

PEP

Promotion of European Passive Houses

Työraportti 1.2 Passiivisen talon ratkaisut

Isolda Strom

Loes Joosten

Boonstra

Jyri Nieminen

Mikko Saari

Pvm : 19-04-2006

Esa Nykänen

Jakelu: Julkinen

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-konsortio muodostuu seuraavista osapuolista:

Energy research Center of the Nederland	ECN		Nederland	Koordinator
Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE Institute for Sustainable Technologies	AAE INTEC		Østerrike	Deltaker
Building Research Establishment	BRE		England	Deltaker
DHV Building and Industry	DHV		Nederland	Deltaker
Ellehauge & Kildemoes	EK		Danmark	Deltaker
National University of Irland	NUID		Irland	Deltaker
Passiefhuis-Platform	PHP		Belgia	Deltaker
proKlima	ProKlima		Tyskland	Deltaker
Passiv House 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

Sisällysluettelo

SISÄLLYSLUETTELO.....	4
VIITTEET	5
AKRONYYMIT JA LYHENTEET (ENGL).....	7
YHTEENVETO.....	7
1 JOHADANTO.....	8
2 PAASSIVISEN TALON RATKAISUJA.....	10
2.1 LÄMMÖNERISTYS (SEINÄT, KATTO, LATTIAT, IKKUVAT JA OVET)	10
2.2 KYLMÄSILLAT.....	17
2.3 RAKENNUKSEN ILMANPITÄVYYS	19
2.4 ILMANVAIHDON LÄMMÖN TALTEEOTTO	20
2.5 ILMANVAIHTOKANAVIEN JA LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN PUTKIEN LÄMMÖNERISTYS	23
2.6 LÄMMÖNTARPEEN PIENENTÄMINEN JA HYVÄ SISÄILMASTO	24
2.7 SISÄILMAN LAATU TEHOKKAALLA ILMANVAIHDOLLA	26
2.8 IKKUNAT JA NIIDEN SUUNTAUS AURINKOON NÄHDEN.....	29
2.9 KÄYTTÖVEDEN (AURINKO) LÄMMITYS	30
2.10 ENERGIAEHOOKKAAT LAITTEET & VALAISTUS	33
2.11 YHTEENVETO	36
3 PASSIVISEN TALON TULEVAISUUSNÄKYMÄT	37
4 PASSIVISEN TALON TULEVAISUUSNÄKYMÄT	38
LISÄTIETOJA:.....	39

Viitteet

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, Belgium

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, Belgium, 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, Belgium, 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, Belgium.

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

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

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

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

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

Akronyymit ja lyhenteet (engl)

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

Yhteenveto

Tämä raportti on katsaus passiivisen talon ratkaisuihin euroopassa. Kussakin maassa esiintyvät passiivisen talon ratkaisut on listattu ja yleisimmät ratkaisut on kuvattu tarkemmin. Lisäksi yleisemmistä ratkaisuista on kuvattu hyväksi koettuja esimerkkejä (best practice) sekä listattu oletettavia esteitä ratkaisujen laajemmalle leviämiseksi. Maakohtaiset listat on esitetty liitteissä.

Passiivisen talon analysoiminen eri maissa tuo selkeästi esille rakennuksen ulkovaipan toiminnan tärkeyden. Seinien, katon, lattioiden, ovien sekä ikkunoiden lämpöeristys ja ilmatiiviys on tärkeä kuten myös rakenne joka ei muodosta kylmäsiltoja. Ilmatiiviysvaatimuksen vuoksi on kiinnitettävä erityistä huomiota ilmanvaihtoon jolla saavutetaan hyvä sisäilman laatu. Tehokas (aurinko/ osittain aurinko) yhdistetty lämmitys- sekä lämpimän käyttöveden lämmitys järjestelmä vaatii useissa maissa vielä erikoishuomiota.

Seuraavassa osassa on luetteloitu maittain käytön esteitä. Eri tyyppisille käytön esteille on esitetty myös ratkaisuja. Useimmin esiintyviä esteitä kaikissa maissa olivat tiedon ja osaamisen puute rakennusalan sekä passiivisen talon hyväksymien markkinoilla. Tästä johtuen ratkaisuksi esitetään käytännön tietoa ja ratkaisuja rakennusalan ammatilaisille. Ratkaisuista on järjestettävä käytännön opetusta rakentajille ja rakennuttajille. Markkinoille on lisättävä tietoa passiivisen talon mahdollisuuksista.

1 Johadanto

Passiivisella talolla Suomessa tarkoitetaan yleisen määritelmän mukaan taloa jonka lämmitysenergian tarve on 25-35 kWh/m² . ja kokonaisenergian tarve (sisältäen lämmin käyttövesi ja sähkö) 70-80 kWh/m² vuodessa.

Jotta edelläolevat vaatimukset saadaan täytettyä on päähuomio rakennuksen energiatarpeen vähentämisessä. Tällöin myös aurinkoenergian passiivinen hyödyntäminen sekä paikallinen uusiutuvien energiamuotojen käyttö on mahdollista.

Käytännön ratkaisuja passiivisen talon konseptiin on listattu talukossa 1. Tulukossa on esitetty perusratkaisut, usein käytetyt vaihtoehtoiset ratkaisut sekä muut vaihtoehtoiset ratkaisut. Perusratkaisuja on käytetty kaikissa passiivisen talon esimerkeissä kun taas vaihtoehtoisia ratkaisuja ei.

Taulukko 1 Passiivisen talon ratkaisuja

Ratkaisut ja menetelmät	
1. Hyvä lämmöneristys	
Ulkoseinä	$U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
Yläpohja	$U < 0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$
Maanvarainen lattia	$0,1 < U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$!!Routasuojaus!!
Tuuletettu lattia	$U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$!!Routasuojaus!!
Ikkuna	$U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Ulko-ovi	$U < 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Kylmäsilat	Linearinen konduktanssi $\psi < 0,01 \text{ W/mK}$
Ilmanpitävyys	$n_{50} < 0,6 \text{ 1/h}$
Muotokerroin, vaipan pinta-ala/tilavuus	
Ratkaisut ja menetelmät	
2. Lämmön talteenotto ja sisäilman laatu	
Ilmanvaihdon lämmön talteenotto	Vuosihyötysuhde $\eta_a > 70\%$
Tuloilman esilämmitys maan lämmöllä	Lämpökaivo tai maaputkisto
Lämpimän veden lämmön talteenotto	
Sisäilman laatu hyvällä ilmanvaihdolla	Tilakohtainen mitoitus, keskimäärin 0,5 1/h
3. Tehokas lämmitys	
Eristetyt lämminvesiputket	
Pieni lämmöntarve	$< 25 \text{ W/m}^2 \text{ at}$ motoituslämpötilaerolla
Kevennetty lämmitysjärjestelmä	Esimerkiksi ilmanvaihtolämmitys
4. Ilmaisenergioiden hyödyntäminen	
Ikkunoiden lasiratkaisut	Auringon energian läpäisy
Talon suuntaus aurinkoon	Ikkunoiden sijoittaminen etelän puolelle
Aurinkokeräimet	
Rakennuksen massa	
Varjostus	

	Perusratkaisut ja -menetelmät
	Usein käytetyt ratkaisut ja menetelmät
	Muut ratkaisut ja menetelmät

Seuraavassa osiossa on esitetty passivisen talon perusratkaisuja. Kullekin ratkaisulle on esitetty tyypilliset arvot (U arvo vaihteluväli) sekä taulukoissa kuvia käytännön ratkaisuista eri maissa. Lisäksi on arvioitu ero tavoitetasoon. Taulukot tuovat laajan katsauksen ratkaisuista ja lähestymistavoista. Tarkemmin passivisen talon ratkaisut eri maissa on kuvattu liitteissä.

2 Paassivisen talon ratkaisuja

2.1 Lämmöneristys (seinät, katto, lattiat, ikkuvat ja ovet)

Kuvaus

Ulkovaippa on passivisen talon tärkein osatekijä pyrittäessä passivisen talon energiankulutusvaatimuksiin. Hyvä eristys ja ilmantiiviys minimoivat lämpövuodon vaipan läpi. Seuraavissa taulukoissa on esitetty eri maiden esimerkkirakenteita.

Rakenteet

Eri maiden passivisen talon ulkovaipparakenteiden U-arvot vaihtelevat välillä 0.08 to 0.15 W/(m²K).

