



**PEP**

**Promotion of European Passive Houses**  
[www.europeanpassivehouses.org](http://www.europeanpassivehouses.org)



# Passiivitalon arkkitehtisuunnittelu

---

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 lämmöneristykseen taso on parempi kuin tavallisissa matalaenergiataloissa. Rakenteet on suunniteltu ja toteutettu ilman lämmöneristävyyttä 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.

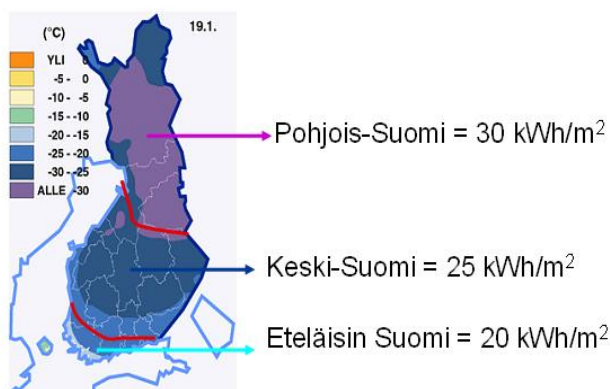
Passiivitalon määritelmä perustuu sen energiantarpeeseen. Suomen ilmastossa passiivitalon energiatavoitteet ovat alla olevassa kuvassa. Lämmityksen energiantarpeen rajat ovat suuntaa-antavia. Suomi on jaettu kolmeen alueeseen: eteläinen rannikkoalue, Keski-Suomi ja Pohjois-Suomi:

- Lämmityksen energiantarve:
- Etelärannikko 20 kWh/m<sup>2</sup>
- Keski-Suomi: 25 kWh/m<sup>2</sup>
- Pohjois-Suomi: 30 kWh/m<sup>2</sup>
- Primäärienergiatarve vastaavasti 130 - 140 kWh/m<sup>2</sup>
- Rakennuksen ulkovaipan ilmanpitävyys,  $n_{50} = 0,6$  1/h.

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

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

### Passiivitalon lämmitysenergian tarve Suomen ilmastossa



Ulkoilman lämpötilakartta kylmänä talvipäivänä  
<http://www.ilmatieteenlaitos.fi/>



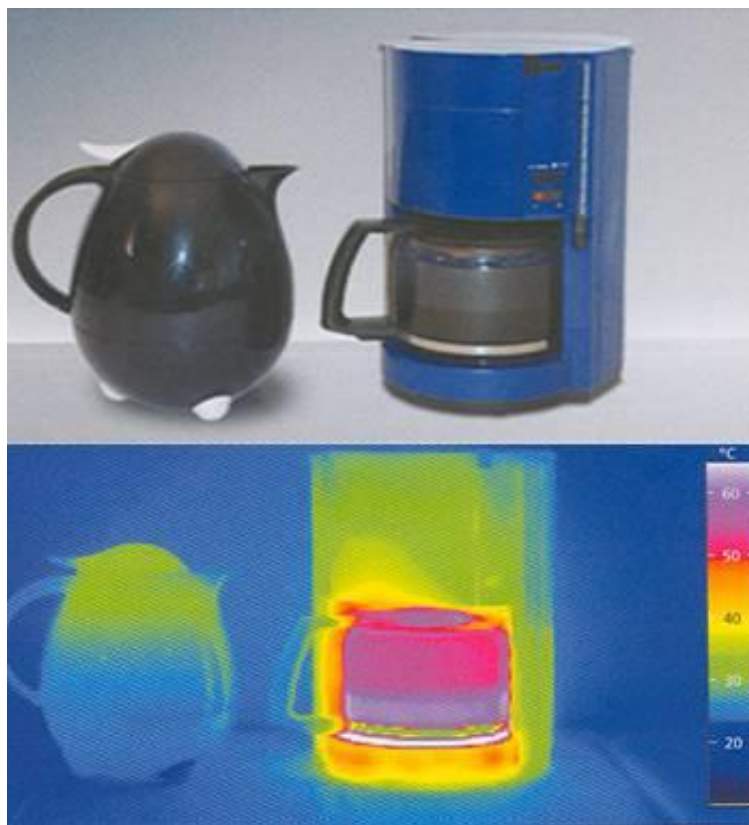
*Passiivitalon energiantarve riippuu sen sijainnista, mutta esitetyt alueelliset rajat ovat suuntaa-antavia. Pietarsaareen 1993 rakennettu IEA5-aurinkotalo on lähes passiivitalo. Passiivitalokonseptin tarkoitus ei ole rajoittaa talon arkkitehtuuria.*

### Passiivitalon arkkitehtuuri

Asuintalot suunnitellaan ja rakennetaan asukkaiden tarpeisiin. Tässä prosessissa yksilöllisyyden merkitys on kasvanut viime vuosina. Kuitenkin talon on elinkaarensa aikana vastattava erilaisten asukkaiden tarpeisiin. Talon kalustettavuus ja hyvä ja terveellinen sisäilmasto ovat tärkeitä viihtyvyyden tekijöitä. Passiivitalon energiatehokkuus on niin hyvä, että perinteisiä lämmönjakojärjestelmiä ei enää tarvita. Se vapauttaa koko lattiapinta-alan myös ikkunoiden edestä muulle käytölle.

Passiivitalon sisäilmasto on hyvä, vedoton ja sen ilman ja sisäpintojen lämpötilat ovat tasaiset. Passiivitalon energiatehokkuus on keino toteuttaa hyvä sisäilmasto. Energiatehokkuus perustuu rakenteiden hyviin ominaisuuksiin ja korkeaan suunnittelun ja rakentamisen laatuun.

Passiivitalo soveltuu erilaisille käyttäjäryhmille. keskeistä on suunnittelu ja sen tavoitteet käyttäjien tarpeiden kannalta. Passiivitalon tekniikka on yksinkertaista, joten sen käyttäminen ei edellytä mitään erityisosaamista. Mutta kuten asumisessa yleensäkin, asukkaan on osattava huoltaa taloa tarpeen mukaan.



