



PEP

Promotion of European Passive Houses
www.europeanpassivehouses.org



Passiivitalo ja kaava-suunnittelu

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:



Passiivitalon määritelmä

Passiivitalo on äärimmäisen energiatehokas asuinrakennus, jossa on hyvä ja terveellinen sisäilmasto ympäri vuoden. Passiivitalokonsepti perustuu rakennuksen pieniin lämpöhäviöihin, jotka voidaan kattaa yksinkertaisin taloteknisin ratkaisuin. Pienet energiakustannukset ja yksinkertainen tekniikka tekevät passiivitalosta elinkaariedullisen rakennuksen.

Passiivitalon lämmöneristys on matalaenergiatalojen tasoa parempi, rakenteissa on vähän kylmäsiltoja, ja talon ulkovaippa on ilmanpitävä. Auringon energiaa voidaan hyödyntää passiivisesti, ja jäljelle jäävä lämmityksen energiantarve voidaan kattaa erilaisilla uusiutuvilla energiamuodoilla.

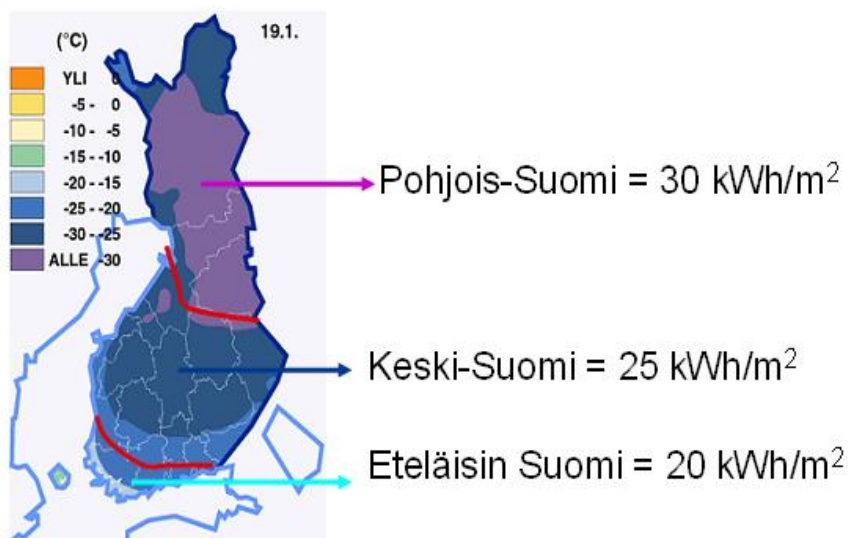
Passiivitalon määritelmä perustuu sen energiantarpeeseen. Suomen ilmastossa passiivitalon energiatavoitteet ovat alla olevassa kuvassa. Lämmityksen energiantarpeen rajat ovat suuntaa-antavia. Suomi on jaettu kolmeen alueeseen: eteläinen rannikkoalue, Keski-Suomi ja Pohjois-Suomi:

- Lämmityksen energiantarve:
 - Etelärannikko 20 kWh/m²
 - Keski-Suomi: 25 kWh/m²
 - Pohjois-Suomi: 30 kWh/m²
- Primäärienergiantarve vastaavasti 130 - 140
- 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/>