Ulkovaippaan liittyvät ratkaisut eri maissa vaihtelevat monin tavoin:

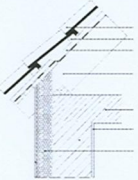
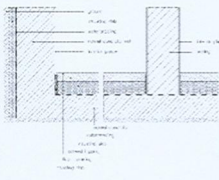
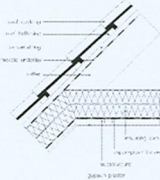
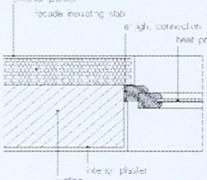
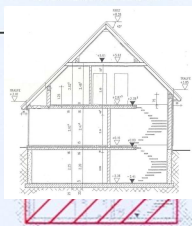
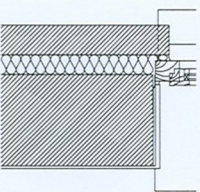
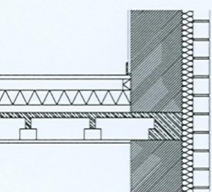
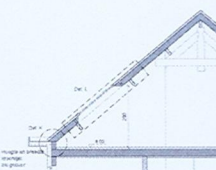
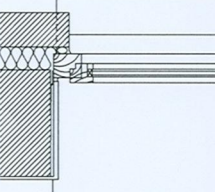
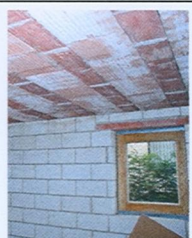
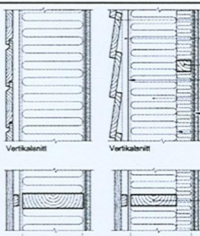
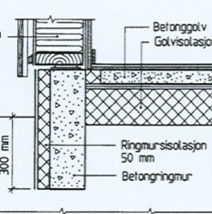
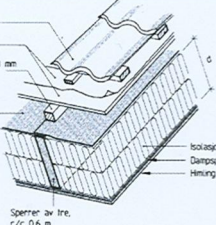
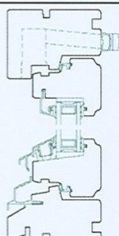

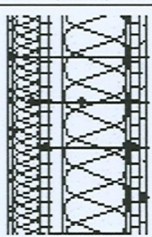
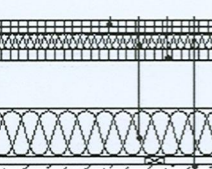
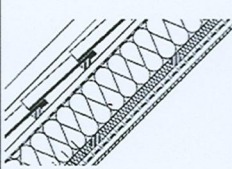


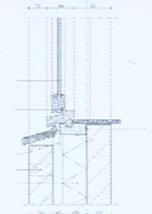
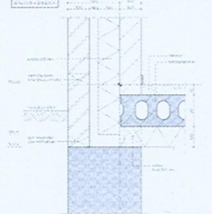
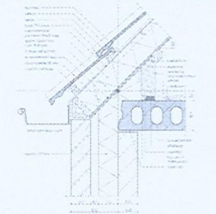


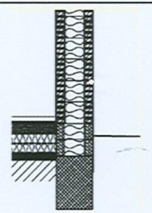
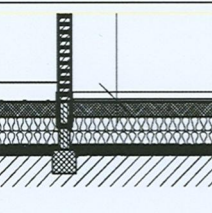
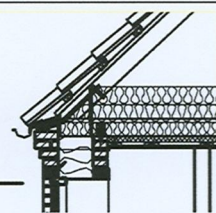
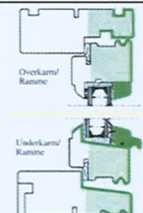
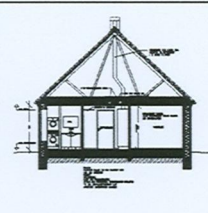
- Rakenne: puu tai muurattu rakenne
- Terminen massa: painava tai kevyt
- Pintamateriaali: Rappaus tai tiili

Vaihtelu osoittaa että passivinen talo on toteutettavissa huolimatta paikallisista tekijöistä kuten rakennustavasta, materiaalsen saatavuudesta tai määräyksistä.

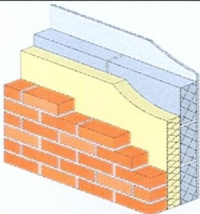
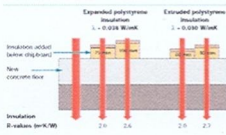
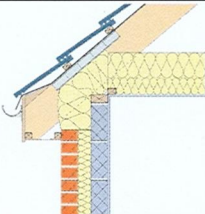
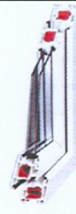

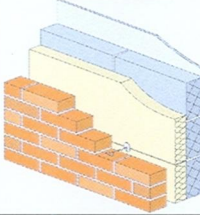
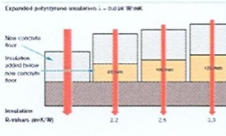
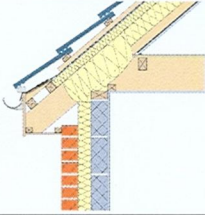
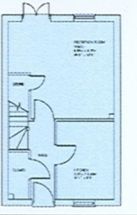
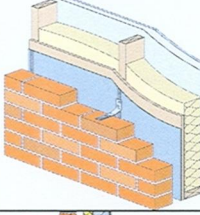
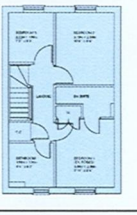
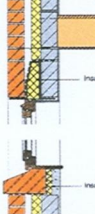
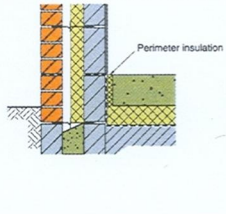
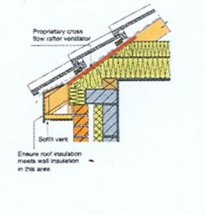

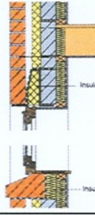
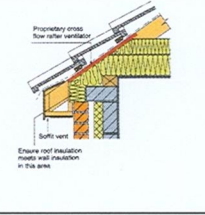

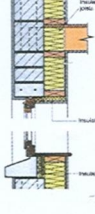
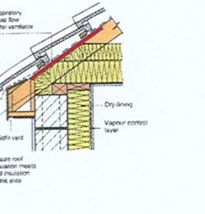

Figur 1 Esimerkkejä hyväksi koetuista ulkovaipparakenteista.

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

Figur 2 Esimerkkejä eri maiden ulkovaipoista ja yksityiskohdista.

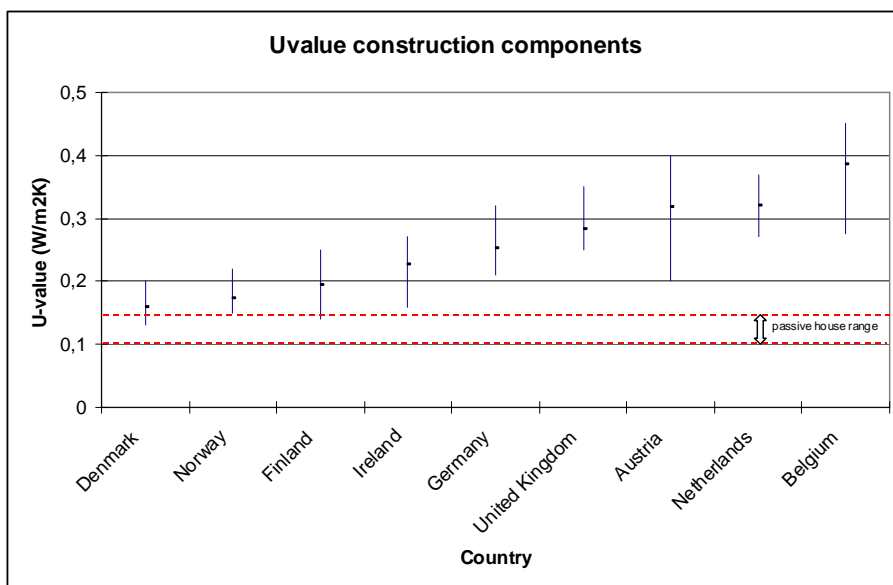
	Facade Out – In	Floor	Roof	Window Out - In	Construction/ Photograph
Germany					
Belgium					
Norway					
Austria					
Netherlands					
Denmark					

Figur 3. Esimerkkejä hyväksi koetuista ulkovaippayksityiskohdista

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

Seinät , katot ja lattiat

Kuvassa 4 on esitetty passivisen talon lämmöneristysvaatimukset verrattuna yleiseen käytäntöön eri maissa.

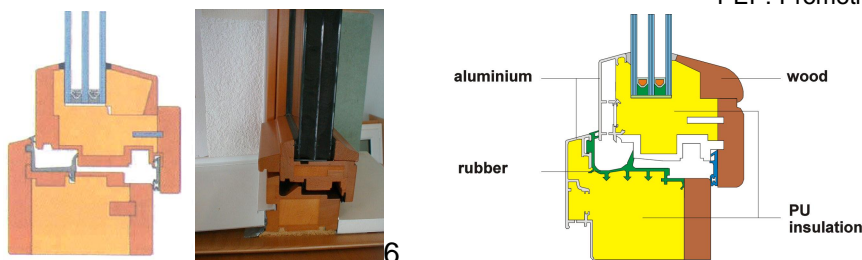


Kuva 4. Eri rakennusosien (seinä, katto, lattiat) U-arvojen keskiarvoja eri maissa verrattuna passivisen talon tavoitearvoon.