*Passiivitalon ulkovaipan lämmöneristävyys on hyvä. Sen ansiosta lämpöhäviöt ja talon lämmitystarve ovat pienet.*

Belgiassa rakennusteollisuuden palkitsema arkkitehtialan opinnäytetyö käsitteli olemassa olevan talon uudelleen suunnittelua passiivitaloksi. Työn perusteella muutossuunnitelma ei aiheuttanut talon arkkitehtuurin, suuntauksen, tilajärjestelyjen tai muidenkaan käyttöön liittyvien ratkaisujen kannalta ongelmia. Passiivitalo voi näyttää samalta kuin naapuritalo, mutta sen arkkitehtuuri voi olla myös moderni ja ympäristöstään erottuva. Passiivitalokonsepti taipuu erilaisiin kokeiluihin, kunhan suunnittelussa otetaan passiivitalon perusvaatimukset huomioon.

Passiivitalon rakentaminen ei ole sidottu mihinkään tiettyyn materiaaliin tai materiaaliryhmään. Rakennuksen runko voi olla puuta, betonia, harkkoja tai terästä, kunhan rakenteiden lämmöneristävyys on riittävä. Lämmöneristysmateriaalien valinta on myös vapaa. Paksujen lämmöneristeiden yhteydessä on kuitenkin muistettava rakenteiden kosteustekniikan vaatimukset.





### Passiivitalon sijoittaminen tontille

Rakennuksen sijoittaminen tontille vaikuttaa rakennuksen energiantarpeeseen. Lämmitystarpeen pienentäminen passiivisen aurinkolämmityksen keinoin riippuu talon ja ikkunoiden suuntauksesta. Samoin suuntauksella voidaan vähentää kesän jäähdytystarvetta. Energiantarpeen pienentäminen edellyttää siten myös rakennuspaikan tarkastelua ja optimointia toisaalta auringon energian sopivan hyödyntämisen ja toisaalta aurinkosuojauksen kannalta. Pohjoisen ilmaston passiivitalon energiatehokkuus ei kuitenkaan riipu auringon energiasta merkittävästi, jolloin passiivitalo on oikea ratkaisu juuri varjoisille tonteille.

Alueen yleis- tai asemakaavan ja näihin liittyen rakennuspaikan arviointi on tarpeen, jotta saadaan käsitys tontin olosuhteisiin vaikuttavista maaston muodoista, aurinkoisuudesta, tuulista ja näihin mahdollisesti tulevaisuudessa vaikuttavista tekijöistä. Tontin maaston muodot vaikuttavat pienilmastoon, joka puolestaan vaikuttaa energiantarpeen lisäksi myös viihtyisyyteen.

Tonttisuunnittelulla voidaan vaikuttaa rakennuksen energiantarpeeseen ja asumisviihtyvyyteen. Passiivinen aurinkolämmitys on tehokasta, kun:

Rakennuspaikka on aurinkoinen tasamaan tai etelän puoleisen rinteeseen tontti, jolloin myös aktiivisesta aurinkolämmöstä saadaan suurin hyöty.

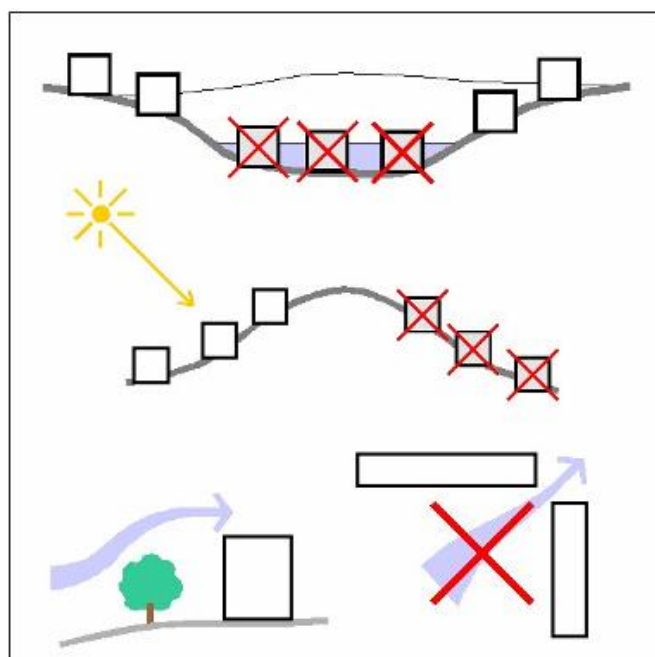
Rakennuksen suuntaaminen etelään on luontevaa.

Rakennuksen tyyli ja kattomuoto sallivat aurinkokeräinten käytön.

Rakennuksen etäisyys muista rakennuksista on riittävä estämään varjostuksen.

Tontilla on lehtipuita kesäaikaiseksi aurinkosuojaksi.

Tontti ei ole laaksossa, johon kertyy kylmää ilmaa talvisin.



*Optimointi tarjoaa mahdollisuuden auringon energian hyödyntämiseen, mutta samalla on arvioitava aurinkoisuuden vaikutus kesäajan jäähdytystarpeeseen.*

Passiivitalo perustuu teknologiaan, joka ei ole riippuvainen auringon energian hyödyntämisestä. Hyvä lämmöneristäminen, ulkovaipan ilmanpitävyys, matalaenergiaikkunat ja -ovet sekä lämmön talteenotto ilmanvaihdon pistoilmaista ovat passiivitalon perustat. Vaikka rakennusten suuntaus etelään tuottaakin energiahyötyjä, kokemukset Keski-Euroopan passiivitaloista osittavat, että konsepti toimii varsin hyvin myös pohjoiseen suuntautuvilla rakennuspaikoilla.

### Asuntosuunnittelu

Rakennuksen tiivis muoto pienentää lämpöhäviöitä ja samalla energiantarvetta. Energiaa säästävä rakentaminen tarjoaa vapausasteita suunnitteluun. Silloin omistajan ja arkkitehtuurin vaatimukset on helppo sisällyttää myös passiivitaloihin. Periaatteessa pääjulkisivu tulisi suunnata etelään myös päivänvalon tehokkaan hyödyntämisen takia. pohjoisessa ilmastossa ikkunoita tulisi olla eteläjulkisivulle suhteellisesti eniten.

Passiivitalon energiantarve on pieni. Kun energian kulutus ja lämmityksen tehontarve ovat pienet, ei perinteisiä lämmönjakoratkaisuja tarvita. Passiivitalon ikkunat ovat niin hyviä, että ikkunan edessä ei tarvita lämmönlähteitä. Koko lattiapinta-ala on siten käytettävissä.

