolasjon. Implementering av dette tiltaket krever litt omtanke i utførelse, men det kreves ingen komplekse komponenter eller spesiell fagkunnskap.

Aktører

De viktigste aktørene er installatører/entreprenører og leverandører av VVS-komponenter.

2.6 Oppvarmingssystemer

Beskrivelse

For å opprettholde et komfortabelt inneklima i et passivhus, kreves kun en liten oppvarminngskilde. Flere alternative løsninger er mulige, for eksempel ettervarming av ventilasjonsluft, et lite radiatoranlegg eller et par panelovner.

Standard praksis vs passivhus-krav

Løsninger som er brukt i passivhus-eksemplene i PEP-landene er: varmepumper basert på grunnvarme & solfangere kombinert med vannbåren gulvvarme, små bioenergi-anlegg og og solvarmeanlegg kombinert med lavtemperatur veggvarme, solfangere kombinert med gass-brenner koblet til varmebatteriet i ventilasjonssystemet, fjernvarme og solvarme til kombinert rom- og ventilasjonsoppvarming.

Følgende oppvarmingssystemer er standard praksis i PEP-landende:

Østerrike: Pellets-kjel med solfangere for lavtemperatur golv- og veggvarme.

Belgia: Sentralvarmeanlegg med gass-kjel og termostatstyrte radiatorer.

Danmark: Fjernvarme, sentralfyr med gass eller olje, vannbasert varmedistribusjon, termostatstyrt golvvarme eller radiatorer.

Tyskland: Sentralvarme med gass-kjel og termostatstyrte radiatorer.

Nederland: Sentralvarme med gass-kjel og termostatstyrte radiatorer.

Norge: Termostatstyrte elektriske panelovner.

UK: Sentralvarme med gass-kjel.

Irland: Sentralvarme med olje-kjel og termostatstyrte radiatorer.

Barrierer / insentiver

Følgende barrierer/insentiver med hensyn til energiforsynings-systemer er registrert:

Østerrike: Gode varmepumpekomponenter er tilgjengelige, men det er fremdeles nødvendig å finne/utvikle egnede konsepter basert på fornybar energi for lave energibehov. Alternativer til de kompkte varmepumpesystemene må utvikles. AEE Intec er i ferd med å undersøke potensialet for løsninger basert på direkte-oppvarmingskonspter kombinert med solvarme og biomasse.
Østerrike er verdensledene i å bruke solvarmesystemer for rom- og vannoppvarming. Kvaliteten på produktene er høy, men det er mangel på god planlegging og installasjonskompetanse for store systemer. Systemer for varmtvansoppvarming i eneboliger er standard og av høy kvalitet med "plug-and-play" installasjon.

Belgia: Komponenter er tilgjengelige. Byggherrer frykter at det blir behov for ekstra oppvarming og kjøling. Installatører holder seg til standard praksis og overdimensjoner anleggene.

Tyskland: Det er få tekniske barrierer i Tyskland.

Danmark: Det er tilknytningsplikt til fjernvarme, men det vil trolig bli unntak for lavenergihus i den nye byggeforskriften.

Nederland: Garantiprogram som krever en viss oppvarmingseffekt, kan være en barriere..

Norge: Mangel på rimelige systemer; små biomasse-brennere, små vannbårne systemer, små varmepumpesystemer for vannoppvarming. Kun få leverandører av solvarmesystemer. Restriktiv fjernvarmepolitikk (tilknytningsplikt) forhindrer utvikling av alternative systemer. Den nye energimerkeordningen kan virke som et insentiv.

UK: Håndtverkskvalitet og høye investeringskostnader kan være barrierer.

Irland: Solvarmesystemer er kostbare. Varmepumpesysterm og lavtemperatur gulvvarme er i ferd med å bli mer vanlig. Det finnes en irsk produsent av bio-pelletsovner.

Aktører

Følgende grupper av aktører er sentrale i forbindelse med implementering av energiforsynings-systemer for passivhus:

Østerrike: Liste over produsenter som har sertifiserte produkter finnes på www.passiv.de.

Belgia: Media

Nederland: Produsenter

UK: Produsenter, installatører

Irland: Produsenter, installatører.

2.7 God luftkvalitet gjennom ventilasjon

Beskrivelse

God luftkvalitet er avgjørende for trivsel og helse til beboerne. Mengden av friskluft som tilføres boligen er avgjørende for luftkvaliteten. Friskluften erstatter "bruktluften" som inneholder biologiske forurensninger, fuktighet, flyktige organiske forbinelser (VOCs) som slippes ut fra byggematerialer, tepper, møbler, o.l. På grunn av den ekstreme tettheten til passivhus, må man være spesielt nøye med å få til god ventilasjon. I tillegg må man planlegge for å begrense støy fra ventilasjonssystemet.

