

## Passiivitalosuunnittelijoiden koulutus ja sertifiointi

Ruut Peuhkuri<sup>1)</sup>, Søren Pedersen<sup>1)</sup>, Ingrid Weiss<sup>2)</sup> ja Annette Bähr<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Passiivitalo.fi Oy / Passivhus.dk ApS, Tanska

<sup>2)</sup> WIP-Renewable Energies, Saksa

<sup>3)</sup> Passivhaus Dienstleistung GmbH, Saksa

### Tiivistelmä

Äärimmäisen energiatehokkaiden rakennusten – ja erityisesti passiivitalojen – kysyntä on kasvanut räjähdysmäisesti Keski-Euroopassa mutta myös Pohjoismaissa. Matalaenergiaratkaisuihin erikoistuneiden ja osaavien arkkitehtien ja insinöörien vähyys aiheuttaa kuitenkin pullonkaulaa edistykselle sekä epävarmuutta energiatavoitteiden saavuttamisesta oikein valituilla oletuksilla ja laskentatavoilla. Viime syksynä alkaneen IEE-projektin ”Certified European Passive House Designer (CEPH)” tarkoituksena on kehittää suunnittelijoille kattava jatkokoulutus erityisesti passiivitalojen suunnitteluun. Kurssi auttaa hallitsemaan erittäin energiatehokkaan rakentamisen soveltamiseen liittyviä haasteita ja ratkaisuja. Kurssit ovat laajuudeltaan noin 2 ov ja intensiivisen opetuksen päätteeksi on koetilaisuus, jonka läpäisy oikeuttaa henkilösertifikaattiin ”Certified Passive House Designer”. Sertifikaatin myöntää saksalainen Passive House Institute, joka myös hallinnoi passiivirakennusten kansainvälistä sertifiointikäytäntöä.

### 1. Johdanto

Kiinnostus passiivitaloja kohtaan on jyrkässä nousussa ympäri Eurooppaa ja useimmat rakennusalan toimijat tuntevat käsitteen **passiivitalostandardi**. Passiivitalo-määritelmä on 1990-luvulta lähtien levinnyt Saksasta naapurimaihin standardina rakennuksille, joissa äärimmäinen energiansäästö on myös taloudellisesti kannattavaa [1]. Passiivitalojen kunnianhimoisia energiansäästö päämääriä varmistamaan ja valvomaan, perustettiin 1997 passiivitalojen sertifiointikäytäntö [2].

Passiivitalo-sertifikaatti annetaan rakennuksille, jotka täyttävät alla olevat kolme passiivitalon kriteeriä [2]:

1. Lämmitysenergiantarve  $< 15 \text{ kWh/vuosi/netto-m}^2$
2. Ilmanpitävyys  $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$
3. Primäärienergiankulutus  $< 120 \text{ kWh/vuosi/netto-m}^2$

Kriteeri 3 sisältää lämmitysenergian ja lämpimän käyttöveden lisäksi myös muun kotitalouden käyttämän energian painotettuna primäärienergiafaktoreilla.

Nämä kriteerit ovat voimassa tietyin laskentaoletuksin. Kriteerit on alun perin suunniteltu Keski-Eurooppaa varten, mutta perusidea on voimassa kaikkialla: Talot on eristettävä niin hyvin, että taloteknisiä järjestelmiä pystytään vähentämään ja yksinkertaistamaan. Näin saadaan aikaan säästöjä rakentamisvaiheessa ja passiivitalojen rakentaminen tulee taloudellisesti houkuttelevammaksi kuin vain rakennusmääräykset juuri ja juuri täyttävä rakennus.

Passiivitalostandardi on jo käytännössä rakennusmääräysten vähimmäisvaatimus monessa keskieurooppalaisessa kaupungissa ja hallintoalueella. Varsinkin julkisen rakentamisen vaatimukset ovat jo laajalti passiivitalostandardin mukaisia. Pohjoismaistakin esimerkiksi Tanskassa on jo useita päiväkoteja rakenteilla passiivitalorakennuksina.