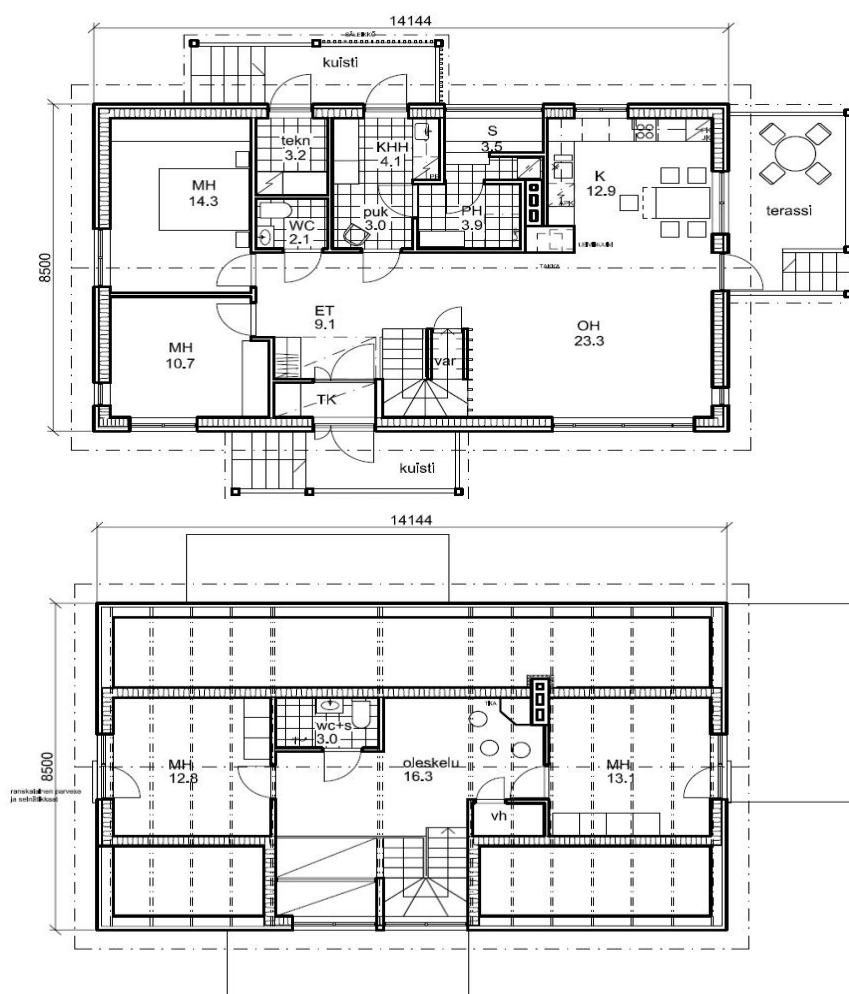


*Passiivitalon ikkunat ovat hyvin lämpöä eristäviä ja pinnaltaan lämpimiä. Kylmistä ikkunapinnoista aiheutuvaa vetoa ei synny.*

Ilmanvaihtolämmitys on kustannustehokas lämmitysratkaisu passiivitaloon. Ilmanvaihtokanavien lyhyt reititys on osa järjestelmän energiatehokkuutta. Ilmanvaihtokanavien sopivat tilat ovat osa tilasuunnittelua. Arkkitehdin, LVI-suunnittelijan ja rakennesuunnittelijan tulee yhdessä varmistaa, että tarvittava ja mahdollisimman lyhyt reititys on mahdollinen.

Alas lasketut katot eteis- ja käytävätiloissa, vaatehuoneissa, kylpyhuoneissa ja kodinhoito- ja tekniikatiloissa soveltuvat reititykseen. Välipohjarakenteissa ja kaapistojen yläpuolella voi olla sopivia tiloja kanaville. Huonetilojen päätelaitteet voivat olla seinäasennuksia, jolloin yläpohjassa ei ole kanavia. Ilmanvaihtojärjestelmän kanavien tulee myös sijaita ilman- ja höyrynsulun lämpimällä puolella siten, että vain raitisilma- ja jäteilmakanavat läpäisevät sulkukerrokset. Kanavia ei tule sijoittaa ullakotiloihin edes lämmöneristettyinä.

Osa passiivitalon lämmöntarpeesta katetaan sisäisten lämpökuormien avulla. Siksi saunan, keittiölaitteiden tai muiden lämmönlähteiden sijainti talon keskiosissa on lämmityksen kannalta edullista.



© Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lylykangas

*Talotekniikka-asennusten lyhyt reititys on kustannustehokasta. Kun kaikki talotekniset laitteet asennetaan samalle vyöhykkeelle ja päällekkäin, on reitityksen suunnittelu helppoa.*

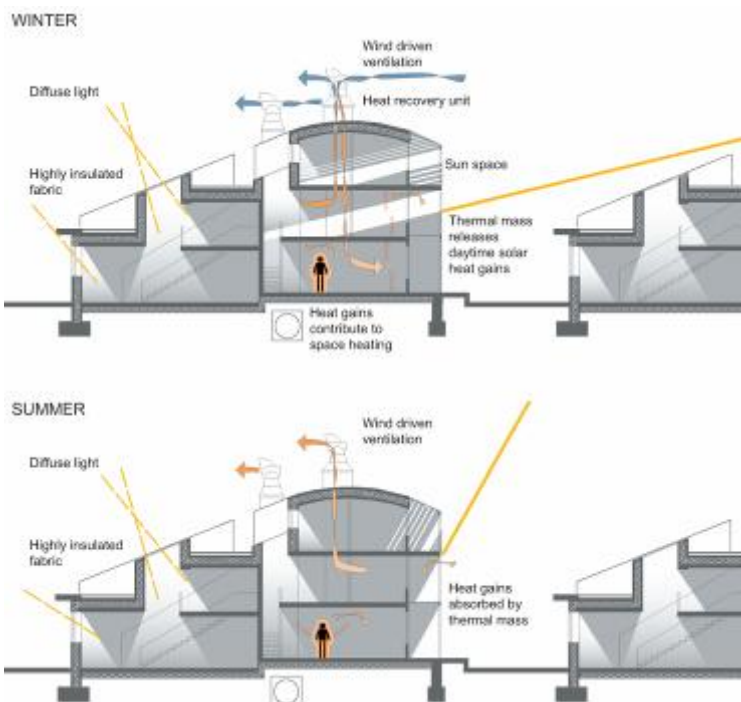


## Suunnittelun perusteet

Passiivitalo perustuu sen energiatehokkuudelle asetettuihin toimivuusvaatimuksiin. Suunnitteluryhmän tehtävänä on suunnitella talo, joka vastaa näitä vaatimuksia. Perusratkaisussa on kuitenkin pyrittävä ratkaisuihin, jotka pienentävät rakennuksen lämpöhäviöt sekä sähkönkulutuksen minimiin.