F
Figur 12 Jevnlig rengjøring/utskifting av filtre er viktig for luftkvaliteten. Kilde: AEE Institut für Nachhaltige Technologien

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Passivhuskravet for luftskite er ≥ 0,4 oms/time eller 30 m^3/pers/time *eller* det nasjonale kravet hvis det er høyere. Hvis det nasjonale kravet er mye høyere enn passivhuskravet, vil det medføre et større varmetap, som må kompenseres på andre måter. I passivhus-eksemplene som ble registrert i de ulike PEP-landene varierte luftskiftet fra 0,22 – 0,69 oms/time. Standard praksis er som følger:

Østerrike: ≥ 0,4 oms/time eller 30 m^3/pers/time

Belgia: ≥ 0,4 oms/time eller 30 m^3/pers/time

Danmark: ~ 0,5 oms/time

Tyskland: ~ 0,5 oms/time

Nederland: ~ 0,9 oms/time

Norge: ~ 0,5 oms/time

UK: ~ 0,61 oms/time

Irland: Anbefalt i byggeforskrifter:

- ventilasjonsåpning som gir en bakgrunnsventilasjon med et areal større enn 6500mm^2, og

- ventilasjonsåpning som gir rask ventilasjon med et totalt areal minst 1/20th av gulvarealet

For mekanisk ventilasjon: 30 l/s mekanisk avtrekk fra kjøkken og tekniske rom; 15 l/s for baderom.

Barrierer / insentiver

Ingen spesielle barrierer funnet.

Imidlertid, pga passivhus har meget høy luftetthet, er tilstrekkelig ventilasjon enda viktigere enn i vanlige hus. Man må derfor være spesielt påpasselig med at man oppnår den påkrevde ventilasjonsluftmengden.

Aktører

Følgende grupper av aktører er sentrale i forbindelse med å sørge for riktig luftkvalitet gjennom ventilasjon:

Belgia: Installatører, utbyggere

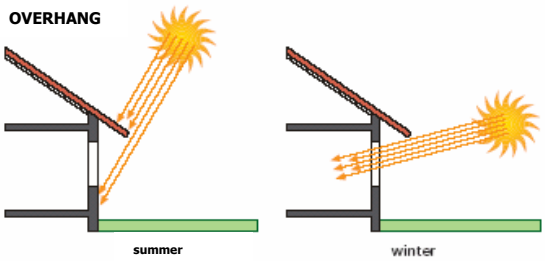
Nederland: Utbyggere (www.neprom.nl), produsenter (www.stichtinghrv.nl), bygningsinspektører, beboere.

Norge: Leverandører, installatører, bransjeorganisasjoner.

2.8 Vinduer og passiv solvarme

Beskrivelse

Utnyttelse av passiv solvarme spiller en mindre rolle i passivhus enn i normale hus. Dette er fordi huset er så godt isolert at det bare er behov for oppvaming midt på vinteren, da det lite tilgang på sol. Likevel bør man velge, plassere og orientere vinduer på en slik måte at man utnytter den solvarmen som er tilgjengelig. Enda viktigere er det å sørge for tilstrekkelig solavskjerming om sommeren for å unngå overoppheting. Dette kan gjøres ved takutstikk el.l. over vinduene, men disse må ikke være så dype at de tar bort verdifullt dagslys. Bevegelig solavskjerming, kombinert med god utlufting er derfor å foretrekke for norske forhold.



Figur 13. I Sentral-Europa bruker man ofte takutstikk el.l. for å gi solavskjerming. Kilde: Novem, 2000, "De zon in stedenbouw en architectuur".

Selv på sørvendte vinduer er det viktigere å ha god varmeisolasjon enn høy solfaktor. Men for en gitt U-verdi, bør man velge det glasset som gir høyest solfaktor.

Standard praksis vs. Passivhus-krav

I passivhus-eksemplene som er registrert i de ulike PEP-landene, varierer solfaktoren fra 45% og oppover.

Standard-verdier for solfaktorer i de ulike land er:

Østerrike:	>50%
Belgia:	60-70%
Tyskland:	58%
Nederland:	60-70%
Norge:	60-70%
UK:	>50%
Irland	>50%

Passivhuskravet (>50%) er generelt oppnådd i standard praksis. Imidlertid er det ikke generelt oppnådd for lave U-verdier (tre lags ruter med lavemisjonsbelegg).

