

# Passiivitalo-konsepti

## Tutkimusreferaatti



Jyri Nieminen,  
Riikka Holopainen, Ilpo Kouhia  
"Passiivitalo  
Rakennuksen energiankäytön  
minimointi kylmässä ilmastossa"  
Valtion teknillinen tutkimuskeskus,  
VTT tiedotteita – research notes



# Passiivitalo-konsepti

Passiivitalon tavoitteena on rakennuksen lämmitysenergian tarpeen taloudellinen minimointi ja samalla rakennuksen hyvä sisäilma. Rakennuksen lämpöhäviöt ovat niin pienet, että tavanomainen lämmönjakojärjestelmä on tarpeeton.

Periaatteena on siirtää rakennuksen investointikustannuksia talotekniikasta rakennuksen ulkovaipan parempaan lämmöneristykseen. Kun rakennuksen lämmitysenergian tarve on riittävän pieni, tavanomainen lattialämmitykseen tai lämpöpattereihin perustuva lämmönjakotapa voidaan korvata yksinkertaisemmalla ilmanvaihtolämmityksellä, joka toimii myös rakennuksen lämmönjakoratkaisuna. Talotekniikkaratkaisun muutoksella on vaikutusta rakennuksen investointi- ja elinkaarikustannuksiin.

Passiivitalon rakenteiden lämmöneristyksen taso on tavanomaisia taloja parempi ja sen rakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa minimoidaan lämmöneristävyyttä heikentävien kylmäsiltojen vaikutus. Rakennuksen ulkovaippa on ilmanpitävä ja sisäilmasto vedoton ja tasaisen lämmin.

## Lämmitysenergian tarve

Passiivitalo määritellään lämmitysenergian tarpeen perusteella. Määritelmässä ei oteta kantaa energiankulutukseen tai siihen, miten rakennus on lämmitetty, vaan passiivitalo toteutetaan vähentämällä lämmityksen energiantarvetta pienentämällä ulkovaipan ja ilmanvaihdon lämpöhäviöitä.

Euroopan eri osissa sovellettavat passiivitalon määritelmät:

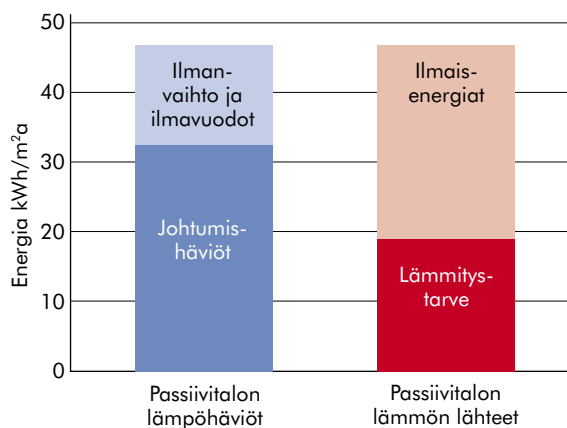
	Lämmitysenergia kWh/m <sup>2</sup> a	Jäähdytysenergia kWh/m <sup>2</sup> a	Primäärienergia kWh/m <sup>2</sup> a
Etelä-Eurooppa	15	15	120
Keski-Eurooppa	15		120
Pohjoismaat	20 – 30 rakennuksen sijainnista riippuen		130 – 140

Kaikissa ilmastoissa rakennuksen ilmvuotoluku  $n_{50} < 0,6$  1/h.

Primäärienergialla tarkoitetaan alkuperäistä energianlähdettä, jolla energia tuotetaan. Suomessa sitä ei

kuitenkaan toistaiseksi oteta huomioon rakennusten energiatehokkuustarkastelussa.