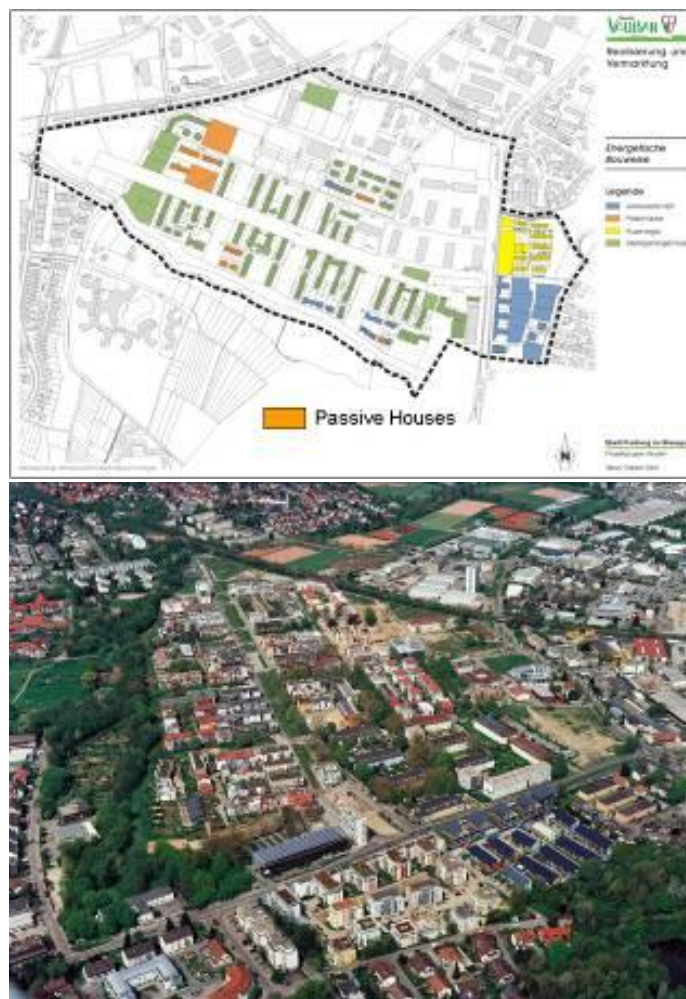
Passiivitalo määritellään rakennuksen energiantarpeen ja ulkovaipan lämpöteknisen laadun avulla. Lämpöteknisen laadun mittarina käytetään ulkovaipan ilmavuotolukua.

Passiivitalot ja kaavasuunnittelu

Maankäytön suunnittelulla voidaan vaikuttaa yhdyskunnan energiantarpeeseen. Asuinalueen tiiviys, yhdyskuntarakenne, suunnittelualueen tarkka arviointi sen energiavaikutusten suhteen, rakennusten sijainti ja suuntaus tonteilla sekä rakennusten sijoittaminen siten, että ne eivät varjosta toisiaan, ovat kaavasuunnittelun keinoja pienentää yhdyskunnan energiantarvetta.

Aluerakenteen tiiviys pienentää energian jakeluhäviöitä, mutta liian tiivis rakenne voi heikentää auringon energian hyödyntämisen mahdollisuutta. Rakennuksen muoto eli ulkovaipan pinta-alan ja rakennuksen tilavuuden suhde pienentää lämpöhäviöitä, mutta samalla se voi rajoittaa arkkitehtuuria.

Auringon energia voi kattaa energiantarpeesta suuremman osan energiatehokkaassa talossa kuin talon kuin tavanomaisessa talossa. Myös kylmän ilmastoinnissa on kuitenkin otettava huomioon vaikutus jäähdytystarpeeseen. Kun talon lämpöhäviöt ovat pienet, jo aikaisin keväällä liika auringon saatavuus voi aiheuttaa ylikuumenemista. Suunnittelussa sekä passiivisen lämmityksen että jäähdytyksen keinot tulee ottaa huomioon.



Vanhalle teollisuusalueelle suunniteltu energiatehokas asuinalue Vauban, Freiburg. Alueen rakennukset ovat vähintään matalaenergiatason rakennuksia, ja alueella on useita erityyppisiä passiivitaloja.

Passiivitalon hyödyt yhdyskuntarakenteen kannalta

Passiivitaloihin perustuva yhdyskuntarakenne tarjoaa erilaisia taloudellisia hyötyjä. Alueen pieni energiantarve on edullinen energiainfrastruktuurin rakentamisen ja käytön kannalta. Samoin paikallinen energiantuotanto on taloudellinen vaihtoehto raskaaseen kaukolämpöverkkoon verrattuna.