Passiivinen aurinkolämmitys sopii passiivitaloon, mutta ongelmaksi voi tulla kesäajan jäähdytystarve. Suuret etelään suuntautuvat ikkunat voivat olla osa asumisviihtyvyyttä, mutta silloin sisäilman lämpötilan hallitsemiseksi on suunniteltava riittävät ratkaisut. Parvekkeet, leveät räystäät, katokset ja talon ulkopuoliset varjostukset ovat tehokkaita keinoja kesäajan aurinkolämpöä vastaan. Ikkunoiden varjostaminen leikkaa jo 60 % auringon säteilytehosta. Lisäksi varjostus vähentää ikkunoiden ulkopintaan tapahtuvaa kosteuden tiivistymistä pilvettöminä öinä. Tiivistyminen johtuu ikkunan pinnan jäähtymisestä lämpösäteilyn vaikutuksesta. Tiivistyminen on siten myös merkki ikkunan hyvistä lämpöteknisistä ominaisuuksista.

Ikkunoiden pinta-ala on tyypillisesti 15 - 20 % kerrosalasta. Vaikka ikkunat olisivatkin hyvää matalaenergiatasoa, ikkunat eivät saa olla liian korkeita. Hyväkään ikkuna ei estä liian korkeista ikkunoista syntyvää vedontunnetta, Kylmässä ilmastossa ikkunan ei pitäisi olla lattian tasossa termisen viihtyvyyden ja rakennedetaljin ilmapitävyyden varmistamiseksi

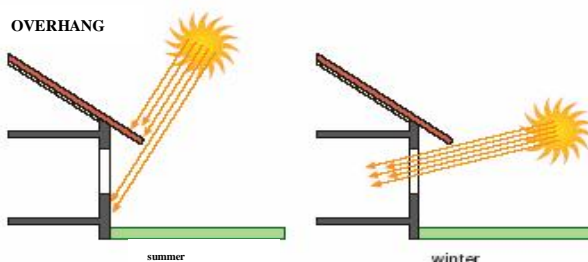
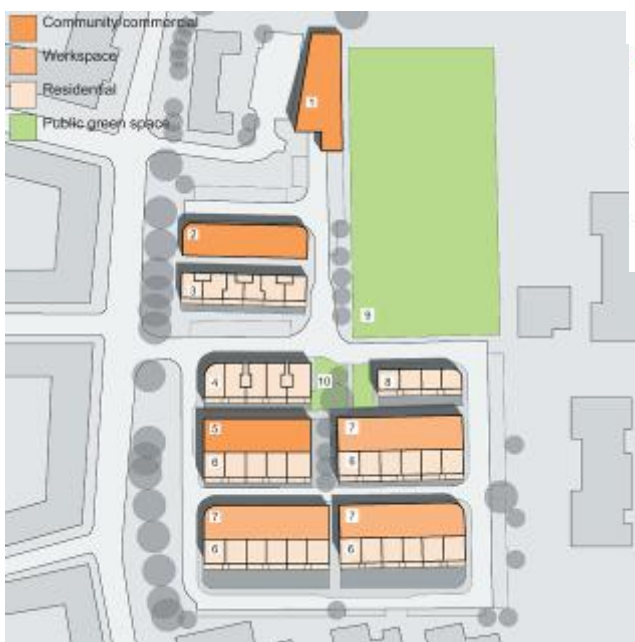


*Arkkitehtisuunnittelussa tehdään valintoja, jotka vaikuttavat talon energiatehokkuuteen. BedZed, UK. (<http://www.suntool.net/>)*

Rakennuksen termien massa voi hyödyntää asukkaista ja laitteista syntyvää lämpöä sekä auringon energiaa. Hyödyntämisen tasoon vaikuttavat mm. massan määrä, pinta-ala, lämmönsiirtokertoimet massan pinnalla, massan ja massaa peittävien pinnoitteiden lämpötilanjohtavuudet, matot, seinävaatteet yms. Massan hyödyntäminen on tehokkainta, kun se sijaitsee lämmöneristyksen sisäpuolella.

Tarvittava termisen massan määrä ei kuitenkaan ole suuri. Esimerkiksi kevytrakenteisen talon massiivinen lattia on riittävä. Termisen massan hyödyt saadaan, kun lämmityksen säätö on liukuva. Sisäilman lämpötila voi vaihdella liukuman rajojen sisällä. Silloin rakenteet voivat sitoa ja luovuttaa lämpöä lämpötilaerojen perusteella.

Terminen massa on keino sisäilman lämpötilan hallitsemiseksi kesällä. Passiivinen jäähdytys tai ilmanvaihdon tehostaminen ovat myös käyttökelpoisia tapoja yllämmön ehkäisemiseksi.

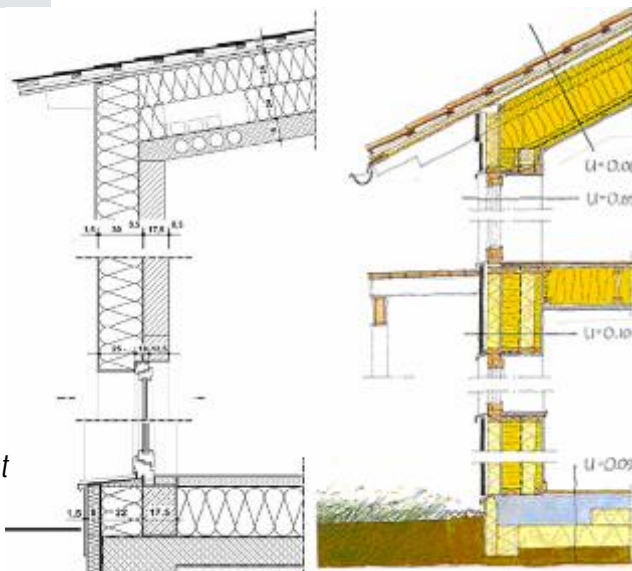


*Termisen massan hyödyntäminen edellyttää sekä hyvää kaava-suunnittelua että rakennussuunnittelua. Passiivista aurinkolämmitystä tarvitaan talvella mutta ei kesällä.*