Passiivitalon määritelmän mukaisen lämmitysenergian tarvevaatimuksen saavuttamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat ulkovaipan ja sen osien lämmöneristävyyden, rakenteiden ilmanpitävyys ja ilmanvaihdon lämmön talteenoton vuosihyötysuhde. Passiivitalon lämmityksen energiantarpeesta suurin osa voidaan kattaa ns. ilmaisenergioilla eli sisäisillä lämpökuormilla ja auringon energialla. Ilmanvaihdon lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen tulee olla vähintään 75 %, jotta ulkovaipparakenteiden eristyspaksuudet eivät kasva kohtuuttomiksi. Rakenteiden ja niiden liitosratkaisujen kylmäsiltojen hallinta muodostuu keskeiseksi ulkovaipparakenteiden suunnitteluperusteeksi.



Paroc Passiivitalo -pilotkohteessa rakennuksen energiatehokkuus mitoitettiin passiivitalolle varioimalla komponenttien parametrejä.

Passiivitalo hyödyntää ilmaisenergiaa eli asukkaista ja laitteista vapautuvaa lämpöä. Hyödyntäminen on tehokkainta kun terminen massa sijaitsee lämmöneristyksen sisäpuolella. Tarvittava termisen massan määrä ei kuitenkaan ole suuri, esimerkiksi kevytrakenteisen talon massiivinen betonilattia on riittävä.

## Rakennussuunnittelu

Passiivitalon rakentaminen ei ole sidottu tiettyyn materiaaliin – rakennuksen runko voi olla puuta, betonia, harkkoja tai terästä, kunhan rakenteiden

lämmöneristävyyden on riittävä. Se ei myöskään ole riippuvainen auringon energian hyödyntämisestä. Hyvä lämmöneristäminen, ulkovaipan ilmanpitävyys, matalaenergiakkinat ja -ovent sekä lämmön talteenotto ilmanvaihdon poistoilmasta ovat konseptin perustat. Rakennusten suuntaus etelään tuottaa energiahyötyjä varsinkin lämmityskauden alussa ja lopussa syksyllä ja keväällä. Kokemukset Keski-Euroopan passiivitaloista osoittavat kuitenkin, että konsepti toimii varsin hyvin myös pohjoiseen suuntautuvilla rakennuspaikoilla. Konsepti ei aseta rajoituksia rakennuksen sijainnille rakennuspaikalla. Tämä mahdollistaa maiseman hyvän hyödyntämisen suunnittelussa.

### U-arvot

Passiivitalon pieni lämmöntarve edellyttää tavanomaista huomattavasti parempaa lämmöneristystasoa. Oheisessa taulukossa on esitetty ulkovaipan osien lämmönläpäisykertoimien tavoitearvot:

ulkoseinä, alapohja ja yläpohja	0,06 – 0,10 W/m <sup>2</sup> K
ikkuna	0,70 – 0,90 W/m <sup>2</sup> K
kiinteä ikkuna	0,60 – 0,80 W/m <sup>2</sup> K
ulko-ovi	0,40 – 0,70 W/m <sup>2</sup> K

### Ilmatiiveys

Passiivitalon ulkovaipan ilmanpitävyydelle on asetettu raja-arvo  $n_{50} = 0,6$  1/h, joka tulee todentaa mittauksella. Kun ilmavuotoluku on pieni, ei rakennuksen sijainnilla ja ympäröivillä tuuliolosuhteilla ole suurta vaikutusta rakennuksen lämmityksen energiantarpeeseen.

Ilmansulkukerroksen toimivuus edellyttää, että ilmansulku on yhtenäinen ja sen ilmanläpäisevyys on saumakohtaisesti korkeintaan  $1 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> s Pa. Lämmöneristysten sisäpuolella ilmansulkuna toimivan muovikalvon saumat on tiivistettävä ja ilmansulun tulee olla yhtenäinen koko ulkovaipan alueella. Mikäli sähkövetoja asennetaan ulkoseiniin, asennustilojen käyttö ilmansulun ja sisäverhouksen välissä on suositeltavaa. Ikkuna- ja oviliitosten saumojen tulee olla lämpöeristettyjä ja tiivistettyjä sekä ulko- että sisäpinnoilta.