EU-parlamentin ehdotuksella komissiolle tammikuussa 2008 oli merkittävä passiivitalokehitystä edistävä signaaliarvo: Sen mukaan vuodesta 2011 lähtien kaikki uudet lämmittämistä tai jäädyttämistä vaativat rakennukset tulisi vähintään rakentaa täyttämään passiivitalo- tai vastaavan standardin. Lisäksi jo nyt pitäisi priorisoida passiivisia lämmitys- ja jäädytysstartegioita rakennusten energiankulutuksen vähentämiseksi. [3]

Passiivitalostandardi ei tietenkään ole ainut varteenotettava erittäin tehokkaan matalaenergiarakentamisen muoto. Muitakin määritelmiä ja käsitteitä on liikkeella, mm. sveitsiläinen Minergie-konsepti [4] ja Pohjoismaissakin on jo useita erilaisia ”kansallisia” konsepteja ja määritelmiä. Periaatteet ovat kuitenkin pitkälti samoja energia- ja ekotehokkaassa rakentamisessa: rakennuksen vaipan ja ilmanvaihdon lämpöhäviöiden minimointi ja ilmais- ja uusiutuvan energian hyväksikäyttö.

Toisaalta energiatehokkaista rakennuksista elää niin kuluttajien, rahoittajien kuin päättäjien ja suunnittelijoiden mielessä sitkeitä myyttejä ja väärinkäsityksiä, jotka voivat viime kädessä vaikuttaa negatiivisesti rakennusprojektin valintoihin.

Saksassa ja Itävallassa on nähtävissä tendenssi, jossa passiivitaloihin liittyvät negatiiviset myytit ja asenteet ovat vallalla rakentajapiireissä niin kauan kuin oikea tieto ja osaaminen on vähäistä. Tiedon ja osaamisen lisääntyessä vakuuttuvat useimmat asianomaiset passiivitalojen hyvistä puolista, joista yksi tärkeimmistä on myös pyrkimys kustannustehokkaisiin ratkaisuihin.

Asiallisen ja informoivan tiedon saannissa on siis parantamisen varaa. Asiantuntijapuolella on nähtävissä vastaavanlaatuinen mutta yksityiskohtaisemman tiedon tarve: Vaikka passiivitalon periaatteet ja kriteerit ovatkin harvinaisen selvät ja yksinkertaiset, vaatii niiden toteuttaminen ja varsinkin todentaminen tarkkaa tietoa sekä oikeita laskentaoletuksia. Kiinnostus passiivitaloja kohtaan on Suomessakin hyvällä mallilla, mutta erityisesti oikeiden laskentaoletusten ja yhdenmukaisen todentamisen puute tekee passiivitalomarkkinoista ns. villin lännen, jossa melkein kuka vain voi julistaa tekevänsä passiivitalon. Energiatehokkaan rakentamisen intoa ja iloa ei tietenkään tule tappaa, mutta asiantuntevasta suunnittelusta ja toteutuksesta on joka tapauksessa vielä huutava pula.

Siksi todellinen äärimmäisen energiatehokkaan rakentamisen läpimurto ja markkinoiden vastaava kehittyminen pääsevät kunnolla käyntiin vasta kun saatavilla on tarpeellinen määrä asiansa osaavia ammattilaisia: koulutettuja arkkitehtejä ja insinöörejä, joilla on passiivitalojen suunnitteluun ja soveltamiseen liittyvien haasteiden ja ratkaisujen erikoisosaaminen. Tällä hetkellä todellisten osajien vähyys aiheuttaa pullonkaulaa edistykselle sekä epävarmuutta energiavoitteiden saavuttamisesta oikein valituilla oletuksilla ja laskentatavoilla. Asiantuntijuuden leviäminen auttaisi myös objektiivisen ja toimivan tiedon saamista rakentamisen eri toimijoiden keskuudessa.

Viime syksynä (2008) alkaneen IEE-projektin ”Certified European Passive House Designer (CEPH)” tarkoituksena on vastata omalta osaltaan lievittämään tätä asiantuntijuuden puutteellisuutta. CEPH:n tavoitteena on lyhyesti kehittää ja antaa suunnittelijoille kattava

passiivitalosuunnittelun jatkokoulutus. Kurssit, joita ensin tarjotaan sekä saksaksi että englanniksi ja projektin edessä myös osallistuvien partnereiden kansallisilla kielillä, ovat laajuudeltaan noin 2 ov ja intensiivisen opetuksen päätteeksi on koetilaisuus, jonka läpäisy oikeuttaa sertifikaattiin ”Certified Passive House Designer”. Sertifikaatin myöntää saksalainen Passive House Institute. Sertifikaatin saaneet suunnittelijat rekisteröidään tietokantaan, mikä antaa potentiaalisille rahoittajille ja rakennuttajille varmuuden valitun suunnittelijan osaamisesta toivottujen energiavoitteiden saavuttamisesta.