Rakennusten lämmitysenergian tarve on pienentynyt sekä säädösohjauksen että vapaaehtoisen energiansäästön kautta. Kuitenkin sähkönkulutus kasvaa koko Euroopan alueella jatkuvasti. Lisääntyvä sähkönkulutus lisää sähköverkkoihin ja sähkön saantiin liittyviä riskejä.

Passiivitalot soveltuvat asuinalueille, joiden energiapalvelut perustuvat uusiutuviin energianlähteisiin kuten tuuli-, aurinko- tai bioenergiaan. Pieni energiantarve parantaa uusituvan energian kannattavuutta yhdyskunnan energiahuollossa. Passiivitalon lämmitys- ja sähköenergian kulutus ovat alhaisia, jolloin tuotantolaitoksilta tarvitaan vain pientä kapasiteettia. Koska passiivitalojen huipputehon tarve on matala, on niiden vaikutus verkon kuormittumiseen vähäisempää huippukulutuksen aikana.

Uusiutuvalla energialla on myönteisiä taloudellisia vaikutuksia. Se vähentää energian tuontiriippuvuutta ja korostaa kotimaisen energiantuotannon merkitystä. Uusituville energiamuodoilla ja vihreällä teknologialla on selviä työllisyysvaikutuksia. Rakennusten pienellä energiantarpeella on energian hinnan kohotessa vaikutusta myös rakennusten arvoon ja sen säilymiseen.