Eri maissa toteutetut U-arvot vaihtelevat välillä 0,16-0,39 W/m²K. Skandinaviassa on paras esitys ja ne ovat lähimpänä passivisen talon vaatimuksia. Muissa maissa ulkovaipan toiminta on kaukana passivisen talon vaatimuksista.

Ikkunat ja ikkunakarmit

Ikkunat, joiden karmirakenteiden U-arvot ovat alle 0,8 W/m²K (Kuva 5), eivät ole kovin yleisiä. Suomessa karmiosan U-arvo on tyypillisesti 1,0 – 1,4 W/m²K. Lasirakenteiden U-arvotavoite 0,8 W/m²K ei ole ongelma, ja erilaisia ratkaisuja on laajalti tarjolla.



Kuva 5: Esimerkkejä ikkunaratkaisusta. Ikkunan U-arvo on $U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Lähde: Passiefhuis-Platform vzw

Rakentamisen esteet ja kannustimet

Eri Euroopan maissa on tunnustettu passiivisen talon rakentamisen teknisiä esteitä tai kannustimia. Näitä ovat mm.:

Suomi: Rakennusten perustusten routasuojaus rajoittaa alapohjien lämmöneristämistä.

Erilaisilla ulkoseinärakenteilla (puu-, harkko-, teräs-, betoni-, tiilirakenteet) saavutetaan rakentamistavan edellyttämä hyvä lämmöneristystaso.

Tavanomaisten ikkunaratkaisujen U-arvot ovat $0,8 - 1,4 \text{ w/m}^2\text{K}$.

Rakentamistavan edellyttämiä ulko-ovia on saatavilla ($U \sim 0,4 - 1,4 \text{ w/m}^2\text{K}$)

Itävalta: Rakentamisen kannustimena on ulkovaipan eri komponenttien hyvä saatavuus.

Tanska: Matalaenergiaikkunoiden saatavuus.

Saksa: Peristeisellä kivirakentamisella ei saavuteta passiivisen talon edellyttämää lämmöneristystasoa.

Alankomaat: Peristeisellä kivirakentamisella ei saavuteta passiivisen talon edellyttämää lämmöneristystasoa.

Passiiviseen talon soveltuvia ikkunoiden karmiratkaisuja ei ole saatavilla.

Norja: Passiiviseen talon soveltuvia ikkunoiden karmiratkaisuja ei ole saatavilla..

Iso-Britannia: Peristeisten ulkoseinien lämmöneristävyttä ei pystytä parantamaan passiivisen talon edellyttämälle tasolle. Erilaisilla paneliratkaisuilla eristystaso saavutetaan.

Rakentamisen laatu ja osaamisen taso ovat este.

Suurten rakennusliikkeiden halukkuus ottaa käyttöön uusia yläpohjaratkaisuja on este. Kuitenkin tarvittavia komponentteja on saatavilla.

Lattiaeristeiden painuminen on este.

 PEP: Promotion of European Passive Houses

Passiiviseen talon soveltuvia ikkunaratkaisuja ei ole saatavilla. Ikkunoiden karmiratkaisut (lämmöneristävyys ja ilmanpitävyys) ovat heikkolaatuisia verrattuna muihin EU-maihin.

Ulko-ovien ilmanpitävyys ja kylmäsillat ovat ongelma.

Irlanti

Yksityisten rakennuttajien asenteet

Rakennusalan korkeasuhdanne

Rakennuspaikan heikko arviointi

Rakennustyön huonom laatu

rakennusten huono ilmanpitävyys

Passiiviseen taloon soveltuvien ratkaisujen puute

Perinteiset kivimateriaaleihin perustuvat rakentamistavat ovat ongelma useassa maassa. Jotta asetettuihin tavoitteisiin päästäisiin, on erilaisia detaljeja ja itse rakennusjärjestelmiä kehitettävä. Uudet suomalaiset hyvin lämpöä eristävät kivrakentamisen ratkaisut ovat kuitenkin soveltuvia passiivisen talon rakenteiksi. Keski-Eurooppalaista rakentamisperinnettä on kuitenkin kehitettävä.

Yleinen ongelma on kuitenkin rakentamisen laatu, joka vaatii myös Suomessa kehittämistä. Samaten eri maissa on syytä yhä kehittää uusia ulkovaipan rakenneratkaisuja. Suomessa erityisesti alapohjien eristämiseen tulee kiinnittää huomiota.

Useissa maissa myös passiivisen talon ikkunoiden saatavuus on huono. Suomalinen ikkunateknologia parhaimmillaan on riittävää, mutta etenkin karmi- ja puiterakenteita tulisi kehittää.

Toimijat

Passiiviseen taloon soveltuvia lämmöneristysratkaisuja kehitetään eri maissa. Esimerkkejä näistä tahoista on alla.

Itävalta: Gemeinschaft Dämmstoff Industrie - www.gdi.at

Passiv Haus Institut hyväksymät tuotevalmistajat - www.passiv.de

Iso-Britannia: Valmsitaloteollisuus, lämmöneristysteollisuus,

Lasi- ja ulko-oviteollisuus

Alankomaat: Lämmöneristysteollisuus, ikkuna- ja oviteollisuus (Glas Branche Organisatie: www.glasnet.nl)

Suomi: Lämmöneristysteollisuus, Hyvin eristettyihin rakenteisiin erikoistunut valmisteollisuus

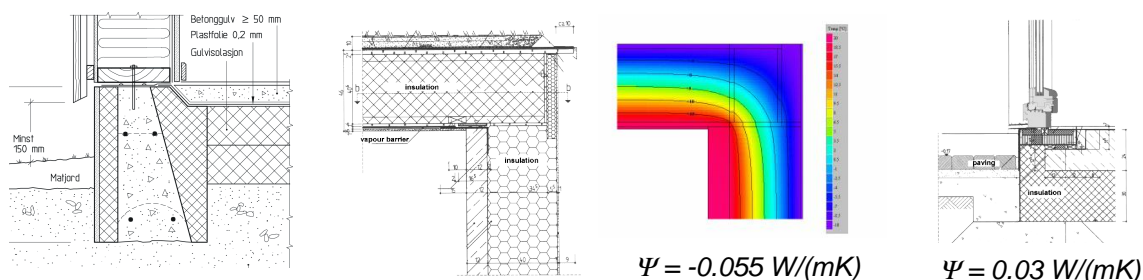
Irlanti: Lämmöneristysteollisuus

Norja: Lämmöneristys- ja ikkunateollisuus

2.2 Kylmäsillat

Kuvaus

Passiivisen talon perusominaisuus on kylmäsiltojen katkaisu. Detaljirakenteiden viivamaiselle lämpökonduktanssille on asetettu tavoitearvo $< 0,01 \text{ W/mK}$. Tämä koskee erityisesti ikkuna-, ovi- ja nurkka liitoksia sekä rakennuosien välisiä liitoksia.



Kuva 6 Viivamainen lämpökonduktanssi $Y \leq 0,01 \text{ W/mK}$, Lähteet: SINTEF, PHI, ProKlima

Viivamaisen konduktanssin toteutuneet tavoitearvot

Kylmäsiltojen minimointi edellyttää tavanomaiseen rakentamiseen verrattuna detaljirakenteiden kehittämistä (kuvat 1 ja 6). Viivamainen lämpökonduktanssi on vaihdellut toetutetuissa kohteissa $-0,03$ ja $0,01 \text{ W/mK}$ välillä. Negatiivinen arvo tarkoittaa, että detaljirakenteen lämmöneristävyys on muuta rakennusosaa parempi.

Kehitystarve

Tavanomaisessa rakentamisessa viivamainen lämpökonduktanssi vaihtelle $0,03$ ja $0,3 \text{ W/mK}$ välillä. Suomessa kehitystarve koskee puu- ja teräsrakentamisessa erityisesti rakennuksen nurkka- ja kulmaliitoksia. Kivirakentamisessa myös aukkojen ylityspalkkien ja lattia-ulkoseinäliitosten ominaisuuksia tulee parantaa. Sen sijaan itse ulkoseinien lämmöneristysolle on olemassa erilaisia vaihtoehtoja.

Esteet ja kannustimet

Eri Euroopan maissa on tunnistettu kylmäsiltojen passiivisen talon rakentamisen teknisiä esteitä tai kannustimia. Näitä ovat mm.:

Belgia: Osaamisen ja ratkaisujen puute

Tanska: Osaamisen puute

Alankomaat: Urakoinnin ja valvonnan tiedon ja osaamisen puute. Teollisella rakentamisella

voidaan osa ongelmista ratkaista.

