



PEP

Promotion of European Passive Houses
www.europeanpassivehouses.org



Passiivitalo-ohjeita rakennuttajalle

Jyri Nieminen

Jenni Jahn

Miimu Airaksinen

PEP

PEP eli Promotion of European Passive Houses on eurooppalainen hanke, jonka tarkoituksena on edistää passiivitalojen rakentamista. Euroopan komissio (Directorate General for Energy and Transport) tukee hanketta.

Energian hinnan jatkuva kallistuminen ja pyrkimykset pienentää energian käytöstä johtuvia emissioita painottavat energian tehokkaan käytön ja energiansäästön merkitystä. Kyse ei ole pelkästään energiankäytön ympäristövaikutuksista, vaan samalla myös energiankäytön taloudellisista vaikutuksista. Rakennukset kuluttavat noin 40 % kaikesta energiasta. Rakennusten energiankäytön pienentämisellä voidaan vaikuttaa energiankäytöstä aiheutuvien päästöjen määrään. Passiivitalo on erityisesti asuintaloihin tarkoitettu konsepti, jolla rakennusten energiantarvetta voidaan pienentää merkittävästi. Konsepti soveltuu myös muiden rakennustyyppien enoenergiansäästöratkaisuksi.

PEP-työryhmässä ovat mukana:



Passiivitalo

Passiivitalo on äärimmäisen energiatehokas asuinrakennus, jossa on hyvä ja terveellinen sisäilmasto ympäri vuoden. Passiivitalokonsepti perustuu rakennuksen pieniin lämpöhäviöihin, jotka voidaan kattaa yksinkertaisin taloteknisin ratkaisuin. Rakenteiden lämmöneristyksen taso on parempi kuin tavallisissa matalaenergiataloissa. Rakenteet on suunniteltu ja toteutettu ilman lämmöneristävyttä heikentäviä kylmäsiltoja. Rakennuksen ulkovaippa on ilmanpitävä ja sisäilmasto vedoton ja tasaisen lämmin. Auringon energiaa voidaan hyödyntää passiivisesti, ja jäljelle jäävä lämmityksen energiantarve voidaan kattaa erilaisilla uusiutuvilla energiamuodoilla.

Passiivitalon rakentamiskustannus voi olla tavanomaista taloa korkeampi, mutta sen elinkaaren aikaiset kustannukset ovat merkittävästi pienemmät.

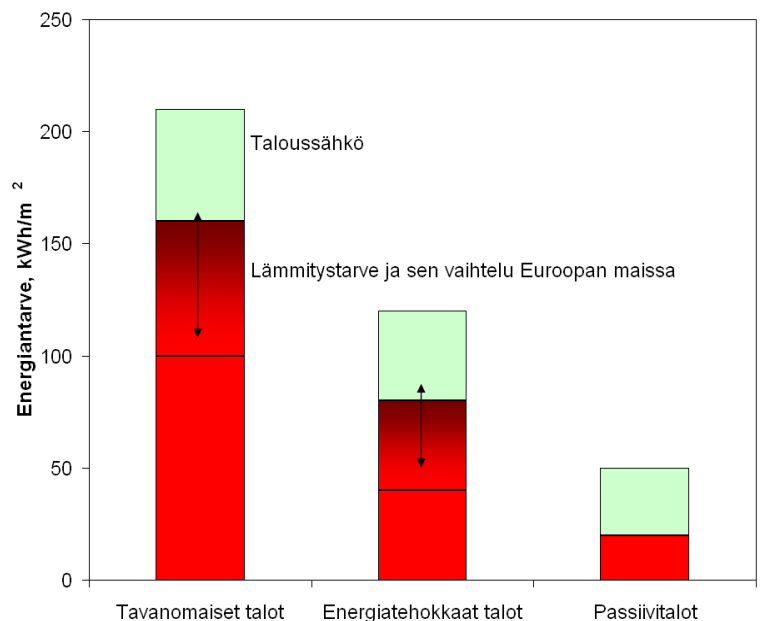
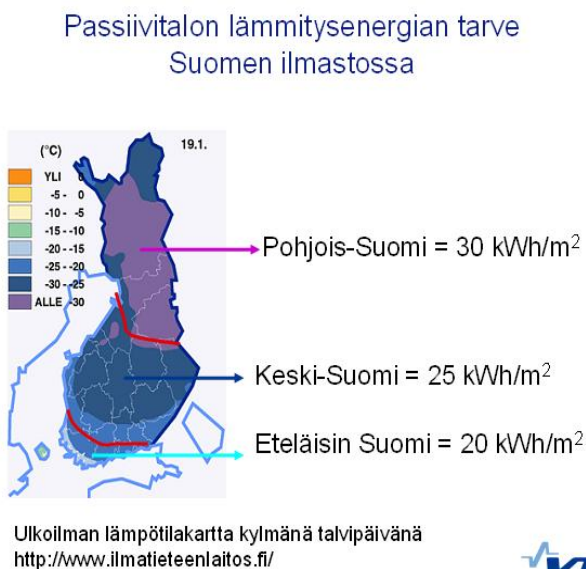
Passiivitalon määritelmä perustuu sen energiantarpeeseen. Suomen ilmastossa passiivitalon energiatarvitteet ovat alla olevassa kuvassa. Lämmityksen energiantarpeen rajat ovat suuntaa-antavia.