Barrierer / insentiver

Følgende barrierer/insentiver med hensyn til vinduer/passiv solvarme er registrert:

Belgia: Entreprenører er ikke vant til å håndtre tunge tre lags vinduer. Dette krever ekstra bemanning eller løfte-innretninger. Vindusglasset blir som regel installert etter at karm/ramme er satt inn.

UK: Lokale forhold kan begrense mulighetene til å orientere bygget mot sør. Sørlig orientering er imidlertid anbefalt i byggeforskriftene.

Irland: Alle tre lags vinduer må importeres, ettersom det ikke finnes noen produsent i Irland.

Aktører

Følgende grupper av aktører er identifisert som sentrale i forbindelse med å sørge for valg og plassering av vinduer med tanke på passiv solvarme:

Belgia: Planleggere, arkitekter, produsenter av vinduer og glass.

UK: Planlegger og utbyggere

Nederland: Arkitekter, planleggere, vindusleverandører (Glas Branche Organisatie: www.glasnet.nl).

Irland: Planleggere, arkitekter, utbyggere

2.9 Oppvarming av forbruksvann (med solenergi)

Beskrivelse

Som alle andre bygg, må et passivhus ha et system for oppvarming av forbruksvann. I et passivhus blir som regel systemet for varmtvannsoppvarming kombinert med romoppvarmings-systemet. Systemene for varmtvannsoppvarming som ble registrert i PEP-prosjektet, var basert på solvarme og hadde ofte også flere ulike oppvarmingskilder.

Standard praksis vs. Passivhus-krav

Løsninger som ble registrert i PEP-ekemplene er: varmepumpesystemer basert på & solfangere (1-2 m^2 solfangerareal per person) og/eller gass-kjel; små bio-kjeler & solfangere; sol/gass-drevet kombinasjonskjel; vannlager forsynt av solfangere og/eller fjernvarme.

Vanlig standard for oppvarming av varmtvann i PEP-landende er som følger:

Østerrike: Pellets-kjel med solfangere, kombinert med romoppvarming.

Belgia: Kombi-kjel basert på gass, kombinert med romoppvarming.

Danmark: Fjernvarme, naturgass eller olje-kjel, kombinert med romoppvarming.

Tyskland: Gass-kjel på varmtvannstank i kombinasjon med romoppvarming

Nederland: Gass-kjel i kombinasjon med rom-oppvarming.

Norge: Elektrisk varmtvannstank.

UK: Gass-kjel.

Irland: Pellets-kjel med solfangere, i kombinasjon med romoppvarming.

Barrierer / insentiver

Barrierer og insentiver som har blitt identifisert med hensyn til effektiv varmtvannsoppvarming er som følger:

Østerrike: Gode varmepumpe-komponenter er tilgjengelige, men det er fremdeles nødvendig å utvikle egnede konsepter basert på fornybar energi fro små oppvarmingsbehov. Alternativer til den kompakte varmepumpe-enheten må utvikles. Østerrike er verdensledene i å bruke solvarmesystemer for rom- og vannoppvarming. Kvaliteten på produktene er høy, men det er mangel på god planlegging og installasjonskompetanse for store systemer. Systemer for varmtvansoppvarming i eneboliger er standard og av høy kvalitet med "plug-and-play" installasjon.

Belgia: Sertifiseringsordning for solvarmesystemer (Belsolar). Varmtvannstemperatur settes høyt for å unngå legionella. Mangel på erfaring med varmegjenvinning fra gråvann.

Tyskland: Det er så og si ingen tekniske barrierer i Tyskland.

Danmark: Tilknytningsplikt for fjernvarme, men nye byggeforskrifter kan gi mulighet for fritak .

Nederland: Begrenset tilgjengelighet for kompakte enheter for varmtvannsberedning og små varmepumper.

Norge: Barrierer: Mangel på rimelige små bio-brennere og varmpepumpesystemer, kun noen få leverandører av solvanersytemer. Insentiver: Den nye energimerkeordningen.

UK: Solfangeranlegg for varmtvannsoppvarming er ikke vanlige, men er svært kostnadseffektive og tilgjengelige over hele UK.

Irland: Et bredt utvalg av solvarmesystemer er tilgjengelige, men det er mangel på opplæring og sertifisering av installatører. Det finnes ingen

finansieringsordninger for solvarmeanlegg.

Aktører

Aktører som kan spille en viktig rolle i å få frem effektive systemer for vannoppvarming i passivhus er:

Østerrike: Østerriken Association for promoting Solar thermal energy www.Østerrikesolar.at

Belgia: Associations like Belsolar, ODE-Vlaanderen, IDEG

Nederland: Produsenter

UK: Installatører og produsenter av varmepumpep, solfangeranlegg. Kommunale utviklingsselskaper, store utbyggere.