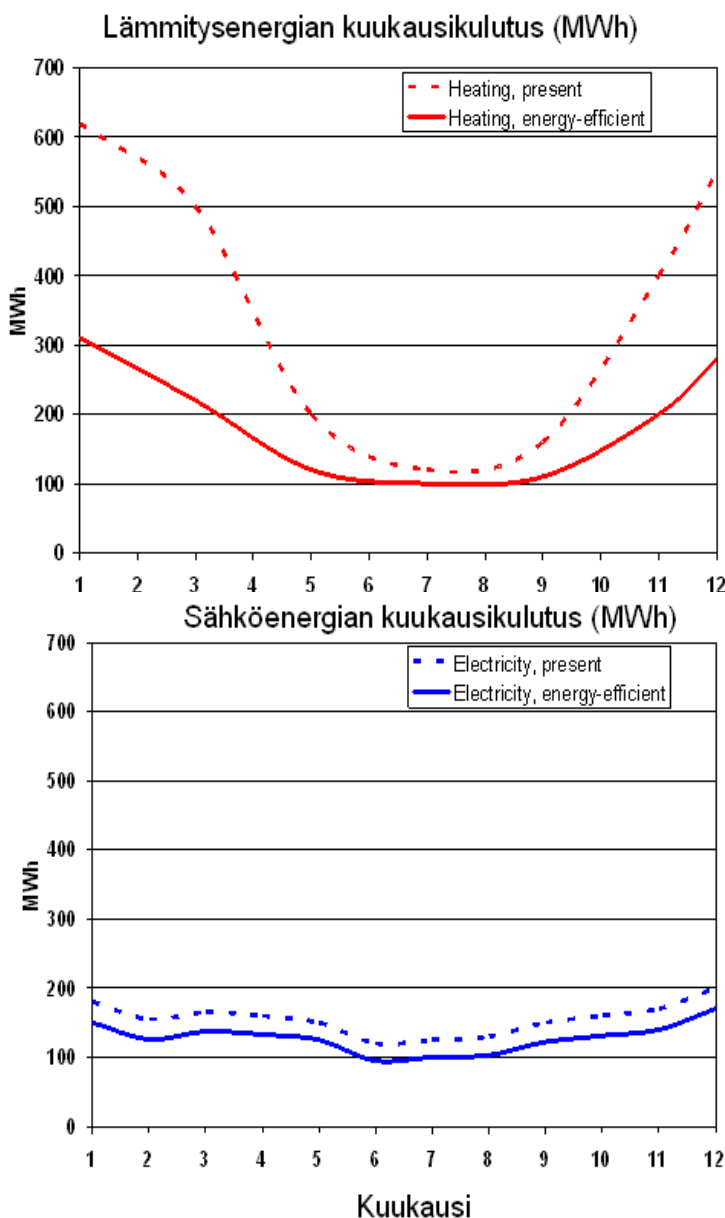


Matalaenergia- ja passiivitaloja. Vauban, Freiburg.

Asuinalueen energian loppukäyttö muodostuu lämmitysenergian, jäähdytysenergian ja sähköenergian vuosikulutuksesta ja jakeluhäviöt mukaan lukien. Energiantuotantoon tarvittava kapasiteetti määräytyy huippukulutuksen perusteella. Siihen vaikuttaa koko asuinalue ja sen rakenteet sekä yksittäisten rakennusten energiaratkaisut.

Passiivinen auringon energian hyödyntäminen voi kattaa merkittävän osan energiantarpeesta. Passiivisen aurinkolämmityksen osuus voi olla vuositasolla 1 - 60 kWh/m², mutta hyödyt riippuvat rakentamistavasta. Passiivinen aurinkolämmitys on helpointa ikkunoiden kautta, kun samalla otetaan huomioon mahdollisen jäähdytystarpeen kasvu. Ikkunoiden ulkopuolinen kesäaikainen varjostus leikkaa jo noin 60 % auringon säteilytehosta. Lisäksi ullakon tuulettamisella ja vesikatteen laadulla ja värillä on vaikutusta jäähdytystarpeeseen.

Hyvä kaavaasuunnittelu voi pienentää yhdyskunnan energiantarvetta 10 - 15 %. Tonttien ja rakennusten sijainnin optimointi pienentää yhä energiantarvetta, mutta silloin sisäympäristön ilman kesäaikainen lämpöviihtyvyys on varmistettava.

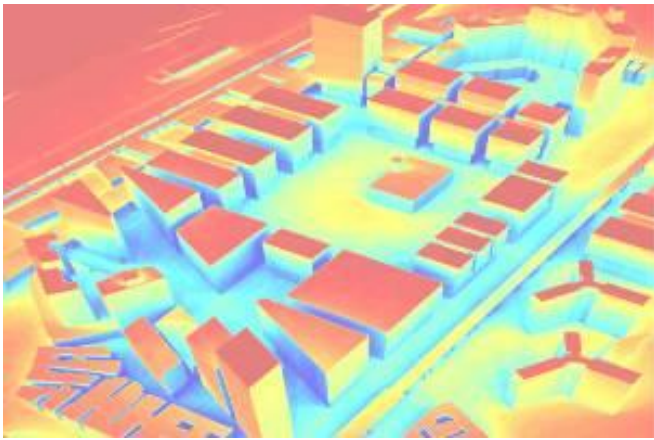


Kaavaasuunnittelu

Suunnittelija joutuu tekemään kompromisseja kaavaasuunnitelman laadun ja koko asuinalueen energiatehokkuuden välillä. Alueen ilme, viihtyisyys, turvallisuus ja monet muutkin tekijät eivät aina tue energiatehokkuutta.

Passiivitaloihin perustuvan alueen suunnittelu ei poikkea muusta suunnittelusta. Alue ja sen paikalliset olosuhteet, korkeuserot ja rakennuspaikat on arvioitava alueelle asetettavien laatutavoitteiden kannalta. Kaavoituksella varmistetaan maan käytön tarvittava tehokkuus ja rakennusten liittyminen alueen ja sen ympäristön palvelutarjontaan.

Tampereen Vuoreksen alueen kehittämiseksi tehtiin erilaisia arvioita energiatehokkuuden vaikutuksesta alueen energiaratkaisuihin. Tuhannen asukkaan asuinalueen energiantarve puolittuu, kun alue rakennetaan energiatehokkaaksi..