Tässä esitelmässä käydään läpi passiivitalosuunnittelijakoulutuksen tilanne ja esitellään koulutuksen sisältöä. Tämä esitys täydentää vuonna Rakennusfysiikka 2007 – päivillä esitettyä passiivitalojen sertifiointikäytäntöä, jossa Passivhus.dk on yksi valtuutetuista sertifioijista [2]. Ruut Peuhkuri on mukana partnerina ja kouluttajana tässä passiivitalosuunnittelijoiden koulutusohjelman suunnitteluprojektissa (CEPH). Muut kirjoittajat ovat pitkän linjan pohjoismainen passiivitalopioneeri Søren Pedersen, CEPH:n projektikoordinaattori Ingrid Weiss sekä yksi tärkeimmistä saksalaisista kouluttajista Annette Bähr.

## **2. Koulutuksen rakenne ja sisältö**

Edellä esitettyihin haasteisiin suunnittelijoiden – arkkitehtien ja insinöörien – keskuudessa on nyt herätty vastaamaan. Erityisesti kyse on ollut konkreettisen ja systemaattisen tiedon ja osaamisen puutteesta. Vuonna 2007 eza! ja Passivhaus Dienstleistung aloittivat yhdessä Passive House Institutin kanssa ensimmäisten kurssien kehittämisen ja pitämisen. Kurssien tavoitteena oli luoda ”sertifioituja passiivitalosuunnittelijoita”. Korkealuokkaisen koulutusmateriaalin kokoaminen ja kehittäminen on haastavaa ja siihen ovat osallistuneet useat passiivitalorakentamisen kokeneimmat asiantuntijat.

Kursseja alettiin tarjota myös muualla Saksassa sekä Itävallassa. Kysyntä jo saksan kielialueella on ollut valtavaa ja siksi kurssien sisällön yhdenmukaistamisen ja parantamisen lisäksi tarve nähtiin kurssien tarjoamisessa useammalla kielellä. Jo kurssien tarjoaminen englanniksi mahdollistaisi tiedon kansainvälisen levinneisyyden, mutta koska IEE-ohjelma päätti rahoittaa CEPH-projektia, toteutetaan kurssit useammalla eurooppalaisella kansallisella kielellä. Opetuksen ja materiaalin saaminen omalla kielellä on joka tapauksessa tehokkainta asioiden omaksuminen kannalta.

### **2.1 Projektikonsortio ja tehtävänjako**

Kansainvälinen projektikonsortio koostuu 12 partnerista yhteensä yhdeksästä eri EU-maasta. Suurella osalla partnereita on jo paljon kokemusta passiivitalosuunnittelun alalta, myös jatkokoulutuksen suhteen. Lisäksi monet partnerit ovat tai ovat olleet mukana lukuisissa muissa passiivitaloja käsittelevissä EU-projekteissa, mikä antaa tälle projektille hyvän synergian.

Partnereiden ensisijaiset vastualueet on jaettu seuraaviin päätehtäviin:

Kurssisisällön ja -materiaalin sekä opetusmetodin (jatko)kehitys, pilottikurssien vetäminen ja arviointi, opettajakoulutuksen kehittäminen ja vetäminen sekä todistusten valmistelu, jne.:

- eza! energie- und umweltzentrum allgäu, Kempten, Saksa
- Passivhaus Dienstleistung GmbH, Darmstadt, Saksa
- Energieinstitut Vorarlberg, Dornbirn, Itävalta

Sertifiointikokeiden järjestäminen, sertifioitujen suunnittelijoiden tietopankin ylläpito, englanninkielisen käännöksen tarkastus, laadunvarmistus, jne.:

- Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Darmstadt, Saksa

Kurssimateriaalin kääntäminen kansallisille kielille, suunnittelijakoulutuksen järjestäminen omassa maassa pätevyityjen opettajien antamana, jne.:

- La Maison Passive, Ranska
- TBZ GmbH, Etelä-Tiroli, Italia
- ECN – Energieonderzoek Centrum Nederland, Alankomaat
- Passivhus.dk ApS, Tanska
- Aarhus School of Architecture, Tanska
- Centrum pasivniho domu, Tsekin tasavalta
- IEPD – Institut pre energeticky pasivne domy, Slovakia
- University of Strathclyde, UK