Irland: Den irske solvarmeforeningen, installtører.

Norge: Produsenter og leverandører.

2.10 Energieffektivt utstyr og belysning

Beskrivelse

Når det gjelder energieffektivt utstyr og belysning, står det følgende i en rapport fra EU-kommisjonen:

> *"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 grunnleggende prinsipp i passivhus-konseptet, men på tross av dette er energieffektivt utstyr og belysning definert som en opsjon. Som antydet over, utgjør husholdningsutstyr en stor anled av energibruken. Innføring av krav til energieffektivt utstyr vil derfor ha stor innvirkning på energibruken til husholdninger. Imidlertid er ikke husholdingsutstyr nødvendigvis betraktet som en del av huset, noe som betyr at de som prosjekterer og bygger huset ikke har kontroll over hva slags utstyr som blir brukt. I noen land blir boligene utstyrt med vaskemaskin og fullt kjøkkenutstyr, i andre tilfeller er intet husholdningsutstyr inkludert.

For å påvirke effektiviteten til husholdningsutstyr og belysning har EU innført to typer av insitamenter:

- **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

Basert på resultater fra CEPHEUS-prosjektet, har passivhus-standarden et krav til energieffiktivet på hvitevarer som tilsvarer en reduksjon på 50% i forhold til vanlig praksis.

Standardverdier for energieffektivt utstyr er som følger:

Østerrike: A/B merket utstyr og belysning anbefales.

Belgia: Utstyr ikke spesifisert

Danmark: Utstyr ikke spesifisert

Tyskland: Utstyrt ikke spesifisert

Nederland: Ustyr ikke spesifisert

Norge: Ustyr ikke spesifisert

UK: A/B-merket utstyr er mest vanlig hvis det er spesifisert. Ca 30% lavenergi-belysning krves av bygningsmyndighetene.

Irland: A og B merkede hvitevarer er vanlig.

Barrierer / insentiver

Insentiver som har blitt identifisert med hensyn til innføring av energieffektivt utstyr og belysning er som følger.

UK: Lavere enn D-merket utstyr er generelt ikke lenger tilgjengelig.

Norge: Den nye energimerkeordningen vil sannsynligvis virke som et insentiv.

Generelt sett er mangelen på kontroll over hva slags hvitvarer og belysning som brukes i boligen, en barriere. Dette er beskrevet nærmere i et tidligere avsnitt.

Aktører

Viktige akører som er identifisert:

Belgia: Bygg-eiere, Groen Licht Vlaanderen

UK: Husholdninger.

Nederland: Produsenter av elektrisk utstyr og belysning, beboere.

Norge: Leverandører av utstyr.

Irland: Husbyggere, eiere.

2.11 Sammendrag

Analysen av passivhusløsninger i PEP-landene viser at følgende tiltak har høy prioritet: isolering av tak, vegger og gulv, kuldebroer, og lufttetthet. Som følge av de høye kravene til lufttetthet, må man være spesielt påpasselig med å sikre god luftkvalitet gjennom ventilasjon. Til slutt kreves det fokus på utvikling og installaon av effektive (semi-solbaserte) oppvarmingssystemer for rom- og vannoppvarming.

3 Veien videre

Følgende områder har blitt identifisert av PEP-partnere som viktige å fokusere på ved implementering av passivhus:

- Sertifisering og kontroll
- Beregning av buffer-soner
- Mobil og/eller transparent solavskjerming
- Default reduksjons-koeffisienter for ikke-sertifiserte komponenter
- Avskjermings-faktorer for tilliggende bygninger
- Kostnadseffektivitet

De vanligst rapporterte barrierene i PEP-landende er: begrenset kunnskap, begrenset ekspertise i utførende ledd, og generell aksept for passivhus-konseptet i markedet. Dette betyr at man må legge innsats i å få ut praktisk informasjon og løsninger i byggebransjen, opplæring av ingeniører, håndtverkere og entreprenører, samt kommunikasjon om passivhuskonseptet i markedet.

Mer informasjon:

Belgia

www.apere.org

www.cedubo.be

www.ode.be

www.passiefhuisplatform.be

Tyskland

www.ig-passivhaus.de

www.passiv.de

www.passivhaustagung.de

www.proklima-hannover.de

Irland

http://www.sei.ie

http://erg.ucd.ie

Nederland

www.senternovem.nl

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

Norge

www.lavenergiboliger.no

www..sintef.no/lavenergiboliger

www.passiv.no

England

www.passivhaus.org.uk