*Novem, 2000*

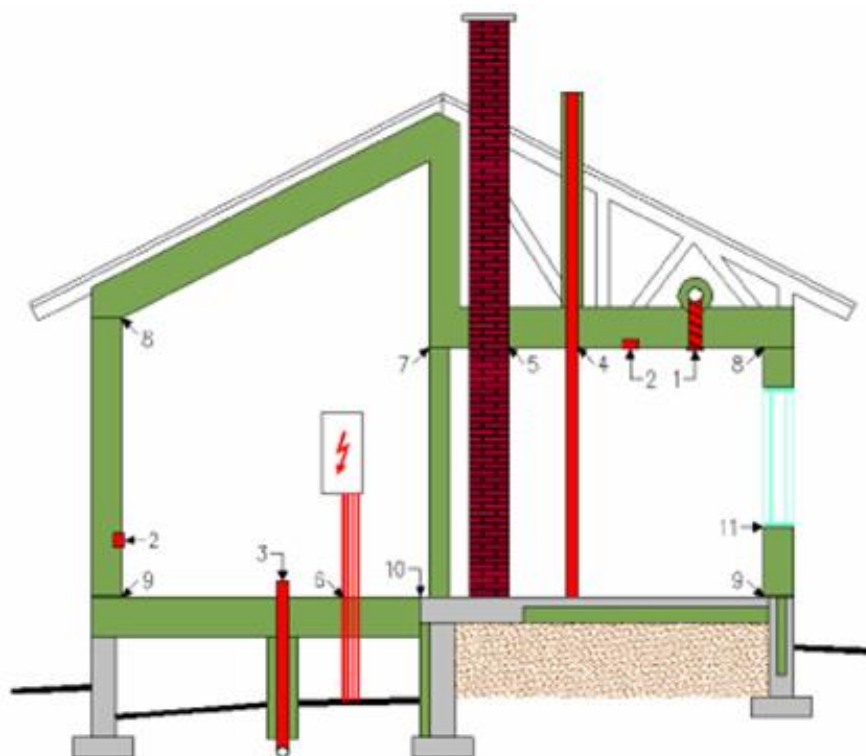
*<http://www.suntool.net/>*

*Sekä raskas että kevytrakenteinen talo voivat hyödyntää auringon energiaa. Kevyessä talossa lattian termisen massa on riittävä.*



Passiivitalon ulkovaippa on hyvin lämmöneristetty ja ilmanpitävä. Määritelmän mukainen ulkovaipan ilmavuotoluku eli  $n_{50}$  arvo on korkeintaan 0,6 1/h. Ilmavuotoluku osoittaa rakennuksen lämpötekniistä laatua. Ilmanpitävyys on tärkeä sekä energiantarpeen ja lämpöviihtyisyyden että rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden kannalta. Hyvin eristetyt rakenteet voivat olla herkempiä kostumiselle kuin tavanomaiset rakenteet. Hyvä suunnittelun ja toteutuksen laatu ovat siksi tärkeitä.

Ilmanpitävyyden vaatimus vaikuttaa myös arkkitehtisuunnitteluun. Vaikea muoto, erilaisten rakennedetaljien määrä, läpiviennit, LVI-järjestelmien puuttuvat tilavaraukset ja vaikeasti toteutettavat rakennusosien liitokset lisäävät ilmavuotojen mahdollisuutta. Toistettavat ratkaisut ja helppo tiivistäminen ovat myös suunnittelun tavoitteita.



*Puurakenteisen talon tyypillisiä ilmavuotokohtia (<http://www.puuinfo.fi>).*

Energiansäästö viittaa paksuihin lämmöneristyskerroksiin. Seinän rakennepaksuus voi olla 300 - 600 mm rakenneperiaatteesta ja materiaaleista riippuen. Yläpohjissa, missä eristäminen on suhteellisesti helpompaa, eristyspaksuus voi olla jopa 700 mm. Tuulettettujen lattioiden eristys voi olla 500 mm, mutta maanvaraisissa rakenteissa routasuojauksen määrää lattian turvallisen lämmöneristyksen. Suomessa on kokemuksia 250 - 300 mm maanvaraisen lattian lämmöneristyksistä. Nykyiset routasuojauksohjeet kattavat eristyspaksuuden noin 200 mm saakka. Perustusten jäätyminen riski riippuu rakennuspaikasta ja maaperän olosuhteista. Hyvin eristetyin lattian lämpöhäviö on niin pieni, että se ei pysty estämään maan jäätymistä perustusten alla ilman mitoitettua routasuojaukseen matalaperusteisissa rakenteissa.

Passiivitalon suunnittelussa on syytä tarkastella erilaisia vaihtoehtoja, jotta eri parametrien vaikutus saadaan selville. Passiivitaloille kehitetty suunnittelutyökalu Passive House Planning Package PHPP (Passivhaus Institut, Darmstadt, Saksa) soveltuu konseptiratkaisujen nopeaan arviointiin, mutta ei itse suunnittelun työkaluksi. Talon määräysten mukaisuus on osoitettava Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 Rakennusten energiatehokkuus osoittamalla tavalla. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimien laskennassa saattaa olla edullista käyttää numeerisia menetelmiä, jotta mahdollisten kylmäsiltojen vaikutukset saadaan uusista rakennuskonsepteista arvioituksi.

Passiivitalotuotteen sertifiointi on menettelytapa, jolla rakennuskonseptin soveltuvuus passiivitaloksi voidaan osoittaa. Passiivitalon tyypilliset suunnittelutavoitteet ovat:

Lämpöhäviöiden pienentäminen rakenteiden hyvällä lämmöneristyksellä

Matalaenergiakunat

Ulkovaipan hyvä ilmanpitävyys

Vedoton ja hyvä sisäilmasto ja sisäilman laatu tehokkaalla lämmön talteenotolla varustetulla ilmanvaihdoilla

Lämpimät sisäpinnat

Kodinkoneiden hyvä energiatehokkuus



Esimerkkejä ulkovaipan ratkaisuksista

Ulkovaipan rakenteille on kaksi perusvaatimusta: ilmanpitävyys ja hyvä lämmöneristys. Kylmän ilmaston passiivitalossa rakenteiden U-arvot voivat vaihdella seuraavasti:

Ulkoseinä 0,07 - 0,09 W/m<sup>2</sup>K

Alapohja 0,08 - 0,1 W/m<sup>2</sup>K

Yläpohja 0,06 - 0,09 W/m<sup>2</sup>K

Ikkuna 0,7 - 0,9 W/m<sup>2</sup>K

Kiinteä ikkuna 0,6 - 0,8 W/m<sup>2</sup>K

Ulko-ovi 0,4 - 0,7 W/m<sup>2</sup>K

Passiivitalo perustuu toimivuuspohjaiseen määrittelyyn, joten rakenteiden lämpötekniset ominaisuudet voivat vaihdella. Oleellista on saavuttaa määritelmän mukaiset energiantarvetavoitteet.