Norja: Urakoitsijoiden vaihteleva osaamisen taso.

UK: Ratkaisujen ja opastuksen puute.

Saksa: Hyviä ratkaisuja on saatavilla, mutta osittain esteeksi muodostuu suunnittelijoiden ja arkkitehtien osaamisen taso. Korjausrakentamiseen soveltuvia detaljeja on www.baudetails.info.

Suomi: Perinteisen valmistaloteollisuuden detaljiratkaisut on kehitetty tuotannon näkökulmasta. Toisaalta hyviä platform-rakenteiden detaljirakenteita on esitetty mm. www.woodfocus.fi.

Kylmäsiltojen aiheuttamien ongelmien ratkaisemiksi monissa maissa tarvitaan tietoa ja koulutusta. Standardirakenteita kehittämällä voitaisiin osoittaa perusratkaisuja, joilla kylmäsilta vaikutuksia voidaan vähentää

Toimijat

Toimijoita, joilla voi olla merkittävä rooli kylmäsiltojen vähentämiseksi on alla:

Belgia: Projektiryhmä (arkkitehti, suunnittelijat, urakoitsijat), lämmöneristysteollisuus, rakennusalan yhdistykset

Iso-Britannia: Arkkitehdit ja kiinteistön omistajat.

Alankomaat: Suunnittelijat, valmistaloteollisuus, lämmöneristysteollisuus, rakennuttajat.

Irlanti: Arkkitehdit, urakoitsijat, komponenttivalmistajat

Suomi: Rakennesuunnittelijat, valmistaloteollisuus, arkkitehdit

2.3 Rakennuksen ilmanpitävyys

Kuvaus

Ilmanpitävyys on passiivisen talon tärkeä ominaisuus. Ilmanpitävyys saavutetaan hyvällä liitostekniikalla ja huolellisella työllä. Passiivisen talon ilmanpitävyyden tavoitearvoksi on asetettu $n_{50} \leq 0,6$ 1/h (mitattu 50 Pa paine-erolla, kuva 7).

*Kuva 7 Ilmanpitävyyden mittaus painekokeella.
Lähde: www.passivhaus.de*



Tavoitearvot

Hyvän ilmanpitävyyden saavuttamiseksi on kehitetty erilaisia teknisiä ratkaisuja. Samaten tyypilliset ilmavuotokohdat on tunnistettu. Passivissa taloissa mitattu ilmanpitävyys vaihtelee $n_{50} = 0.2 - 0.61$ h⁻¹.

Kehitystarve

Rakennusten tyypillisiä ilmavuotolukuja (n_{50}) eri :

<u>Itävalta:</u>	1 h ⁻¹
<u>Belgia:</u>	7.8 h ⁻¹ (suositus: 1-3 h ⁻¹)
<u>Tanska:</u>	1.4 h ⁻¹
<u>Saksa:</u>	1.6 h ⁻¹
<u>Alankomaat:</u>	2.3 h ⁻¹
<u>Norja:</u>	2 h ⁻¹
<u>Iso-Britannia:</u>	4 h ⁻¹
<u>Suomi:</u>	1 – 3 h ⁻¹

Luvut osoittavat, että eri maissa rakennusten ilmanpitävyyteen tulee kiinnittää huomiota. Itävallassa tavanomaisen rakentamisen laatu on ainakin ilmavuotoluvun perusteella varsin korkea.

Esteet ja kannustimet

Eri Euroopan maissa on tunnustettu hyvän ilmanpitävyyden saavuttamisen teknisiä esteitä tai kannustimia. Näitä ovat mm.:

Tanska: Osaamisen puute.

Alankomaat: Urakoitsijoiden osaaminen, valvonnan puute.

Norja: Osaamisen vaihteleva taso.

Saksa: Ilmanpitävyys mitataan yhä useammin uusista taloista

UK: Rakentamisen huono laatu, valvonnan puute.

Irlanti: Työn laatu, laadunvarmistuksen puute, detaljirakenteiden suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvä osaamisen puute. Ilmanpitävyydelle ei ole kansallista vaatimusta

Suomi: Rakentamisen laatu, työtavat, detaljirakenteet, sähköasennukset. Ilmanpitävyydelle ei ole kansallista vaatimusta.

Opastus ja koulutus ovat keskeisimmät tavat parantaa rakennusten ilmanpitävyyttä, sillä ongelmaan voidaan vaikuttaa parhaiten rakentajien asenteita muokkaamalla.

Toimijat

Toimijoita, joilla voi olla merkittävä rooli ilmanpitävyyden parantamiseksi, on alla:

Itävalta: Toimijat, jotka tekevät ilmanpitävyyden mittauksia.

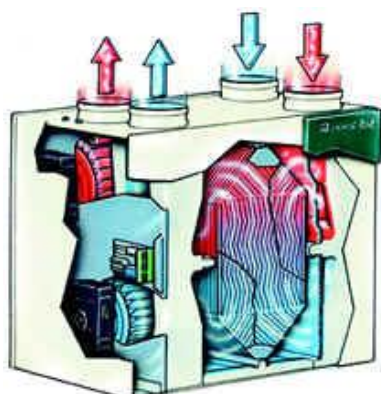
Belgia: Toimijat, jotka tekevät ilmanpitävyyden mittauksia, urakoitsijat.

Iso-Britannia: Rakennuttajat ja arkkitehdit

Irlanti: Toimijat, jotka tekevät ilmanpitävyyden mittauksia.

Suomi: Sähköurakoitsijat, rakennesuunnittelijat, arkkitehdit, valmistaloteollisuus

2.4 Ilmanvaihdon lämmön talteeotto



Kuva 8. Lämmön talteenottolaite. Lähde: /www.energiebureaulimb urg.nl

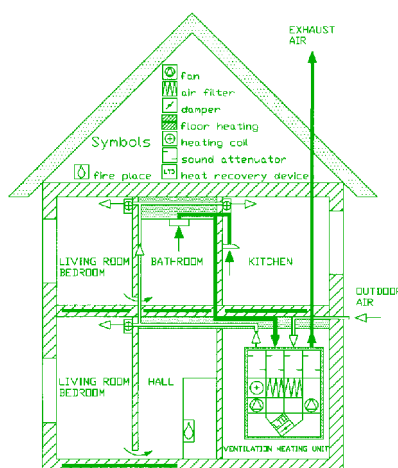
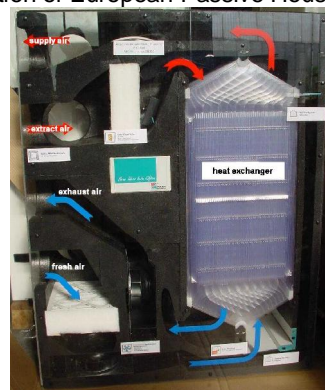


Figure 8 balanced ventilation, source: Informatiepunt Duurzaam Bouwen www.ipdubo.nl



Kuva 9 Lämmön talteenottolaite, Lähde: PHI

Kuvaus

Ilmanvaihdon lämmön talteenottoa käytetään mekaanisessa tulo- ja poistoilmavaihdossa. Ilmanvaihdon aiheuttaman lämpöhäviön pienentäminen ja ilmavuotojen minimointi ovat passiivisessa talossa merkittävimmät tavat vähentää lämmitystarvetta. Lämmön talteenottolaite ja sen toimivuus, ilmanvaihtoputkien asentaminen höyryn/ilmansulun sisäpuolelle sekä läpivientien tiivistäminen on keinoja, joilla lämmön talteenottoa tehostetaan. Poistoilma sisältämän kosteuden tiivistyminen ja sen ehkäiseminen lämmön talteenottolaitteeseen rajoittavat kuitenkin kylmässä ilmastossa talteenoton vuosihyötysuhdetta. Koska passiivisen talon lämmitystarve on pieni, voidaan talon lämmitys järjestää ilmajäähdytyksenä.

Toimivuuden varmistaminen ja tavoitearvot

Lämmön talteenottolaitteiden hyvä toimivuus varmistetaan säännöllisellä huollolla. Ilman suodattimet pitää vaihtaa riittävän usein, jotta ilman laatu pysyy hyvänä ja ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ei häiriinny. Passiivisten talojen ilmoitettu hyötysuhde on Keski-Euroopassa 75 – 90%. Suomessa kuitenkin jäätymisen esto heikentää vuosihyötysuhdetta, jolloin se on 60 – 70%.

Kehitystarpeet

Keski-Euroopan maissa ilmanvaihdon lämmöntalteenotto on hyvin harvinaista. Teknologia on kuitenkin saatavilla. Suomessa jo rakentamismääräykset edellyttävät lämmön talteenottoa tai sen korvaamista paremmalla lämmöneristyksellä, joten teknologian käyttö on Suomessa yleistä. Alle on koottu tyypillisiä lämmön talteenoton hyötysuhteita eri maista. Vaihtelu on varsin laajaa, mikä johtuu osittain hyötysuhteen määrittelytavasta. Kuitenkin paras tekniikka on passiivisen talon edellyttämällä tasolla.