Suunnittelualueen pohjakuva

Alueen geometria auringon säteilyn kannalta

Varjostus

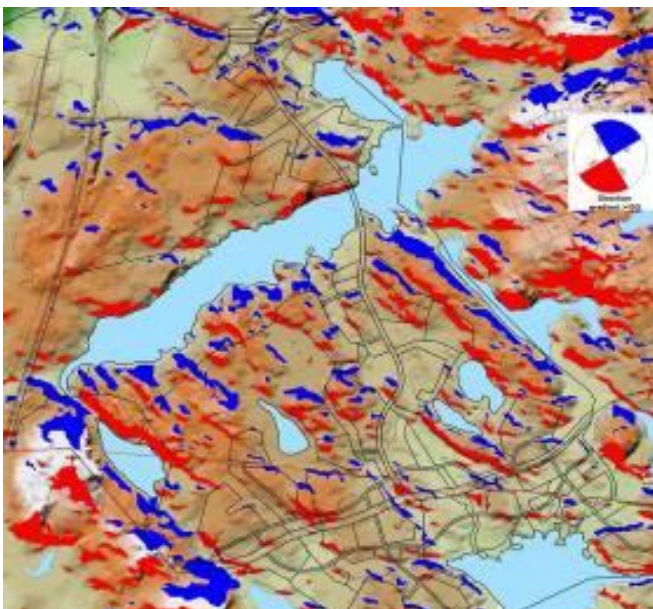
Päivänvalon käyttö

Ulkotilojen viihtyisyys

Auringon paiste julkisivuille, katoille ja ulkotiloihin

Suora ja diffuusi säteily

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



Asuinalueet koostuvat erilaisista osatekijöistä: rakennukset, kadut ja liikennejärjestelmät, verkostot ja muu infrastruktuuri. Yhdyskuntarakenne vaikuttaa alueen mikroilmasto-oloihin ja samalla sekä lämmitysettä sähköenergian tarpeeseen. Harvaan asutun alueen jaa kaupunkimaisen alueen katutason lämpötiloissa on eroja. Tiivis kaupunkimainen rakenne muodostaa lämpösaarekkeen, jossa katutason lämpötilat voivat olla kesällä huomattavastikin korkeampia kuin harvaan rakennetulla alueella. Kaupungin rakenne ja taivaanranta vaikuttavat julkisivuille osuvat suoran ja diffuusin säteilyn määriin.

Rakennuksen sijoituksella tontille on vaikutusta energiantarpeeseen. Kaavas suunnittelussa energiaoptimoinnilla tarkoitetaan:

Rakennusten suuntaaminen etelään passiivisen aurinkolämmityksen tehostamiseksi.

Etelänpuoleisten rinteiden varaaminen asuntorakentamiseen, jotta mikroilmaston hyödyt voidaan maksimoida.

Laaksomaisten rakennuspaikkojen välttäminen, koska näissä yöaikaiset lämpötilat voivat olla alhaisempia.

Matalien rakennusten sijoittaminen korkeampien talon eteläpuolelle tai kauemmas tiheistä metsistä

Pihojen ja julkisten ulkotilojen aurinkoisuuden varmistaminen

Suunnittelualueen pohjoiseen ja etelään suuntautuvien rakennuspaikkojen kartoitus. Passiivitalot hyödyntävät tehokkaasti aurinkoa energian lähteenä, vaikka niiden perusteknologia - lämmöneristys, lämmön talteenotto, ilmanpitävyys - on auringon energiasta riippumatonta.

Optimoitu yhdyskuntarakenne ei pienennä energiantarvetta tai energiankäytöstä johtuvia emissioita suoraan. Se muodostaa pohjan suunnittelulle ja rakentamiselle, joilla tehokkaat ja taloudelliset keinot pienentää energiantarvetta on mahdollista saavuttaa.