Rakenteiden U-arvot ovat 0,07 W/m<sup>2</sup>K - 0,9 W/m<sup>2</sup>K

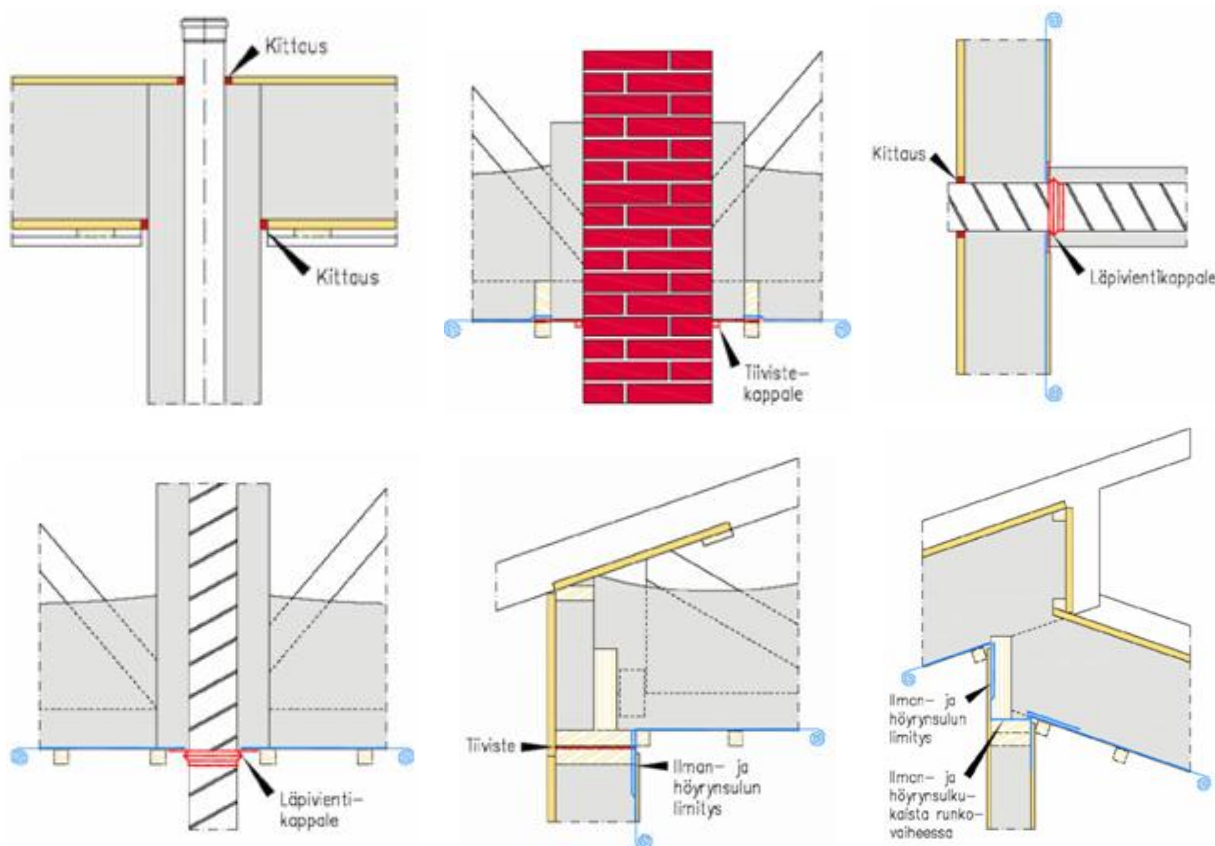


Rakennuksen ulkovaipan ilmanpitävyydellä on yllättävän suuri suhteellinen vaikutus passiivitalon energiankulutukseen. Yksinkertaiset ja hyvin suunnitellut rakenteet ja rakennedetaljit ovat avainasemassa ilmanpitävyyden parantamisessa. Ilmansulkukerroksen yhtenäisyys on varmistetaan juuri detaljien suunnittelulla ja huolellisella toteutuksella. Ilmansulkukerroksen materiaali ja toteutustapa riippuvat rakenteesta. Kevyissä rakenteissa yhtenäinen muovikalvo tai rakennuspaperi tiivistetyin (teippaus tai liimaus) saumoin on riittävä. Ilmansulun läpiviennit on kuitenkin tiivistettävä huolellisesti. Välipohjan ja ulkoseinän liitos on usein vaikeasti tiivistettävä detaljirakenne.



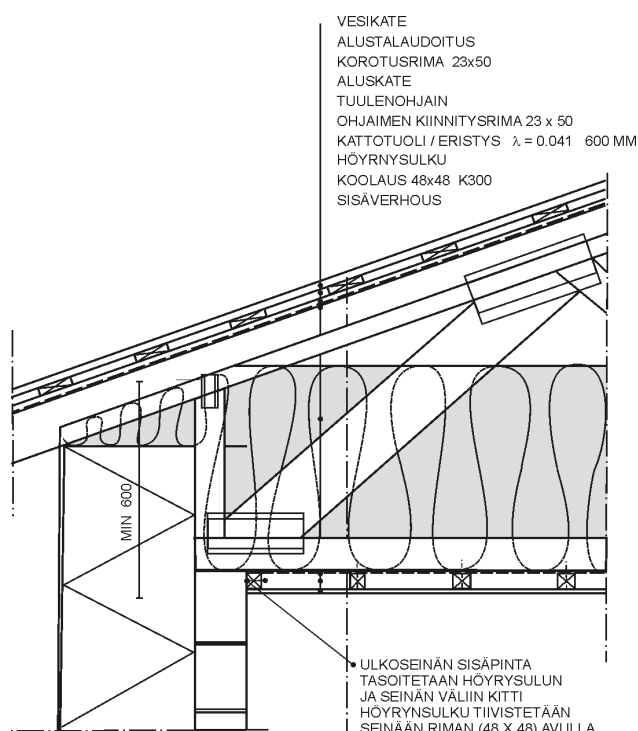
*Välipohjapalkkien ja seinän liitoksen tiivistämien: ilmansulku kannatinpalkin takana on helppo tapa tiivistää liitos*