Suomi on jaettu kolmeen alueeseen: eteläinen rannikkoalue, Keski-Suomi ja Pohjois-Suomi:

- Lämmityksen energiantarve:
 - Etelärannikko 20 kWh/m²
 - Keski-Suomi: 25 kWh/m²
 - Pohjois-Suomi: 30 kWh/m²
- Primäärienergiatarve vastaavasti 130 - 140 kWh/m²
- Rakennuksen ulkovaipan ilmanpitävyys, $n_{50} = 0,6$ 1/h.

Euroopan eri osissa sovellettavat passiivitalon määritelmät löytyvät PEP-hankkeen kotisivuilta:

<http://www.europeanpassivehouses.org/>.



Passiivitalon energiantarve on selvästi tavallista matalaenergiataloa pienempi. Talon määritelmän mukainen energiantarve riippuu sijainnista, mutta kuvassa esitetyt rajat ovat suuntaa-antavia.

Passiivitalon edut käyttäjälle ja omistajalle

Rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen verrattuna voimassa olevaan rakentamismääräysten tasoon edellyttää panostamista sekä suunnittelun että rakentamisen laatuun. Passiivitalon ulkovaipan tavanomaista huomattavasti parempi lämmöneristystaso maksaa tavanomaista enemmän. Talon lämmitystarve ja lämmitystehon tarve ovat alhaiset, jolloin perinteistä lämmönjakojärjestelmää ei tarvita. Kun energiansäästötekniologia on yksinkertaista, saavutetaan talotekniikan laitteinvestoinneissa säästöjä. Toistuvien ratkaisujen käyttö ja rakentamisprosessin hyvä hallinta ja logistiikka tuovat myös säästöjä itse rakentamiseen.

Matalaenergiarakentamisen arvonanalyysi ¹⁾ osoittaa, että energiatehokkuuden lisäinvestoinnit ovat vähäisiä:

Hankintakustannus: 0 to 5% korkeampi tavalliseen verrattuna

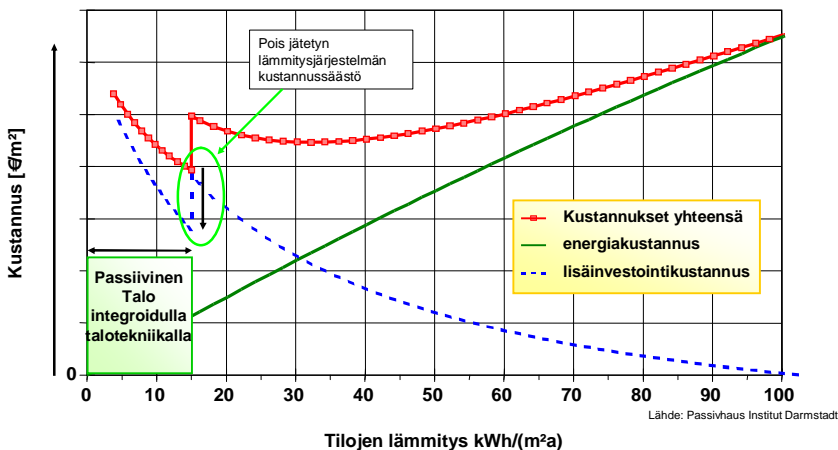
Elinkaarikustannus: 10 to 30% matalampi tavanomaiseen verrattuna