- Itävalta: $\geq 75\%$ heat recovery
- Tanska: $>65\%$ heat recovery
- Alankomaat: Koneellinen poistoilmanvaihto on tyypillinen ilmanvaihtotapa. Lämmön talteenoton lämpötilakerroin on tavallisesti 95%.
- Norja: Lämmön talteenottoa ei juuri käytetä, vaikka teknologia on saatavilla
- Saksa: Lämmön talteenottoa ei juuri käytetä, vaikka teknologia on saatavilla. Hyötysuhde yleensä yli 75%
- Iso britannia: Lämmön talteenottoa ei käytetä, vaikka teknologia on saatavilla (75% taloista painovoimainen ilmanvaihto), lämpötilakerroin 85%
- Irlanti: Lämmön talteenottoa ei käytetä. Talteenottolaitteita, joilla on hyvä hyötysuhde, ei ole saatavilla.
- Suomi: Ilmanvaihdon lämmön talteenotto on lähes kaikissa uusissa taloissa. Vuosihyötysuhteet vaihtelevat välillä 50 – 70% .

Esteet ja kannustimet

Eri Euroopan maissa on tunnistettu ilmanvaihdon lämmön talteenottoa koskevia teknisiä esteitä tai kannustimia. Näitä ovat mm.:

- Itävalta: Laaja tuotevalikoima.
- UK: Ilmanvaihtojärjestelmiä on saatavilla, mutta esimerkiksi saksalaisissa passiivisissa taloissa käytettävää ilmanvaihdon jälkilämmitystä ei ole vielä kokeiltu.
- Alankomaat: Tulevat uudet energiamääräykset kannustavat ilmanvaihdon lämmön talteenoton käyttöönottoa. Toisaalta, jotta teknologia yleistyisi, tarvitaan myös siihen liittyvien palveluiden kehittämistä esimerkiksi laitteiden huoltoon liittyen. Jos ilmanvaihto ei toimi, voi teknologian maine markkinoilla kärsiä.
- Norja: Uusiin rakentamismääräyksiin tullaan todennäköisesti liittämään määräys lämmön talteenotosta.
- Irlanti: Laitteita saa vain tuontitarvikkeina. Rakentamismääräykset eivät edellytä lämmön talteenottoa.
- Suomi: Lämmön talteenotto ilmanvaihdon poistoilmasta on Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa esitetty määräys. Lähes kaikissa uusissa taloissa on täysin koneellinen ilmanvaihto ja lämmön talteenotto.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto ei ole varsinainen passiivisten talojen rakentamisen este.

Toimijat

Toimijoita ja toimenpiteitä, joilla voi olla merkittävä rooli teknologian käyttöön ottamiseksi, on alla.

Itävalta: Laitevalmistajat: www.passiv.de.

Alankomaat: Laitevalmistajat: www.stichtinghrv.nl

Iso-Britannia: Laitevalmistajat ja ilmanvaihtourakoitsijat

Irlanti: Laitevalmistajat ja ilmanvaihtourakoitsijat

Suomi: Energiatohokkaan rakentamisen yleistyminen, tiedonsiirto rakennuttajille

2.5 Ilmanvaihtokanavien ja lämpimän käyttöveden putkien lämmöneristys**Kuvaus**

Sekä ilmanvaihtokanavat että lämpimän käyttöveden putkistot tulee lämmöneristää lämpöhäviöiden minimoimiseksi. Rakennuksen lämmityksen energiankulutuksesta (tilojen lämmitys ja lämmin vesi) jopa 20% voi johtua lämpimän käyttöveden putkistojen häviöistä.

Tavoitearvot

Kanavien ja putkistojen lämmöneristämisen teknologia on käytössä jo eri maissa. Passivisten talojen eristyksissä kanavaeristysten paksuus on > 60 – 200 mm. Putkistojen eristys on tyypillisesti 0,5 x putken halkaisija



Kuva 10 Kanavalämmöneristys
Lähde: PHI

Kehitystarpeet

Kanavien ja putkien lämmöneristäminen on käytössä olevaa teknologiaa noin puolessa EU-maista. Teknologiaa on kuitenkin sovellettava, jotta passiivisten talojen edellyttämä taso saavutetaan.

Esteet ja kannustimet

Euroopan maissa ei ole varsinaisia tähän lämmöneristämiseen liittyviä esteitä. On kuitenkin tarpeellista korostaa lämmöneristämisen merkitystä, sillä esimerkiksi Suomessa kesäaikaiset lämpimän käyttöveden kiertoputkistojen lämpöhäviöt lisäävät jäähdytystarvetta. Lisäksi tarkentamisen käytäntöjä tulee kehittää eristystyön laadun ja etenkin ilmanvaihtokanavien sijoittelun suhteen tulee kehittää.

On selvää, että passiivisen talon vaatimukset eivät aseta esteitä kanavien ja putkistojen lämmöneristämiseksi, sillä teknologia on jo laajalti käytössä.

Toimijat

Jotta teknologia kehittyy, kanava- ja putkieristysten valmistajat sekä valmiiksi eristettyjen ratkaisujen tuottajat ovat avainasemassa.

2.6 Lämmöntarpeen pienentäminen ja hyvä sisäilmasto

Kuvaus

Passiivisen talon lämmöntarve on pieni. Silloin rakennuksen lämmitys voidaan hoitaa pienitehoisella lämmitystavalla. Hyvä energiatalous on keino toteuttaa hyvä sisäilmasto, sillä silloin talossa ei ole kylmiä pintoja eikä vetoisuutta. Lämmitystavalle on erilaisia vaihtoehtoja. Ilmanvaihtolämmitys soveltuu hyvin pienen energiantarpeen taloihin.

Lämmitysvaihtoehtoja

Passivisissa taloissa on käytetty erilaisia lämmöntuottotapoja kuten maalämpöratkaisuja, aurinkolämpöä, biopolttoainekattiloita sekä sähkölämmitystä. Lämmönjakotapoja ovat matalalämpötilainen rakennelämmitys (lattia- tai seinälämmitys) sekä ilmanvaihtolämmitys.

Kehitystarpeet

Tavanomaisia lämmitystapoja eri maissa on alla.

Itävalta: Pellettikattila ja aurinkolämpö lisälämmönlähteenä, vesikiertoinen matalalämpötilainen.

Belgia: Kondenssikattila (kaasu) ja radiaattorilämmitys, termostaatit.

Tanska: Kaukolämpö ja vesikiertoinen lattialämmitys, termostaattisäätö.

Saksa: Kondenssikattila ja radiaattorilämmitys, patteritermostaatit.

Alankomaat: Kondenssikattila (kaasu) ja radiaattorilämmitys, Matalalämpötilaisia radiaattoreita ja lattialämmitystä käytetään jonkin verran

Norja: Sähkölämmitys, radiaattorit ja termostaattisäätö

Iso-Britannia: Kondenssikattila (kaasu)

Irlanti: Öljy- tai hiilikattila, radiaattorilämmitys

Suomi: Lämmöntuottotapoja pientaloissa suora sähkölämmitys, varaava sähkölämmitys, maalämpö, öljy- tai biopolttoainekattila. Kerrostaloissa

kaukolämpö. Lämmönsäätö huonekohtaisesti.

Passiivisen talon lämmönjako on yleensä aina matalalämpöinen rakennelämmitys tai ilmanvaihtolämmitys. Keski-Euroopassa käytetään myös aurinkolämpöä lisälämmönlähteenä. Tavanomaisessa rakentamisessa käytetään useimmiten korkealämpötilaista lämmönjakoa ja kattilalämmitystä.

Esteet ja kannustimet

Eri Euroopan maissa on tunnistettu ilmanvaihdon lämmön talteenottoa koskevia teknisiä esteitä tai kannustimia. Näitä ovat mm.:

Itävalta: Hyviä lämpöpumppuratkaisuja on saatavilla, mutta niille olisi kehitettävä vaihtoehtoisia ratkaisuja. Uusiutuvaan energiaan perustuvia kokonaiskonsepteja ja laitekokoja tulee vielä kehittää, jotta kokonaisenergian tarve saadaan mahdollisimman pieneksi. Aurinkolämmön käyttö on Itävallassa asukaslukuun suhteutettuna suurinta maailmassa. Suuret aurinkolämpöjärjestelmät ja niiden asentamistekniikka vaativat kehittämistä. Pientalojen aurinkolämpöjärjestelmät ovat 'plug & play' -tyyppisiä valmiita ratkaisuja.

Saksa: Ei teknologiasta johtuvia esteitä

Tanska: Taloyhtiöt pelkäävät lämmönriittävyttä äärimmäisissä ilmasto-olosuhteissa. Kaukolämpöön ja maakaasun käyttöön liittyvät vaatimukset ovat ongelma.