Projektikoordinaattori:

- WIP – Renewable Energies, Saksa

## 2.2 Tärkeä osa ammattilaisten jatkokoulutusta

Vaikka kurseille ei olekaan pääsykokeita, on kurssien kohderyhmänä jo kokeneet ammattilaiset, jotka haluavat syventyä energiatehokkaan rakentamisen suunnitteluun. Kurssit on siis suunniteltu jatkokoulutukseksi ja siksi oletetaan että osallistujilla on sekä rakentamisen että rakennusfysiikan tuntemusta. Tällä hetkellä kurseja tarjotaan sekä yksittäisinä 2-3 päivän moduuleina että kahden viikon kokonaisuuksina. Yhteensä opetustunteja koko kurssin aikana on noin 70.

Yhtenä CEPH-projektin tavoitteena on tukea erityisesti passiivitalosuunnittelijoiden koulutusta maissa, joissa passiivirakentamisen markkinat ovat vasta kehittymässä ja siten edesauttaa tiedon ja osaamisen maantieteellistä leviämistä. Jo nyt kiinnostusta on projektikonsortion ulkopuolisista maista, joten myöhemmin kurseja tullaan todennäköisesti tarjoamaan kiinnostuksen mukaan muillakin kansallisilla kielillä.

## 2.3 Kurssien sisältö on tekninen ja käytännönläheinen

CEPH-projekti ja siten kurssien ja opetusmateriaalin kehittäminen on vielä kesken, joten kurssien lopullista yksityiskohtaista sisältöä ei ole lyöty lukkoon. Kirjallista materiaalia tulee olemaan noin 700 sivua, joista merkittävä osuus on esimerkkejä käytännössä toteutetuista ratkaisuista tai kuinka ei saisi missään tapauksessa tehdä! Konkreettisin esimerkein havainnollistetaan siis ne periaatteet ja fyysiset lainalaisuudet, joilla rakennus saavuttaa mahdollisimman pienen rakenteiden ja ilmanvaihdon lämpöhäviön sekä parhaimmalla tavalla hyödyntää lämpökuormat.

Passiivitalojen suunnitteluun kuuluu olennaisena osana myös rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen minimointi, mikä sisältää niin kodinkoneiden kuin talotekniikankin energiaoptimoiminnan jakeluverkon häviöineenkin. Tämä passiivitalon ”oikean” suunnittelun kattavuus tulee monelle asiaan vihkiytymättömälle yllätyksenä ja on siis haaste sinänsä. Kurssin käyneille viimeistään paljastuu, että passiivitaloja ei voi alkuunkaan suunnitella yksinomaan tiettyihin ohje-U-arvoihin tai ilmanvuotolukuihin pohjautuen.

Kurssien sisältö on suunniteltu täyttämään Passive House Institutin asettamat oppimistavoitteet ”sertifioiduille passiivitalosuunnittelijoille”. Oppimistavoitteet löytyvät saksalaisilta passiivitalosuunnittelijakoulutuksen sivuilta [5]. Ne sisältävät sängen yksityiskohtaisesti sen, mitä jokaisen suunnittelijan tulee tietää passiivitalojen suunnittelusta: passiivitalon määritelmästä ja kriteereistä rakenteiden ja talotekniikan tarkkaan laskennalliseen suunnitteluun ja sisäilman viihtyvyyden varmistamiseen.

Passiivitalosuunnittelun kurssin sisältö on jaettu moduuleihin aihepiireittäin. Taulukko 1:ssä on lyhyesti kuvattu kurssin sisältöä Passivhaus Dienstleistungin kurssirakenteen perusteella. Kaikissa moduuleissa teoriaa, laskentaa ja valintojen vaikutusta havainnollistetaan lukuisin esimerkein jo toteutetuista passiivitaloista.