Elinkaarituotto (vuokratalot): 30 to 50% parempi tavanomaiseen verrattuna

Jälkimarkkina-arvo: 10 to 30% parempi tavanomaiseen verrattuna

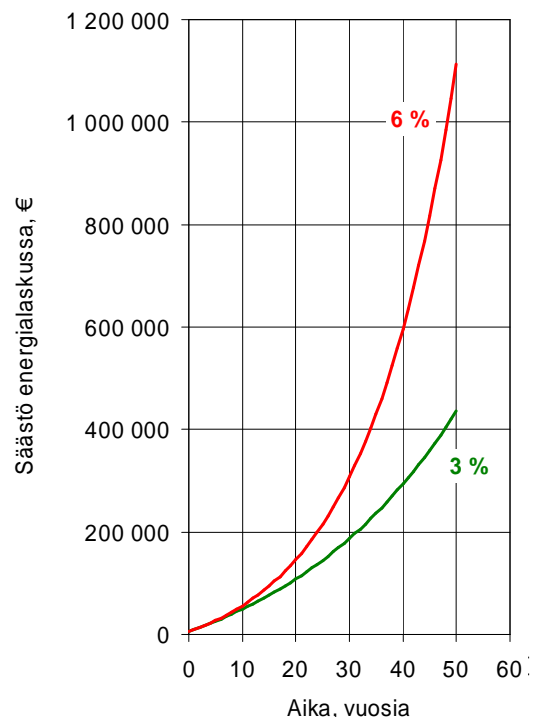
Passiivitalo perustuu ulkovaipan ja ilmanvaihdon lämpöhäviön minimointiin teknisesti ja taloudellisesti mielekkäillä ratkaisuilla, ulkovaipan ilmanpitävyyteen ja passiivisen aurinkolämmityksen hyödyntämiseen siten, että kesäajan jäähdystarvetta ei lisätä.

Energiatehokkuuden kustannusvaikutus



Passiivitalon tavoitteena on elinkaarikustannusten minimointi energiansäästön ja yksinkertaisen ja laadukkaan tekniikan avulla.

© Passivhaus Institut, Darmstadt



MERA matalaenergiakerrostalojärjestelmän säästö energialaskussa verrattuna normi-kerrostaloon, kun energian hinta nousee 3 % tai 6 % vuodessa.

Rakennuttajalle passiivitalo tarjoaa paremman tuoton investoinnille ja pienet käyttökustannukset tavanomaiseen taloon verrattuna. Pienet energian- ja tehontarpeet laskevat energia- ja liittymiskustannuksia. Yksinkertaiset järjestelmät laskevat huolto- ja ylläpitokustannuksia. Pieni lämmityksen teontarve mahdollistaa yksinkertaisen lämmitysjärjestelmän. Ilmanvaihtolämmityksessä ilmanvaihtojärjestelmää käytetään myös lämmönjakojärjestelmänä, mikä laskee järjestelmien kokonaiskustannusta. Rakentamisprosessia kehittämällä saadaan myös työmaa- ja logistiikkakustannuksista säästöjä. Yhteenlaskettuna nämä säästöt kattavat jo suuren osan energiatehokkuuden lisäkustannuksista.

Passiivitalon sisäilmasto on hyvä, vedoton ja terveellinen. Energiatehokkuus on avain hyvän sisäilmaston saavuttamiseksi. Sisäilmaston merkitys korostuu parempana viihtyisyytenä sekä työn tuottavuuden parantumisena.