Harkkorakenteissa ilmansulku saavutetaan sisäpinnan käsittelyllä ja sisäpinnan läpivientien tiivistämisellä. Raskaissa elementtirakenteissa saumat ja elementeissä olevat sähkövedot ovat tiivistettäviä detalleja. Yläpohjan vaikeimmat kohdat ovat ilmanvaihtokanavien, viemärien tuuletusputkien ja savupiipun tiivistäminen ilmansulkukerrokseen. Kevyissä rakenteissa kaikki sähkövedot on syytä tehdä ilmansulun sisäpuolelle.



Avoimen puurakennejärjestelmän liitosdetaljeja. Tiivistysratkaisut löytyvät osoitteesta <http://www.puuinfo.fi/>



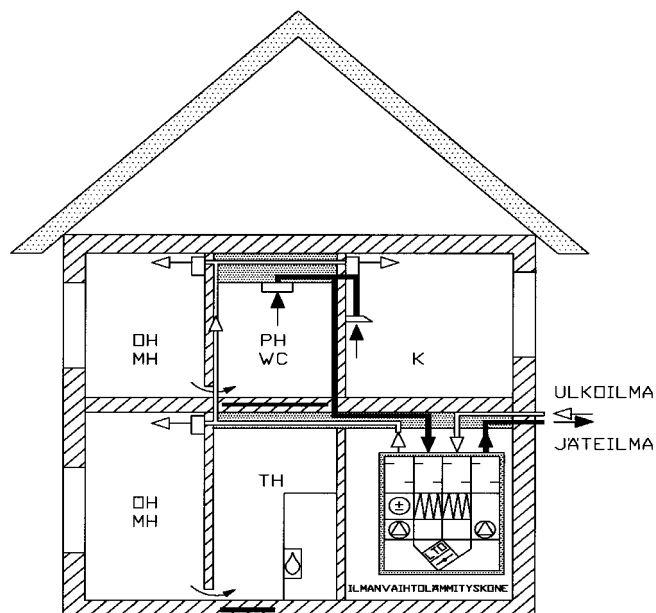


*Rakenteiden eristysvahvuudet ovat passiivitalossa selvästi matalaenergiarakentamista parempia. Paksu lämmöneristys edellyttää rakennedetaljien uudelleen suunnittelua. Oheisessa rakenteessa ulkoseinä eristysrappauksessa lämmöneristysten paksuus on 450 mm*

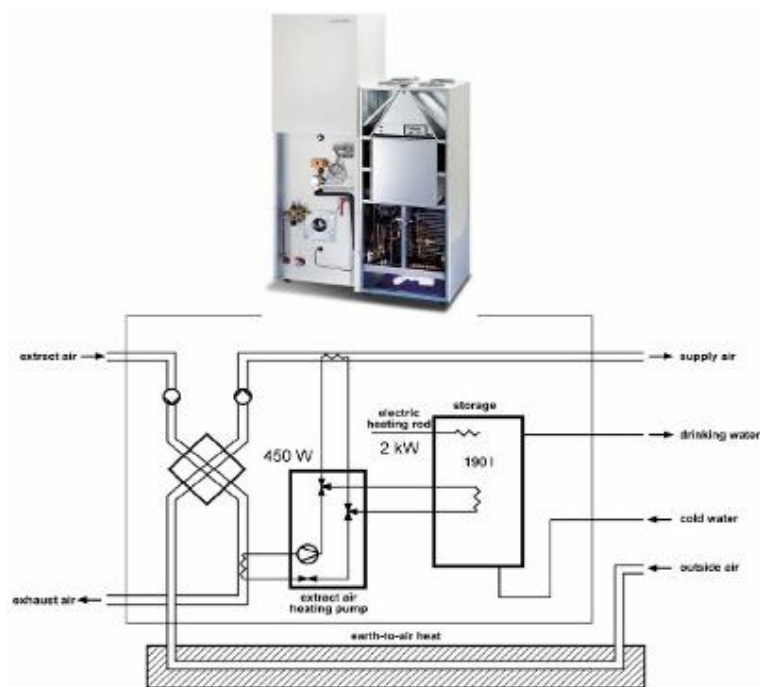
## Talotekniikka

Ilmanvaihtolämmitys on riittävä tapa lämmittää passiivitalo. Pientalon tyypillinen ilmanvaihtokone sopii kaappiasennukseksi, mutta koneen koko on valittava sen ilmateknisten ominaisuuksien perusteella. Liian pienen koneen ominaissähkötehon kulutus kasvaa ilmanvaihtoa tehostettaessa samalla, kun lämmön talteenoton hyötysuhde laskee. Suuremman koneen huolto on helpompaa, sen äänitaso on matalampi vielä tehostetullakin ilmanvaihdolla sekä hyötysuhde pysyy vakiona talolle mitoitetulla toiminta-alueella.

Ilmanvaihtolämmitys voi integroituna yksikkönä palvella ilmanvaihtoa, tilojen lämmitystä, lämpimän veden lämmitystä sekä kesäaikaista jäähdytystä. Lisäksi lämpimän veden lämmityksessä voidaan käyttää aurinkolämpöä keväästä syksyyn.