Alankomaat: GIW-takuun (lämmityskapasiteetin riittävyys) vaikutukset.

Norja: Pienitehoisten biopoltoainekattiloiden puute, kustannustehokkaiden vesikiertoisten lämmitysratkaisujen puute sekä käyttöveden lämmitykseen soveltuvien lämpöpumppujen puute. Aurinkolämpöratkaisuille on vain yksi toimittaja. Kaukolämpöön liittyvän lainsäädännön aiheuttamat rajoitukset muiden lämmitystapojen soveltamiselle.

UK: Pieneen lämmitystehontarpeeseen soveltuvien lämmityslaitteita ja ilmanvaihtolämmitykseen soveltuvia ratkaisuja ei ole saatavilla. Lämpöpumppujen kustannustehokkuus on huono verrattuna kaasulämmitykseen. Kaukolämmön käyttöönottoa hidastaa rakennuttajien suomima talokohtainen lämmitys. Valtiovalta tukee suurten yhteistuotantolaitosten (CHP) käyttöönottoa. Pienet CHP-laitokset voivat olla markkinoilla halutumpi ratkaisu. Aurinkolämpöä ei juuri käytetä, vaikka teknologia on saatavilla. Vuonna 2006 voimaan tulevat uudet energiamääräykset edistävät aurinkolämpöä. Kuluttajat haluavat keskuslämmityksen ja tulisijan.

Suomi: Passiivisen talon lämmöneristys on nykyisiin energiatehokkaisiin taloihin verrattuna parempi. Siten rakentaminen edellyttää rakenneratkaisujen kehittämistä vieläkin paremmin lämpöä eristäviksi.

Tiedon puute ja ratkaisujen toimivuuden arviointityökalujen puute ohjaavat kuitenkin rakentamista tavanomaiseen tuotantoon. Samoin pysyminen

PEP: Promotion of European Passive Houses

tutuissa ratkaisuissa ja teknologioissa ja uusien teknologioiden huono tunteminen ohjaavat suunnittelua tavan-omaisiin ratkaisuihin.

Hintakilpailu ylläpitää tavanomaista rakentamista. Investointi- ja pääomakulut ohjaavat päätöksentekoa. Elinkaarikustannuksia ja rakennuksen arvonkehitystä ei vielä mielletä tärkeiksi. Energiatehokkaiden talojen markkinoilla tarjonta ei vastaa kysyntää

Toimijat

Toimijoita ja toimenpiteitä, joilla voi olla merkittävä rooli energiatehokkaan teknologian käyttöön ottamiseksi, on alla.

Itävalta: Sertifioidut ratkaisut - www.passiv.de.

Belsia: Tiedotusvälineet

Alankomaat: Järjestelmätuottajat

Iso-Britannia: Laitevalmistajat ja asennusliikkeet

Irlanti: Laitevalmistajat ja asennusliikkeet

Suomi: Tiedonvälitys, kokonaisratkaisujen systemaattinen kehittäminen ja kokonaisuuden hallinnan välineet.

2.7 Sisäilman laatu tehokkaalla ilmanvaihdoilla

Kuvaus

Hyvä sisäilman laatu on keskeinen tekijä asukkaille. Ilmanvaihtojärjestelmän asuntoon tuoma ulkoilmavirta on ratkaiseva tekijä sisäilman laadun kannalta. Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmä poistaa likaantunutta ilmaa pääasiassa keittiöstä ja märkätiloista. Tämä ilma sisältää kemiallisia ja biologisia epäpuhtauksia, jotka ovat peräisin ihmisistä, asumistoiminnoista, rakennusmateriaaleista, kalusteista sekä matoista ja muista sisustustekstiileistä kulumisen ja ikääntymisen seurauksena. Koska passiivisen talon ulkovaippa on äärimmäisen ilmanpitävä, ilmanvaihto tulee järjestää hallitusti ja ilmavirrat mitoittaa riittäviksi. Ilmanvaihdon ja muun talotekniikan aiheuttama melu tulee ottaa suunnittelussa ja toteutuksessa huomioon ja vaimentaa riittävästi. Vaipan hyvä lämmöneristystaso yleensä parantaa rakennuksen vaipan ääneneristävyyttä. Matala taustamelutaso voi herkistää asukkaiden kuuloaistia kuulemaan talotekniikan melun aikaisempaa häiritsevämpänä.



Kuva 11. Ilmansuodattimet tulee

PEP: Promotion of European Passive Houses
*vaihtaa riittävän usein, jotta ilman
 laatu pysyy hyvänä ja
 ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ei
 häiriinny. Lähde: AEE Institut für
 Nachhaltige Technologien*

Ilmanvaihdon tavoitearvot

Passiivisen talon ilmanvaihdon mitoitus perustuu ilman kosteuden hallintaan. Ilmanvaihdon tavoitearvo on $\geq 0,4$ vaihtoa tunnissa tai $30 \text{ m}^3/\text{h}$ ($8 \text{ dm}^3/\text{s}$) henkeä kohti. Jos rakentamismääräysten osassa D2 edellytetään suurempia ilmavirtoja, käytetään niitä. Suurempien ilmavirtojen lämpöhäviötä lisäävä vaikutus on tasattava muualla, esimerkiksi lämmöntalteenottoa parantamalla tai vaipan lämmöneristävyyttä parantamalla. Keski-Euroopassa tehtyjen passiivisten talojen seurantatutkimusten mukaan niiden ilmanvaihtokertoimet ovat $0,22 - 0,69$ vaihtoa tunnissa.

Ilmanvaihdon vaatimukset eri maissa

Kaikissa maissa minimi-ilmanvaihtovaatimus $0,4$ vaihtoa tunnissa täyttyy (lista alla). Useissa maissa kansalliset määräykset edellyttävät hieman passiivisen talon minimivaatimuksia suurempaa ilmanvaihtoa. Alankomaissa vaaditaan tämän taulukon mukaan suurimmat ilmanvaihtokertoimet.

<u>Suomi:</u>	$0,5 - 0,7 \text{ h}^{-1}$ tai $6 \text{ dm}^3/\text{s}$ ($22 \text{ m}^3/\text{h}$) henkeä kohti, ulkoilmavirta $0,5 (\text{dm}^3/\text{s})/\text{m}^2$.
<u>Itävalta:</u>	$\geq 0,4 \text{ h}^{-1}$ tai $30 \text{ m}^3/\text{h}$ henkeä kohti
<u>Belgia:</u>	$\geq 0,4 \text{ h}^{-1}$ tai $30 \text{ m}^3/\text{h}$ henkeä kohti (pakollinen vuodesta 2006 lähtien Flanderin maakunnassa)
<u>Tanska:</u>	$\sim 0,5 \text{ h}^{-1}$
<u>Saksa:</u>	$\sim 0,5 \text{ h}^{-1}$
<u>Alankomaat:</u>	$\sim 0,9 \text{ h}^{-1}$
<u>Norja:</u>	$\sim 0,5 \text{ h}^{-1}$
<u>Iso-Britannia:</u>	$\sim 0,61 \text{ h}^{-1}$ (suositus kansallisessa asiakirjassa $0,5 - 1,0 \text{ h}^{-1}$)
<u>Irlanti:</u>	Rakentamismääräysten suositukset: - perusilmanvaihto aukoilla, joiden kokonaispinta-ala on vähintään 6500 mm^2 , ja - nopeaa tuuletusta varten aukot, joiden kokonaispinta-ala on vähintään 5 % huoneen lattiapinta-alasta. Koneellinen ilmanvaihto: $30 \text{ dm}^3/\text{s}$ koneellinen poisto keittiöstä ja

kodinhoitohuoneesta; 15 dm³/s koneellinen poisto kylpyhuoneesta.

Esteet ja kannustimet

Rakentamismääräyksissä ei ole esteitä passivisten talojen toteuttamiseksi.

Passiivisten talojen tavanomaista huomattavasti parempi ilmanpitävyys edellyttää ilmanvaihdolta jatkuvaa toimintaa ja riittäviä ilmavirtoja. Suunnittelu- ja toteutusvirheet näkyvät lopputuloksessa, talon hataruus ei niitä peitä. Käytännön toteutukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Toimijat

Toimijat, jotka voivat merkittävästi vaikuttaa sisäilman laatuun ja ilmanvaihtoon rakentamisprosessissa ovat alla.

Suomi: Laitevalmistajat, suunnittelijat, asennusliikkeet, rakennuttajat, viranomaiset.

Belgia: Asennusliikkeet, rakennuttajat

Alankomaat: Rakennuttajat (www.neprom.nl), ilmanvaihtojärjestelmien valmistajat (www.stichtinghrv.nl), rakennustarkastajat, asukkaat

Norja: Ilmanvaihtoinsinöörien yhdistys.