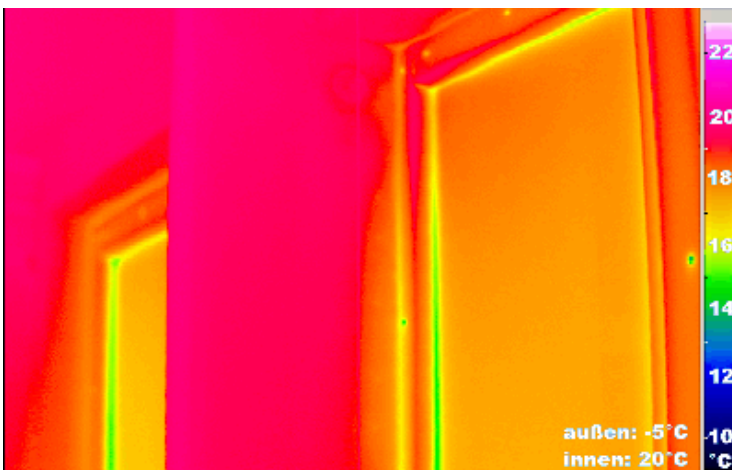
© Kimmo Lylykangas

Pientalon rakennuttajan ei kannata säästää suunnittelun ja rakennuttamisen kustannuksista ainakaan silloin, kun talo halutaan kokonaistoimituksena. Varsinkin energiatehokkaan talon rakennuttaja tarvitsee asiantuntijoita jo työmaan hallinnoimiseksi ja rakentamiskustannusten pienentämiseksi. Yllä oleva energiatehokas pientalo rakennettiin noin 6 % halvemmalla kuin halvin avaimet käteen tarjous oli

Omakotitalo 152 m ²	Kustannus, €
Suunnittelu ja rakennuttaminen	22 000
Maarakentaminen	10 000
Perustukset	10 000
Rakennusvaippa ja kate	40 000
Ikkunat ja ovet	20 000
Muut rakennusosat	37 000
Vesikalusteet	10 000
Pintamateriaalit	10 000
Julkisivu	10 000
LVI urakka	28 000
Sähköurakka	8 000
Muut kustannukset	5 000
Kokonaiskustannus, €	210 000
Kokonaiskustannus, €/m ²	1 400
Vertailutalo, alin tarjous	1 500
Vertailutalo, ylin tarjous	1 900