*Ilmanvaihtolämmityksen periaate. Ilmanvaihtokoneelta tuleva ilma voidaan jälkilämmittää huonekohtaisesti päätelaitteisiin asennetuilla lämmitysyksiköillä*



*Leudossa ilmastossa ilmanvaihtolämmitykseen voidaan kytkeä maaputkisto, joka toimii lämmönvaihtimena. talvella ilmanvaihtokoneelle tuleva ilma esilämmittyy. Kesällä maalämmönvaihdin toimii jäähdytysyksikkönä. Suomessa ei ole kokemuksia maalämmönvaihtimista, ja niihin liittyviä hygieniä ja terveystriskejä ei ole kartoitettu (Kuva: Fraunhofer Institut für Bauphysik)*

Aurinkolämpö riittää kattamaan noin puolet pientalon lämpimän käyttöveden lämmitystarpeesta. Aurinkokeräinten pinta-ala on 3 - 6 m<sup>2</sup> ja vesivaraajan koko 200 - 500 litraa. Sähkövastus tai esimerkiksi pellettikattila tai ilmanvaihtokoneen jäteilmasta lämpöä keräävä poistoilmalämpöpumppu soveltuvat lisälämmönlähteiksi. Usean talon ryhmälle on kannattavaa hankkia yhteinen maalämpöpumppu ilmanvaihtolämmitykseen ja käyttöveden lämmitykseen.

Ihminen on herkkä melulle, vaikka esimerkiksi ilmanvaihtokoneen melutaso olisikin normimääräyksiä matalampi. Koettu äänitaso voi olla häiritsevää jo alhaisellakin tasolla. Ilmanvaihtojärjestelmästä melua syntyy itse koneen käynnistä ja putkistoista. Koneen käyntiäänet läpäisevät laitteen koteloinnin. Siksi erillinen tekniikkatila voi olla tarpeen, kun talvella lämmitys edellyttää tavanomaista suurempia ilmamääriä. Putkistoista aiheutuvaa melua voidaan ehkäistä avarilla putkilla, jolloin ilman virtausnopeudet ovat alhaisia. Myös suora reititys laskee äänitasa. Putkistoihin voidaan lisätä ylimääräiset äänenvaimentimet, jolloin laitteen tilan tarve kasvaa jonkin verran. Tekniikkatilassa asennustilaa on lattiasta kattoon.



*Ilmanvaihtojärjestelmän äänenvaimentimet ja reititys välipohjaan*



*Tehokkaalla lämmön talteenotolla varustettu ilmanvaihtokone ja aurinko- ja maalämpöä käyttävä varaaja talon keskiosassa olevassa tekniikkatilassa. Tilan lämpöhäviöt tukevat lämmitystä talvella. Kesällä yllilämpö tuuletetaan pois, ja varaajan lämpötilataso on matalampi.*

Suuntaa-antavina ohjearvoina meluttoman ilmanvaihtojärjestelmän putkikokojen tulisi olla vähintään seuraavat::

Pienet asunnot joiden pinta-ala on alle 50 m<sup>2</sup>: Ø = 125 mm

Pientalot ja asunnot joiden pinta-ala on alle 125 m<sup>2</sup>: Ø = 160 mm

Pientalot ja asunnot joiden pinta-ala on yli 125 m<sup>2</sup>: Ø = 200 mm

Ilmanvaihtojärjestelmän päätelaitteet voivat sijaita väliseinillä

#### Esimerkkejä passiivitaloista

Passiivitaloja on rakennettu Saksaan ja Itävaltaan yhteensä yli 15 000 kappaletta. Saksaan on suunnitteilla ja rakenteilla suuria passiivitaloasuinalueita. Viime vuosina passiivitaloja on alettu rakentamaan myös muihin Keski-Euroopan maihin sekä Tanskaan ja Ruotsiin. Tässä esitetyt passiivitalot ovat esimerkkejä passiivitaloarkkitehtuurista eri maissa. Esimerkkitalot täyttävät passiivitaloille asetetut energiatavoitteet.

## PEP - Promotion of European Passive Houses



Seniorenwohnheim / *Nursing Home* in Hannover, Architects Art-plan



Residential House in Wicklow, Ireland



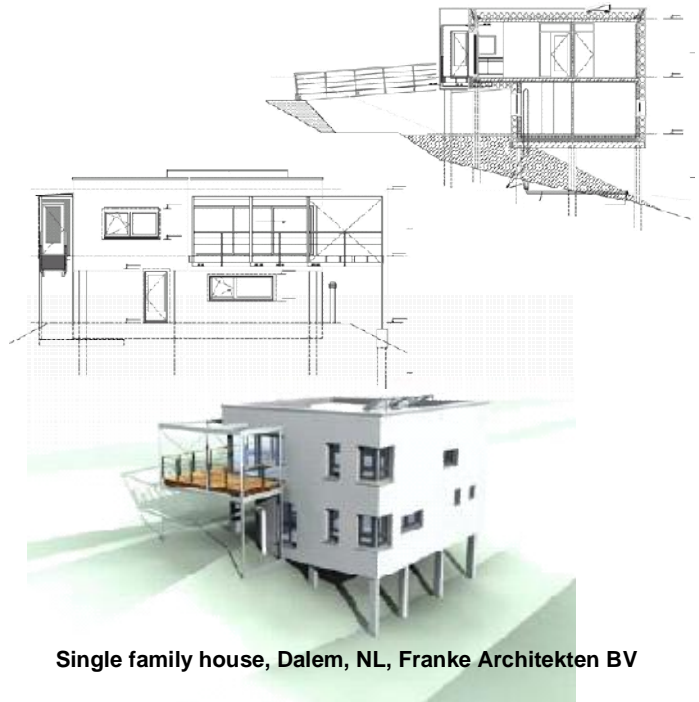
*Terraced Houses* in Hannover, Architects Rasch&Partner





### Arkkitehdin passiivitalomuistilista

- Tontti: Aurinkoisuus talven passiivista aurinkolämmitystä varten
- varjostus kesän jäähdytystarpeen pienentämiseksi
- Talon suuntaus
- Katon käyttö aurinkokerääjänä tai kerääjän asennus katolle
- Ikkunoiden sijainti, ominaisuudet ja varjostus sekä aurinkolämpöä että jäähdytystarpeen pienentämistä varten
- Talotekniikan reititys ja tekninen tila asuntosuunnittelussa
- Keittiölaitteiden, saunan ja lämmityslaitteiden sijoitus vapautuvien lämpökuormien hyödyntämiseksi
- Rakenteiden paksun lämmöneristyksen vaikutus arkkitehtuuriin
- Sähkö- ja ilmanvaihtoasennukset ilmansulun sisäpuolelle
- Tilat järjestelmien reititykselle
- Ilmanvaihdon päätelaitteiden sijainti ja ilmanvaihtokanavien suora reititys ja tilantarve
- Konseptisuunnitelman energiantarpeen tarkistus suunnittelun edetessä



Single family house, Dalem, NL, Franke Architekten BV