2.8 Ikkunat ja niiden suuntaus aurinkoon nähden

Kuvaus

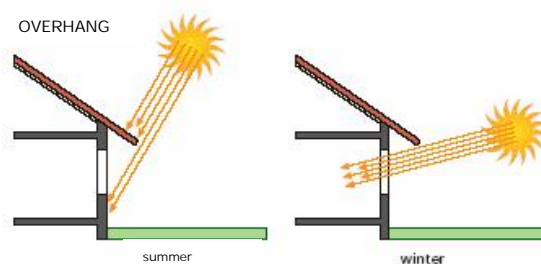
Keski-Euroopan ilmastosta poiketen Suomen ilmastossa passiivisen talon ikkunoiden suuntaaminen aurinkoon ei pienennä oleellisesti lämmitysenergiankulutus. Sen sijaan kesäaikaisen auringon säteilyn sisääntulon estäminen on Suomessakin tärkeää.

Ikkunan hyvä auringon säteilyn läpäisy ja optimaalinen suuntaus (etelään) mahdollistaa auringon säteilylämmön maksimaalisen hyödyntämisen. Räystäitä ja muita varjostavia rakenteita voidaan käyttää pienentämään aurinkokuormaa kesällä. Talvella aurinko pääsee paistamaan matalalta esteettä sisään.

Yleensä passivisissa taloissa käytetään hyvin lämpöäeristävää kolmilasista ikkunaa, jonka puitteet on lämpöeristetty. Keski-Euroopan ilmastossa sisään tulee enemmän auringon lämpöenergiaa kuin ikkunan lämpöhäviö ovat.

Tavoitearvot

Passiivisten talojen ikkunoiden auringon säteilyn kokonaisläpäisykerroin on vähintään 45 %.



Kuva 12. Varjostusratkaisuja. Lähde: Novem, 2000, "De zon in stedenbouw en architectuur"

Kehitystarve

Tyypilliset auringon säteilyn läpäisykertoimet esitetään alla:

<u>Suomi:</u>	60-70%
<u>Itävalta:</u>	>50%
<u>Belgia:</u>	60-70%
<u>Saksa:</u>	58%
<u>Alankomaat:</u>	60-70%
<u>Norja:</u>	60-70%

Iso-Britannia: >50%

Irlanti >50%

Passiivisen talon standardissa auringon säteilyn läpäisyssä käytetään yleensä tavanomaisen ratkaisun arvoja, mutta käytännössä tavanomaista pienempi lämmönläpäisy (U-arvo) pienentää myös auringon säteilyn läpäisyä. Tämä on otettava suunnittelussa huomioon.

Esteet ja kannustimet

Ei suuria esteitä. Ikkuna- ja lasiratkaisu pitää kuitenkin valita tilanteen ja tarpeiden mukaan.

Esteet ja kannustimet ikkunoiden ja niiden suuntauksen kannalta ovat alla.

Suomi: Yliämpöongelmia pelätään. Varjostuksilla ratkaistavissa.

Belgia: Rakentajat eivät ole tottuneet käsittelemään raskaita lasielementtejä. Tämä vaatii lisätyötä ja nostolaitteita. Lasipuite asennetaan yleensä viimeisenä.

Iso-Britannia: Tontti ja paikalliset olosuhteet voivat rajoittaa suuntausta. Etelään suuntausta suositellaan rakentamismääräyksissä.

Irlanti: Kolmilasisia ikkunoita ei valmisteta Irlannissa, joten ovat tuontitavaraa.

Suuntaus tulee optimoida paikallisten olosuhteiden mukaan.

Toimijat

Toimijat, jotka voivat merkittävästi vaikuttaa suuntaukseen ja ikkunoiden säteilynläpäisyominaisuuksiin rakentamisprosessissa ovat alla.

Suomi: Suunnittelijat, arkkitehdit, lasivalmistajat, ikkunavalmistajat.

Belgia: Suunnittelijat, arkkitehdit, lasivalmistajat, ikkunavalmistajat.

Iso-Britannia: Suunnittelijat, rakennuttajat.

Alankomaat: Arkkitehdit, suunnittelijat, lasivalmistajat (Glas Branche Organisatie: www.glasnet.nl).

Irlanti: Suunnittelijat, arkkitehdit, rakennuttajat.

2.9 Käyttöveden (aurinko) lämmitys

Kuvaus

Kuten kaikki asuinrakennukset, myös passiivinen talo tarvitsee lämpimän käyttöveden lämmitysjärjestelmän. Käyttöveden lämmitysjärjestelmän tulee olla energiatehokas ja

tehomitoitukseltaan passiiviseen taloon sopiva. Yleensä käyttöveden lämmitysjärjestelmä on osa tilojen lämmitysjärjestelmää. Usein niissä hyödynnetään lisäksi aurinkolämpökeräimiä.

Ratkaisumallit

Passiivisten talojen käyttövesi voidaan lämmittää kaukolämmöllä, maalämpöpumpulla lisättynä aurinkolämpökeräimillä (1-2 m² keräinpinta-alaa henkeä kohti, kaasulämmittimellä, pienellä biopolttoaineella tai kaasulla toimivalla kattilalla lisättynä aurinkolämpökeräimillä.

Kehitystarve

Käyttöveden lämmityksen nykykäytäntö esitetään alla:

Suomi: Kaukolämpösiirrin, öljykattila, käyttövesivaraaja (yösähkö), maalämpöpumppu.

Itävalta: Puupellettikattila aurinkolämpökeräimillä yhdistettynä tilojen lämmitykseen.

Belgia: Kaasukattila yhdistettynä tilojen lämmitykseen.

Tanska: Kaukolämpösiirrin, maakaasu- tai öljykattila yhdistettynä tilojen lämmitykseen.

Saksa: Kondenssikattila (kaasu) käyttövesivaraajalla yhdistettynä tilojen lämmitykseen.

Alankomaat: Kondenssikattila (kaasu) ilman varaajaa yhdistettynä tilojen lämmitykseen.

Norja: Käyttövesivaraaja (sähkö) yhdistettynä tilojen lämmitykseen.

Iso-Britannia: Kondenssikattila (kaasu) pienellä käyttövesivaraajalla, jonka latausaika on noin 15-25 min.

Irlanti: Puupellettikattila aurinkolämpökeräimillä yhdistettynä tilojen lämmitykseen.

Suurimmat erot passiivisen talon tavoitteisiin nähden ovat lämmönlähteissä. Yleensä lämmönlähde on kaasu. Passiivisen talon käyttövesi lämmitetään yleensä aurinkolämmöllä varaajassa ja jollain toisella energiatehokkaalla lämmönlähteellä.

Esteet ja kannustimet

Esteet ja kannustimet passiivisten talojen käyttöveden aurinkolämmityksen kannalta ovat alla.

Suomi: Ei sovi yhteen kaukolämmön kanssa (kesällä kaukolämmöstä on ylitarjontaa, paluuveden lämpötilan nouseminen heikentää voimalaitosprosessin hyötysuhdetta), aurinkolämpöä tulee vain kesällä.

Itävalta: Uusiutuvia energialähteitä hyödyntäviä järjestelmiä tulee kehittää edelleen sopiviksi pienimpään energiantarpeeseen. Suunnittelu- ja asennusosaamisessa on kehitettävää.

- Belgia: Belsolar sertifioi aurinkolämmitysjärjestelmiä. Käyttövesijärjestelmien legionellariskien välttäminen. Käyttöveden lämmöntalteenottojärjestelmien puute.
- Tanska: Kaukolämpöliittymispakko, on tosin poistumassa matalaenergiataloilta uusista rakentamismääräyksistä.
- Saksa: Ei esteitä.
- Alankomaat: Kompakteja käyttöveden lämmöntalteenottolaitteita ei ole. Puute energiatehokkaista pienitehoisista lämpöpumpuista
- Norja: Puuttuu pienitehoisia passiivisiin taloihin soveltuvia biopolttoaineella toimivia lämmittimiä, edullisia vedenlämmitysjärjestelmiä ja aurinkolämpötoimittajia. Kaukolämpöpakko. Kannustimena on tuleva energiamerkintäjärjestelmä.
- Iso-Britannia: Aurinkolämmitys ei ole yleistynyt, mutta se on kustannustehokasta ja järjestelmiä on saatavissa koko maassa.
- Irlanti: Runsaasti käyttöveden aurinkolämmitysjärjestelmiä on saatavissa. Puutteellinen koulutus ja henkilösertifiointi suunnittelijoille ja asentajille. Rahoitusjärjestelmät aurinkolämmityksen tukemiseksi puuttuvat.

Toimijat

Toimijat, jotka voivat merkittävästi vaikuttaa käyttöveden aurinkolämmityksen yleistymiseen passiivisissa taloissa ovat alla.