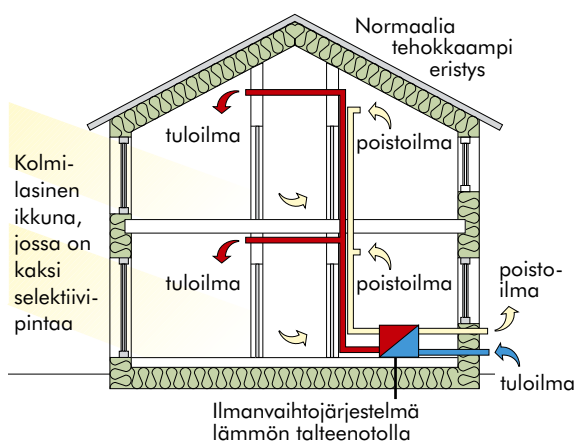
### Tuulensuojaus

Tuulensuoja suojaa lämmöneristyskerrosta ulkoilman kylmiltä ilmavirtauksilta. Tuulensuojan tulee olla yhtenäinen koko ulkovaipan alueella. Periaatteessa kaikki levymäiset, ruiskutettavat ja puhalluslämmöneristykset tarvitsevat tuulensuojan, joka voi olla materiaalikerros, jonka ilmanläpäisevyys on korkeintaan  $10 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> s Pa saumat mukaan lukien. Tuulensuojana voidaan käyttää esimerkiksi kuitulevyä, kipsilevyä tai

muuta levyrakennetta, jonka saumakohtat on tiivistetty. Tuulensuojana toimivat myös lämmöneristyskerroksen päälle tehty rappaus tai ilmanpitäväksi pinnoitettu mineraalivillaeristys, jonka saumat on tiivistetty.

### Ilmanvaihtolämmitys

Passiivitalo on ilmatiivis ja tarvitsee toimivan ja oikein mitoitettun ilmanvaihtojärjestelmän. Energiatehokkuuden parantamiseen ei pyritä ilmanvaihtomääriä pienentämällä. Ilmanvaihdon tavoitetaso riippuu huoneen käyttötarkoituksesta. Passiivitalossa ei tarvita perinteistä lämmön tuotto- ja jakojärjestelmää kuten lämpöpattereita tai lattialämmitystä. Ilmanvaihtolämmitys on riittävä lämmönjakotapa.



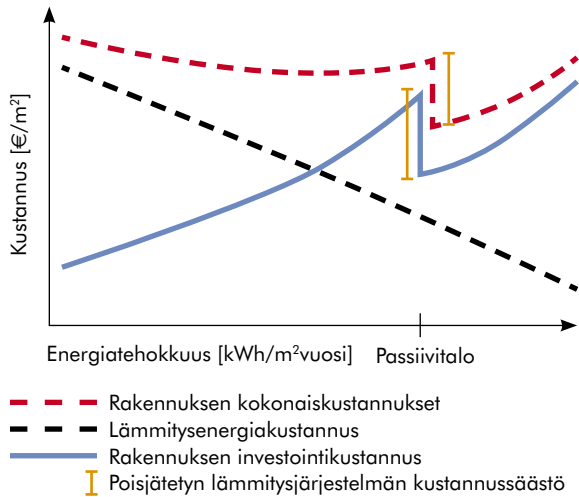
Periaatekuva pientalon ilmanvaihtolämmitysjärjestelmästä

Ilmanvaihtolämmitykselle on kaksi periaatevaihtoehtoa. Tuloilmaa voidaan lämmittää joko keskitetysti heti ilmanvaihtokoneen jälkeen tai huonekohtaisesti ilmanvaihdon päätelaitteissa. Edellinen vaihtoehto tuottaa kaikkiin tiloihin saman lämpöistä ilmaa. Huonekohtainen lämpötilan säätö edellyttää tuloilman lämmitystä joko päätelaitteissa tai kanavissa päätelaitteiden edessä. Auringon lämpökuorma voi aiheuttaa ylikuumuutta jolloin lämmön talteenotto tulee voida ohittaa jäähdytystarpeen välttämiseksi.