*Taulukko 1. CEPH-kurssien sisältö moduuleittain,*

<b>Moduuli</b>	<b>Keskeinen sisältö</b>
Passiivitalostandardi	Perehtyminen energiatehokkaan rakentamisen teoreettisiin perusteisiin.
Passiivitalon suunnittelutyökalu – PHPP työpaja	Perusteellinen valmennus PHPP-laskentatyökalun käyttöön. PHPP on ehdoton apuväline passiivitaloja suunniteltaessa.
Passiivitalon ulkovaippa	Vaipparakenteiden ja ikkunoiden U-arvojen ja kylmäsiiltojen määrittäminen sekä ilmanpitävyyden ja laadunvarmistamisen periaatteet
Passiivitalon lämmitys	Pienen lämmöntarpeen erikoishaasteet talotekniikalle, myös lämmin käyttövesi, sen jakelu ja lämmönlähteet.
Passiivitalon ilmanvaihto - työpaja	Energiatehokkaan ja toimintavaran ilmastointisysteemin suunnitteluun paneudutaan konkreettisesti eikä vain teoriassa.
Passiivitalon taloudellinen kannattavuus	Perehtyminen mm. ratkaisujen elinkaarilaskelmiin.
Passiivirakentaminen saneerauskohteissa	Perehtyminen tyypillisiin haasteisiin, joihin remonttikohteissa törmätään, erityisesti kun tavoitteena on energiatehokkuus. Passiivitalokomponenttien mahdollisuudet.
Passiivitalon suunnittelu käytännössä	Koko suunnittelu- ja rakennusprosessi passiivitalotavoitteen valossa.
Kertaus - työpaja	Koko kurssin sisällön läpikäynti. Valmentaa kokeeseen.

Koska kurssi on jo tässäkin kokoonpanossa suhteellisen laaja, on siitä rajattu muutamia elementtejä pois: Kurssi käsittelee periaatteessa vain asuinrakennuksia, joten toimisto- ja liikerakennusten asettamat erikoishaasteet on jätetty pois. Toki keskeisiä passiivitalon suunnitteluperiaatteita voidaan hyödyntää näissäkin. Sama koskee myös laskentatyökalun (PassivHausProjektierungsPaket - PHPP) mahdollisuuksia, joista vain lämmöntarvevaatimusten kannalta tärkeimmät moduulit käydään läpi [6].

Yksi keskeinen osa passiivitalon suunnittelua eli kylmäsillattomien rakenteiden suunnittelu ja valinta jää myös osittain kurssin ulkopuolelle. Kurssilla selvitetään kyllä lineaariset ja pistemäiset kylmäsillat ja kuinka psi-arvot otetaan mukaan laskentaan. Mutta kylmäsillojen laskennallinen määrittäminen 2D ja 3D –laskennan avulla on osallistujien joko hallittava etukäteen, opittava erikseen tai sitten suunnittelussa on turvauduttava kollegaan, joka taitaa mallinnuksen.

## 2.4 Projektin ajankohtainen tilanne

Karkeasti ottaen CEPH-projektin työpanos keskittyy erityisesti kurssi- ja opetusmateriaalin kehittämiseen ja sen kääntämiseen saksasta seitsemälle muulle kielelle. Tällä hetkellä (alkusyksy 2009) materiaali alkaa olla valmis saksaksi ja siten käännöstyö on alkamassa.

Pilottikursseja pidettiin kesän alussa saksaksi Saksassa ja Itävallassa. Englanninkielisen materiaalin valmistuessa loppuvuodesta pidetään pilottikursseja englanniksi Itävallassa, Skotlannissa ja Tanskassa. Keväällä 2010 pidetään ensimmäiset pilottikurssit kansallisilla kielillä, mm Tanskassa. Projekti päättyy helmikuussa 2011 ja siihen mennessä noin 400 eurooppalaista insinööriä ja arkkitehtiä on saanut valmiudet passiivitalojen suunnitteluun.

Ensimmäisillä pilottikursseilla toimivat kouluttajina etupäässä saksalaiset ja itävaltalaiset kokeneet passiivirakentamisen kouluttajat. Tärkeä osa CEPH-projektia on kurssitarjonnan lisäksi laajentaa kouluttajakaartia. Kouluttajiksi valmennetaan siksi jo passiivitalojen suunnitteluun perusteellisesti perehtyneitä osajia eri maista. Uusille kouluttajille tarjotaan CEPH-projektin puitteissa myös pedagoginen koulutus.

## 2.5 Passiivitalosuunnittelijoiden henkilösertifiointi

Osana koko passiivitalorakentamisen pitkälle organisoitua laadunvarmistusta on myös koulutettujen suunnittelijoiden henkilösertifiointikäytäntö. Henkilösertifiointin tarkoituksena on antaa mm. rakennuttajalle varmuus suunnittelijan asiantuntevuudesta, kun liikutaan osaamisen erikoisalalla. Sertifikaatin saa läpäisemällä Passive House Institutin suunnitteleman ja järjestämän kirjallisen kokeen. Edellä kuvattu passiivitalosuunnittelijan kurssi on tarkoitettu myös valmistamaan tähän kokeeseen, joka yleensä pidetään kurssin jatkeena.