Passiivitalossa voidaan hyödyntää auringon energiaa tehokkaasti. Alueen mikroilmaston analysointi antaa suunnittelijalle mahdollisuuden arvioida missä määrin ja millä tavalla auringon säteily, ulkoilman lämpötilat, ilmavirtaukset tai alueen kosteusolosuhteet vaikuttavat rakennusten energiantarpeeseen.

Passiivitalojen suunnittelussa tulee ottaa huomioon sekä auringon energian hyötykäyttö talvella että aurinkosuojaus kesällä. Rakennusten suuntaus, kasvillisuus ja keinotekoiset varjostukset ovat keinoja auringon energian optimaaliseksi hyödyntämiseksi. Kaavasuunnittelijan mahdollisuudet vaikuttaa alueen energiantarpeeseen ovat suuruusluokalleen seuraavat:

Yhdyskuntarakenteen tiiviys (kerrosala/alueen pinta-ala) pienentää energian jakeluhäviöitä

Rakennusten muoto (tilavuuden suhde vaipan pinta-alaan): kerrostalo (V/A 0,3) pienentää energiantarvetta jopa 15 % verrattuna rivitaloon

Avoimuus auringon säteilylle: passiivinen aurinkolämmitys pienentää lämmityksen energiantarvetta 10 %

Kattojen optimointi aurinkokeräimiä varten voi pienentää koko alueen lämpimän veden muuta energiantarvetta 10 - 15 %

Jos kaavamääräyksillä voitaisiin vaikuttaa alueelle rakennettavien talojen energiatehokkuuteen, saavutettaisiin passiivitaloilla lämmitystarpeen 75 % vähennys.



Ekokaupunki Tübingen Saksassa. Uuden asuinalueen tavoitteena on koko kaupunginosan hyvä energiatehokkuus.

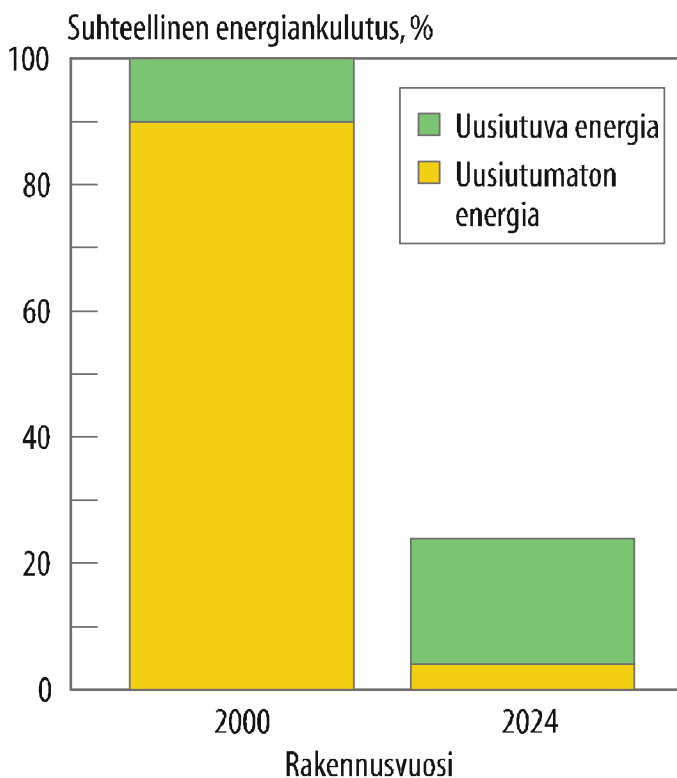
Passivitalojen soveltuvuus erilaisiin suunnitteluratkaisuihin