Ilmanvaihdon lämmön talteenoton hyvällä vuosihyötysuhteella (vähintään 75 %) voidaan pienentää lämmitystarvetta ja samalla tuloilman lämpötilatasoa. Tuloilman lämpötilan tulee olla alle 50 °C. Ilmanvaihdon lämmön talteenoton ongelmana on tyypillisesti heikko hyötysuhde, joka johtuu talteenottolaitteistoon muodostuvan jään sulattamisesta. Eräs uusi tapa parantaa hyötysuhdetta on esilämmittää raitis tuloilma rakennuksen alle tai viereen sijoitetulla nestekiertoisella putkistolla. Putkistoa voidaan hyödyntää myös tuloilman jäähdyttämisessä.

## Alhaisemmat käyttökustannukset

Passiivitalon alkuinvestointi voi olla tavanomaista taloa suurempi, mutta käyttö- ja elinkaarikustannukset ovat huomattavasti tavanomaista taloa pienemmät.



Passiivitalon tavoitteena on elinkaarikustannusten minimointi energiansäästön ja yksinkertaisen ja laadukkaan tekniikan avulla. Kun lämmityksen energiantarve on pieni, lämmönjakotapaa voi yksinkertaistaa. Tämä madaltaa investointikustannuksia ja samalla elinkaarikustannuksia.

Passiivitalo tarjoaa rakennuttajalle alhaisemmat käyttökustannukset. Pieni energiankulutus ja liittymäteho alentavat energiankäytön kiinteitä maksuja ja säästävät lämmityslaitteiden hankintakustannuksia. Lämmityslaitteiden koon ja tehon pienentäminen ja lukumäärän väheneminen alentavat huolto- ja ylläpitokustannuksia.

## Lämpöviihtyvyys

Lämpöviihtyvyys ja sisäilman laatu edellyttävät tuloilman hyvää sekoittumista sisäilmaan. Sekoittuminen pienentää huonetilan ilman korkeussuuntaista lämpötilaeroa. Korkealla sijaitsevista päätelaitteista tulevan ilman nopeuden tulee olla riittävän suuri, jotta sekoittuminen on tehokasta. Oleskeluvyöhykkeellä ilman nopeuden tulee taas olla matala, korkeintaan 0,15 - 0,20 m/s, jotta ilmavirtaus ei heikennä viihtyvyyttä.

Lattialämmitys on perusteltua kosteissa tiloissa lattian kuivumisen nopeuttamiseksi, mutta lämpötila tulee mitoittaa tavanomaista lattialämmitystä alemmaksi, 1- 3 °C ilman lämpötilaa korkeammaksi. Korkeampi lämpötila voi aiheuttaa ylikämpöä. Huonetilan korkeussuuntaisen lämpötilaeron tulee olla alle 2 °C istuvan ihmisen nilkan ja niskan korkeudella eli 0,1 m ja 1,1 m välillä. Ikkunoiden korkeuden ei tulisi ylittää 1,8 metriä ellei niiden eteen sijoiteta ilman sisään puhallusta.

Passiivitalon ulkovaipan lämpötekniset ominaisuudet ovat hyvät, joten pienten lämpötilaerojen ylläpitäminen on helppoa ja lämmityskausi tavanomaiseen taloon verrattuna lyhyt. Tulisija voi hyvin eristetyssä talossa aiheuttaa ylikämpöä ja heikentää lämpöviihtyvyyttä. Koska passiivitalon lämmityksen tehontarve on pieni, on tulisijan lämmön luovutustehon oltava pieni. Tämä tulee ottaa huomioon tulisijan valinnassa.



### PAROC OY AB

Rakennuseristeet  
Neilikkatie 17, PL 294  
01301 Vantaa  
Puhelin 046 876 8000  
Telefax 046 876 8002  
www.paroc.fi

A MEMBER OF PAROC GROUP