Energiatohokkuuden vaatimukset

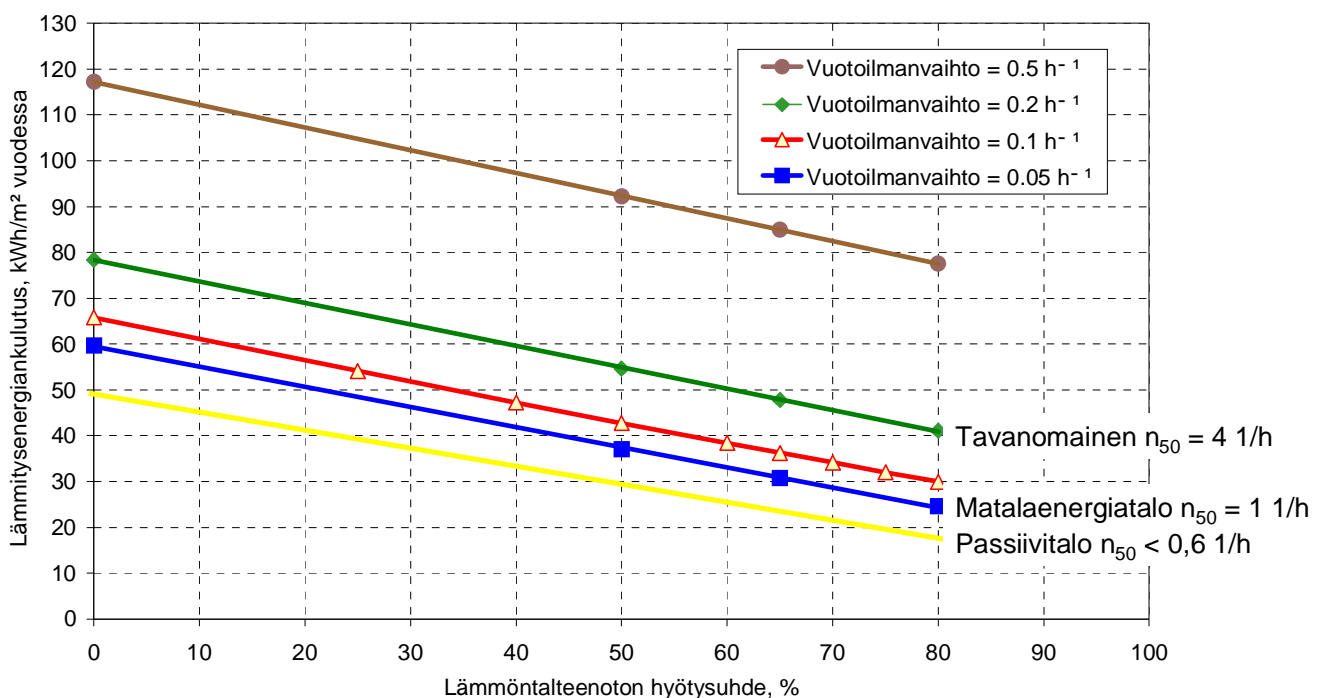
Passiivitalon lämmitystehon tarve on pieni, selvästi alle tavanomaisen talon tehontarpeen. Suomen ilmastossa tehontarve on 15 - 20 w/m², mutta tarve riippuu ratkaisusta. Jotta tavoite toteutuisi, rakennuksen lämpöhäviöt on pienennettävä taloudellisesti ja teknisesti järkevään minimiin. Samalla suunnittelun ja toteutuksen laadun tulee olla korkea. Passiivitalon lämmöneristys on koko ulkovaipan osalta tavanomaista selvästi parempi. Koska konseptin rakentamisesta on vain vähäisiä kokemuksia, opastusta tarvitaan etenkin hankintojen ja työmaan hallitsemiseksi.



Passiivitalon lämmönjakojärjestelmäksi riittää koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtoon liitetty ilmanvaihtolämmitys. Rakennuksen käyttäjän tulee olla tietoinen talon toimivuuden ja järjestelmien käytön perusteista. Ratkaisun toimintaperiaate tulee ymmärtää, jotta rakennuksen tai asunnon käytöstä ei aiheudu ongelmia tai tarpeetonta energiankulutusta.

Hyvä lämmöneristys ja ikkunat - ei kylmiä pintoja
(<http://www.passivhaustagung.de/>)

Asukkaiden ja käyttäjien tulee tuntea konseptin toimintaperiaate. Vaikka passiivitalo ei edellytä mitään erityistä elämäntapaa tai käyttäytymismallia, asukkaiden opastuksella ja hyvillä rakennukseen käyttöön liittyvillä ohjeilla voidaan turvata tavoitetason energiatohokkuuden saavuttaminen.



Rakentamisen laadulla on iso vaikutus rakennuksen käyttökustannuksiin. Hyvä ilmanpitävyys ja ilmanvaihdon lämmön talteenoton vuosihyötysuhde ovat passiivitalon pienen energiantarpeen edellytksiä.

Hankinta ja rakennuttaminen

Rakennuttamisessa ja hankinnoissa on otettava huomioon passiivitalon energiatavoitteet. Suunnitteluun on panostettava tavanomaista enemmän, ja siksi suunnittelutiimin on syytä perehtyä passiivitalokonseptiin. Kun kokemukset karttuu, panostuksen tarve pienenee. Suunnitteluyhteistyön laatu on yksi onnistumisen tae. Koska energian ja tehontarpeet ovat pienet, laatuvirheet vaikuttavat lopputulokseen.