Alalla jo pitkään toimineet suunnittelijat, joilla on vankka passiivitalojen suunnittelukokemus, voivat saada sertifikaatin yksittäisen **sertifioidun** passiivitaloprojektin perusteellakin. Rakennuksen sertifikaatti ja projektimateriaali lähetetään Passive House Instituuttiin arvioitavaksi. Passiivitaloprojektien sertifiointia tarjoaa tällä hetkellä 17 eri instituutiota, jotka ovat Passive House Institutin valtuuttamia. Lista näistä löytyy Passive House Institutin sivuilta [7].

Sertifioidut passiivitalosuunnittelijat ovat oikeutettuja käyttämään Kuva 1:n esittämää logoa.



Kuva 1: Logo, josta tunnistaa ”Sertifioidun passiivitalosuunnittelijan”.

### 3. Yhteenveto

Passiivitalojen suunnitteluun erikoistuneita insinöörejä ja arkkitehtejä on vielä kysyntään nähden hyvin vähän. Saksassa ja Itävällassa on parin viime vuoden ajan alettu tarjota jatkokoulutusta, jossa syvennytään näiden hyvin energiatehokkaiden rakennusten suunnittelun saloihin. Mutta koska saksaksi annettava koulutus selvästi rajoittaa osaamisen maantieteellistä leviämistä, on viime syksynä alkaneen IEE-projektin ”Certified European Passive House Designer (CEPH)” yhtenä tärkeimpänä tarkoituksena kurssien edelleen kehittämisen lisäksi tarjota kursseja laajemmalla kielialueella. Kurssien, jotka ovat laajuudeltaan noin 2 ov, päätteeksi on koetilaisuus, jonka läpäisy oikeuttaa sertifikaattiin ”Certified Passive House Designer”.

Tämän CEPH-projektin tavoitteisiin kuuluu lisäksi olla luomassa läpinäkyvyyttä sertifiointikäytäntöön sekä varmistaa konseptin tulevaisuus ja käyttökelpoisuus muuttuvissa olosuhteissa. Laaja tiedottaminen konseptista ja koulutuksen mahdollisuuksista on yksi näistä strategioista.

Tämä suunnittelijoille tarjottava sängen teknispainoitteinen lisäkoulutus on yhdessä muun passiivitalokehityksen rinnalla mukana auttamassa eurooppalaisen rakennuskannan energiankulutuksen dramaattista vähentämistä. Sertifioidut passiivitalosuunnittelijat yhdessä jo pitkään toiminnassa olleen passiivirakennusten sertifiointin kanssa takaavat erittäin energiatehokkaan rakentamisen laadun ja – mikä tärkeintä – energiatavoitteiden saavuttamisen suunnittelussa ja mahdollistavat kohteiden yhdenmukaisen vertailun.

### 4. Kiitokset

Tämä esitys on osa tiedonsiirtoa eurooppalaisen ”Certified European Passive House Designer (CEPH)” -projektin (IEE/07/712/SI2.500398) osalta. Projektin toteutuksen on mahdollistanut eurooppalainen tukiohjelma IEE (Intelligent Energy Europe). CEPH:n tarkoituksena on kehittää ja antaa eurooppalaisille rakennusalan suunnittelijoille kattava passiivitalosuunnittelun jatkokoulutus. Projektin kotisivu: <http://www.passivehousedesigner.eu/>



## Lähdeluettelo

- [1] Feist, W. Protokollband Nr. 11: Kostengünstige Passivhäuser. Passivhaus Institut, Darmstadt
- [2] Pedersen, S. Kokemuksia pohjoismaisista passiivitaloista ja niiden sertifiointista. Rakennusfysiikka 2007. pp. 247-252
- [3] European Parliament resolution of 31 January 2008 on an Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential (2007/2106(INI))
- [4] [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)
- [5] [www.passivhausplaner.eu](http://www.passivhausplaner.eu)
- [6] Feist, W., Pfluger, R., Kaufmann, B., Schnieders, J., Kah, O. Passivhaus Projektierungs Paket 2007. Passivhaus Institut, Darmstadt
- [7] [www.passiv.de](http://www.passiv.de)