- Suomi: Laitevalmistajat, suunnittelijat, viranomaiset.
- Itävalta: Austrian Association for promoting Solar thermal energy www.austriasolar.at
- Belgia: Associations like Belsolar, ODE-Vlaanderen, IDEG.
- Alankomaat: Järjestelmätoimittajat.
- Norja: Järjestelmävalmistajat ja -toimittajat.
- Iso-Britannia: Lämpöpumppuasentajat. Aurinkolämpöasentajat ja -valmistajat. Viranomaiset, paikalliset kehityskeskukset, suuret rakennuttajat.
- Irlanti: Irish Solar Energy Association, Solar Energy Group, DIT. Järjestelmien asentajat.

2.10 Energiatehokkaat laitteet & valaistus

Kuvaus

Euroopan komission raportin mukaan kotitalouslaitteiden ja valaistuksen energiankulutus on merkittävä asia:

*“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.”*

Energiatehokkuus on perusasia passiivisten talojen suunnittelussa, mutta kotitalouslaitteiden energiatehokkuutta ei ohjeissa käsitellä yksityiskohtaisesti. Niiden sähkönkulutus on kuitenkin merkittävä osa kokonaiskulutusta kuten yllä esitetään. Parantamalla kotitalouslaitteiden energiatehokkuutta voidaan vaikuttaa merkittävästi asunnon energiankulutukseen.

Kotitalouslaitteet eivät välttämättä kuulu suunnittelijan ja rakentajan valittaviksi tai toimitukseen. Varustustaso vaihtelee runsaasti eri maiden välillä.

Vaikuttaakseen kotitalouslaitteiden ja valaistuksen energiatehokkuuteen on EU antanut kaksi täydentävää lakia:

- **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.

Tavoitearvot

Passiivinen talo kuluttaa 50 % vähemmän energiaa kuin vastaava tavanomainen talo CEPHEUS-tutkimuksen mukaan. Tämä on yhdenmukainen arvo passiivisen talon määritelmän mukaisen kokonaisenergiankulutuksen (42 kWh/m²) kanssa. Tämä edellyttää energiatehokkuusluokan A tai B mukaisia laitteita ja valaistusta. Energiatehokkuusluokan A++ mukaisia laitteita ja luokan A mukaisia valaistuslaitteita on saatavilla.

Kehitystarve

Kotitalouslaitteiden ja valaistuksen energiatehokkuuden nykytaso esitetään alla:

Suomi: Kotitalouslaitteiden energiatehokkuus on yleensä A tai B luokkaa. Valaistuksen energiatehokkuus on parantunut pienloistelamppujen yleistymisen myötä.

Itävalta: Suositellaan A tai B-luokan energiansäästölamppuja.

Belgia: Ei vaatimuksia.

Tanska: Ei vaatimuksia.

Saksa: Ei vaatimuksia.

Alankomaat: Ei vaatimuksia.

Norja: EU:n energiamerkintä.

Iso-Britannia: Kotitalouslaitteiden energiatehokkuus on yleensä A tai B luokkaa. Valaistuksesta 30 % on oltava matalaenergiavalaistusta.

Irlanti: Energiatehokkuus on yleensä A tai B luokkaa.

Yleisesti voidaan todeta, ettei EU-lainsäädännön lisäksi ole juurikaan vaatimuksia kotitalouslaitteiden energiatehokkuudelle. Tämän vuoksi 50 % energiasäästön toteuttamiseen verrattuna nykykäytäntöön on hyvät mahdollisuudet ja runsaasti käyttämättömiä keinoja.

Esteet ja kannustimet

Esteet ja kannustimet passiivisten talojen kotitalouslaitteiden ja valaistuksen energiatehokkuuden parantamiseksi ovat alla.

Iso-Britannia: D-luokkaa huonompia laitteita ei ole enää markkinoilla.

Norja: Tuleva energiamerkintäjärjestelmä parantaa tilannetta.

Kotitalouslaitteiden ja valaistuksen energiatehokkuuden parantamismahdollisuudet riippuvat siitä, kuka laitteet valitsee ja missä rakennusprosessin vaiheessa.

Toimijat

Toimijat, jotka voivat merkittävästi vaikuttaa kotitalouslaitteiden ja valaistuksen energiatehokkuuden parantamiseen passiivisissa taloissa ovat alla.

Suomi: Laitevalmistajat, suunnittelijat, omistajat.

Belgia: Rakennusten omistajat, Groen Licht Vlaanderen.

Alankomaat: Laitevalmistajat, asukkaat.

Norja: Laitemyyjä.

Irlanti: Rakentajat, talon omistajat.

2.11 Yhteenveto

Rakennuksen ulkovaipan hyvä lämmöneristystaso, kylmäsiltojen katkaisu ja hyvä ilmanpitävyys ovat passiivisen talon tunnusmerkkejä. Ilmatiiviysvaatimuksen vuoksi on kiinnitettävä erityistä huomiota ilmanvaihdon toteuttamiseen. Ilmanvaihto on avainasemassa hyvän sisäilman laadun aikaansaamisessa. Tehokas aurinkolämpöä hyödyntävä yhdistetty lämmitys- sekä lämpimän käyttöveden lämmitysjärjestelmä vaatii useissa maissa vielä erikoishuomiota.

Seuraavassa osassa on yhteenveto eri maissa esiin tulleiden käytön esteiden ratkaisemiseksi.

3 Passivisen talon tulevaisuusnäkymät

Passiivisen talon käyttöönottoon liittyy useita tekijöitä jotka on otettava huomioon. Ratkaisutarve useille asoille on noussut selvästi esiin eri maista:

- Passiivisen talon sertifiointi ja valvonta sekä siihen liittyvä dokumentointi
- Lukuarvojen täsmällisyys
- Buffer-alueiden laskenta
- Liikkuva ja/tai läpinäkyvä aurinkosuoja
- Oletusarvoisesti matalammat kertoimet sertifioimattomalle tekniikalle
- Sivurakennusten heijastuskertoimet (tuleva / nykyinen)
- Koko toiminnan kustannustehokkuus

Nämä tekijät on on jollain tavalla otettava huomioon tai ratkaistava maissa aloitettaessa passiivisen talon laajempaa käyttöönottoa. Jotkun näistä tekijöistä vaihtelevat suuresti maittain kun tass jotkin ratkaisut ovat yhtenäisiä.

Johtopäätökset

Useimmin esiintyviä esteitä eri maissa olivat tiedon ja osaamisen puute rakennusosalalla sekä passiivisen talon hyväksymien markkinoilla. Tästä johtuen pitää olla tarjolla käytännön tietoa ja ratkaisuja rakennusalan ammattilaisille. Lisäksi ratkaisusta on järjestettävä käytännön opetusta rakentajille ja rakennuttajille. Markkinoille on lisättävä tietoa passiivisen talon mahdollisuuksista.

4 Passivisen talon tulevaisuusnäkymät

Passiivisen talon käyttöönottoon liittyy useita tekijöitä jotka on otettava huomioon. Ratkaisutarve useille asoille on noussut selvästi esiin eri maista:

- Passiivisen talon sertifiointi ja valvonta sekä siihen liittyvä dokumentointi
- Lukuarvojen täsmällisyys
- Buffer-alueiden laskenta
- Liikkuva ja/tai läpinäkyvä aurinkosuoja
- Oletusarvoisesti matalammat kertoimet sertifioimattomalle tekniikalle
- Sivurakennusten heijastuskertoimet (tuleva / nykyinen)
- Koko toiminnan kustannustehokkuus

Nämä tekijät on on jollain tavalla otettava huomioon tai ratkaistava maissa aloitettaessa passiivisen talon laajempaa käyttöönottoa. Jotkun näistä tekijöistä vaihtelevat suuresti maittain kun tass jotkin ratkaisut ovat yhtenäisiä.

Johtopäätökset

Useimmin esiintyviä esteitä eri maissa olivat tiedon ja osaamisen puute rakennusosalalla sekä passiivisen talon hyväksymien markkinoilla. Tästä johtuen pitää olla tarjolla käytännön tietoa ja ratkaisuja rakennusalan ammattilaisille. Lisäksi ratkaisusta on järjestettävä käytännön opetusta rakentajille ja rakennuttajille. Markkinoille on lisättävä tietoa passiivisen talon mahdollisuuksista.

Lisätietoja:

Suomi

www.vtt.fi

Belgia

www.apere.org

www.cedubo.be

www.ode.be

www.passiefhuisplatform.be

Saksa

www.ig-passivhaus.de

www.passiv.de

www.passivhaustagung.de

www.proklima-hannover.de

Irlanti

<http://www.sei.ie>

<http://erg.ucd.ie>

Alankomaat

www.senternovem.nl

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

Norja

www.lavenergiboliger.no

www..sintef.no/lavenergiboliger

www.passiv.no

Iso-Britannia

www.passivhaus.org.uk