Rakentamisen hankintaprosessilla tulee olla kaksi tavoitetta: omistajan ja käyttäjän vaatimusten sekä passiivitalon energiatavoitteiden täyttäminen. Näiden vaatimusten tulee ohjata suunnittelu- ja rakentamisprosessia. Prosessin eri vaiheissa on syytä kiinnittää huomiota ainakin seuraaviin asioihin:

Esisuunnittelu:

- Sitoutuminen passiivitalokonseptiin
- Omistajan ja käyttäjän tilantarpeiden selvittäminen arkkitehtisuunnittelun pohjaksi
- Tontin ja sen tuuli-, pohjarakentamis- ja pienilmasto-olosuhteiden selvittäminen
- Rakennuksen muodon, laajuuden sekä materiaalien ja järjestelmien alustavat valinnat

Suunnittelu

- Passiivitaloista olemassa olevan tiedon hyödyntäminen
- Rakennuksen ulkovaippajärjestelmän, ikkunatyypin ja ovien valinnat
- Lämmitys- ja ilmanvaihtoratkaisujen valinta
- Tilasuunnitteluun ja rakennuksen muotoon liittyvät ratkaisut
- Kokonaisratkaisun kehittäminen esisuunnittelu- ja suunnitteluvaiheessa tehtyjen valintojen perusteella
- Suunnittelun laadunvarmistus: energialaskenta

Suunnitteluyhteistyö

- Tilasuunnittelun ja talotekniikan reitityksen yhteensovittaminen tavoitteena lyhyt reitittäminen
- Arkkitehtisuunnittelun ja rakennesuunnittelun yhteensovittaminen kylmäsiltojen minimoimiseksi.
- Kantavista rakenteista johtuvien kylmäsiltojen välttäminen
- Lämmitystavan toimivuuden varmistaminen talon ominaisuuksien perusteella
- Eri suunnittelijoiden ratkaisujen yhteensovittaminen kokonaistoimivuuden varmistamiseksi

Rakentaminen

- Kilpailuttaminen toimivuusvaatimusten perusteella, päätöksenteko toimivuuden, laadun, toimitusvarmuuden yms. perusteella
- Urakoitsijan valinta kokemuksen, sitoutumisen ja referenssien perusteella

Laadun varmistaminen

- Laitteiden testaus, jos laitteilla ei ole sertifiointia tai tyyppihyväksyntää
- Rakennuksen ulkovaipan ilmanpitävyyden mittaaminen
- Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönottotestaus ja ilmavirtojen mitoittaminen
- Seuranta: energiankulutuksen seuranta vuoden ajan

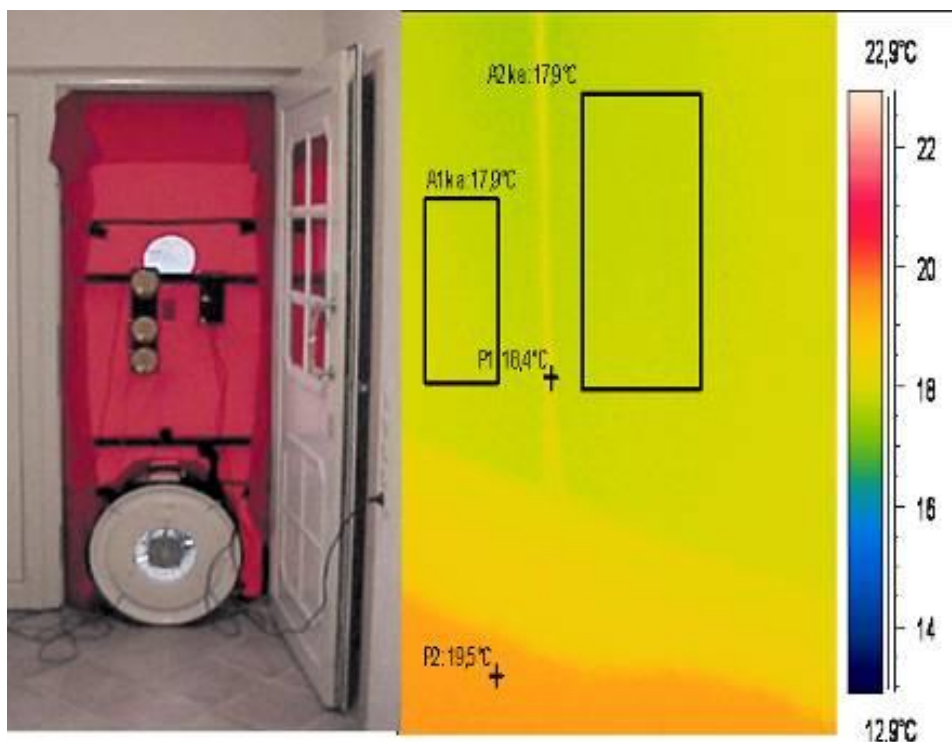
Huolto- ja ylläpito

- Käyttäjän ohjeet
- Huoltokirja

Laadunvarmistaminen on tarpeen koko suunnittelu- ja rakentamisprosessin ajan. Tällä voidaan varmistaa myös rakentamisjärjestys ja välttää turhaa työtä. Lopputarkastus ja siihen liittyvä ilmanpitävyyden mittaus on syytä tehdä ennen rakennuksen käyttöönottoa.

Rakentaminen

Rakentamisvaiheen tärkeimmät toimenpiteet ovat lämmöneristyksen asentaminen ja ilmanpitävyyden varmistaminen. Lämmöneristeiden asennustarkkuus on tärkeää, koska eristysvirheet lisäävät lämpöhäviötä. Eristyksen tulee täyttää eristystila kokonaan ja olla tiivisti rakennekerroksia vasten. Eristystyössä tulee käyttää ehjiä eristyslevyjä ja välttää ilmansulun rikkomista. Eristystuotteiden tulee sopia runkorakenteiden mittoihin. Esivalmistus ja modulaariset mitat auttavat hyvän lämmöneristyksen toteuttamisessa. Paras lämmöneristävyys saavutetaan yhtenäisellä eristyskerroksella, jossa ei ole kylmäsiltoja aiheuttavia rakenteita. Eristyksen sijainti riippuu rakenteesta. Se voi esimerkiksi olla kokonaan kantavan rakenteen ulkopuolella. Eristyksen pintaan voidaan asentaa nk. eristysrappaus, joka muodostaa sääsuojan eristyskerrokselle.



Ilmanpitävyyden mittaus painekokeella. Infrapunakameraa voidaan käyttää eristysvirheiden paikantamiseen.

Ikkunoiden ja ulko-ovien ja ulkoseinän liitokset sekä ulkoseinän ja lattian liitokset ovat herkiä ilmavuodoille, koska näissä rakennedetaljeissa esiintyvät ilmavuodot vaikuttavat suoraan termiseen viihtyvyyteen. Passiivitalon lämmitystarve on pieni. Ilmavuotojen vaikutusta lämpövihtyvyyteen ei voi poistaa ilman lisääntyvää energiantarvetta. Rakennedetaljien tiivistämiseen on olemassa erilaisia ratkaisuja, mutta usein ilmasto vaikuttaa tiivistämiseen. Onnistunut tiivistäminen edellyttää usein kuivia ja pöyttömiä pintoja sekä yli 0°C lämpötilaa. Kalvomaisten ilmansulkujen jatkokset tulee tiivistää esimerkiksi teippaamalla. Pelkkä sauman puristaminen rakennekerrosten väliin ei tavallisesti riitä takaamaan hyvää lopputulosta. Teippituotteiden pitkäaikainen toimivuus on syytä varmistaa, jotta myös liitosten toimivuus on varmmaa rakennusten käyttöajan aikana. Testatut tuotteet ovat siten suositeltavia.

Ilmanvaihtokanavat asennetaan ilmasulkukerroksen sisäpuolelle. Silloin vain raitisilma- ja jäteilmakanavat puhkaisevat ilmansulun. Kavavien ja muiden läpivientien tiivistämiseen on kehitetty erilaisia laipparatkaisuja. Ilmanvaihtokanavien suora reititys auttaa ilmanvaihdon toimivuuden ja äänettömyyden suunnittelussa ja toteuttamisessa. kannalta. Tiivistämisen vaatimukset asetetaan suunnittelussa ja näitä vaatimuksien toteutumista on hyvä seurata työmaalla. LVI- ja rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin yhteistyöllä välte

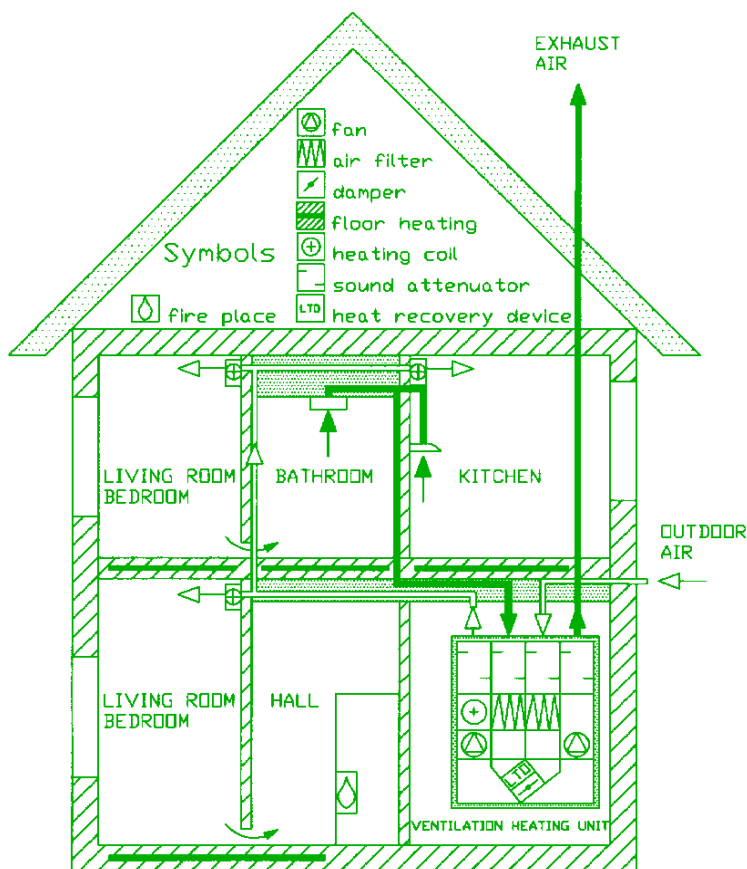


Esivalmistettu märkätilaelementti voi sisältää kaikki tarvittavat lämmitys- ja ilmanvaihtoasennukset. Elementti kytketään työmaalla talon muuhun talotekniikkaan. (VTT)

Ilmanvaihtolämmityksen kanavat on lämmöneristettävä, jos tuloilma lämmitetään heti ilmanvaihtokoneen jälkeen. Suositeltavampi tapa on käyttää tilakohtaisia kanava- tai päätelaitelämmittimiä, sillä silloin kanavien lämmöneristäminen ei ole tarpeen. Talotekniikan laitteiden on hyvä sijaita siten, että niistä vapautuvaa lämpöä voidaan hyödyntää talon lämmityksessä. keskellä taloa sijaitseva tekniikkatila on myös tilasuunnittelulle hyvä lähtökohta.

Vesijohdot on joko asennettava pinta-asennuksina tai suojaputkissa, jotta mahdolliset vesivuodot havaitaan ajoissa. Kuumavesiputket ja kiertovesiputket on lämmöneristettävä kunnollisesti lämpöhäviöiden minimoimiseksi. Kuumavesijohtojen lämpöhäviöt voivat olla suuria, jopa 20% koko lämmitystarpeesta. Talvella lämpöhäviötä hyödynnetään tilojen lämmityksessä, mutta kesällä häviöt ovat yllilämpöä aiheuttava haitta.

Passiivitalon toimivuus voidaan varmentaa käyttöönotto tarkastuksella. Se käsittää ulkovaipan ilmavuotoluvun mittauksen ja ilmanvaihdon toimivuuden varmistamisen ilmanvaihtojärjestelmän säätöarvojen tarkastuksella. Lämpökamera on hyvä apuväline käyttöönottotarkastuksessa talvella.



Ventilation heating system in a passive house