Asuinalueiden viihtyisyys ja energiatehokkuus asettavat alueiden suunnittelulle vaatimuksia, joiden saavuttaminen on usein vaikeata. Rakennusten ja ulkoalueiden tulisi saada päivänvaloa myös keskitalvella, mutta etenkin passiivitalojen ympäristön pitäisi myös tarjota varjostusta kesän yllämpää vastaan. Samalla niiden pitäisi olla suojassa pohjoisilta voimakkailta tuulilta ja avoimia kesän viilleille tuulille. Rakenne ei saisi muodostaa tuulikäytäviä, mutta myös tiiviin rakenteen keskellä ilman pitää päästä vaihtumaan riittävästi myös kesähelteillä. Viihtyisyys ja energiaoptimoitu rakenne ovat usein keskenään ristiriitaisia tavoitteita. Asuinalueet rakennetaan asukkaita varten, joten energiahäydyistä joudutaan usein luopumaan.

Passiivitalojen toimivuus voidaan varmistaa kannustamalla tehokkaasiin passiivisiin energiansäästöön keinoihin. Vaikka aurinkolämmitys talvella ja aurinkojäähdytys kesällä vaikuttavat talojen energiantarpeeseen, passiivitalot ovat kuitenkin riippumattomia aurinko-oloista. Passiivinen energiasäästö on passiivitalojen perusteknologiana, jolloin ne soveltuvat hyvin myös varjoisille alueille. Aurinkoenergia on kuitenkin mahdollisuus, jota kannattaa hyödyntää.

Yhdyskuntarakenteen tiiviydellä on oma merkityksensä. Nyrkkisääntönä on, että talo varjostaa pohjoisen puolella olevan naapuritalon talon julkisivusta korkeintaan 50 joulukuun 21. päivänä kello 14:00. Silloin talojen etäisyys on riittävä auringon energian tehokkaalle hyödyntämiselle.

Energian tarpeen pienentäminen on tehokkain keino uusiutuvien energialähteiden osuuden lisäämiseen



Visio uusituvasta energiasta. Kun rakennusten energiatehokkuus kasvaa, uusiutuvien energialähteiden merkitys kasvaa. Passiivitaloihin liittyy merkittävä potentiaali. Kun rakennukset kuluttavat vain 25 % energiaa nykytaloihin verrattuna, ja samalla uusiutuvan energian osuus kaksinkertaistetaan nykyiseen verrattuna, uusiutumattoman energian osuus on enää vain 5 %.

Etelään vai pohjoiseen?

Tasaiset alueet ja etelänpuoleiset rinteet ovat parhaat rakennuspaikat passiivitaloille. Koska passiivitalojen energiatehokkuus perustuu häviöiden minimointiin, niitä pitäisi kuitenkin rakentaa juuri pohjoisen puoleisille rakennuspaikoille.



Passiivinen ja aktiivinen aurinkolämmitys ovat osa Ekoviikin energiaratkaisua.

Standardeja

Passiivitalo voi saada VTT Sertifikaatin. Sertifikaatti perustuu Euroopan yhteisön Rakennustuotedirektiivin olennaisiin vaatimuksiin sekä passiivitaloille erikseen määriteltyihin energiantarpeen määritelmiin.

Passiivitalojen suunnittelussa voidaan käyttää mm. seuraavia standardeja:

Kohde	Standardi
Calculation of U-values for building components and elements (other than ground floors)	EN ISO 6946
Calculation of U-values for glass structures.	EN ISO 673
Calculation of U-values for ground floors	EN ISO 13370
Calculation of thermal values for building materials and products ¹⁾	EN ISO 10456
Windows and Doors U-value:	Calculation EN ISO 10077-1 and 2 Measurement prEN ISO DIS 12567 -1/2
Radiation properties (glass):	Solar factor EN 410 Light transmittance prEN 13363
Air permeability	Test method EN ISO 1026 Classification EN ISO 12207-1
Non-repeating/linear thermal bridges	EN ISO 10211-2
Thermal performance of windows, doors and shutters. Determination of thermal transmittance by hot box method. Part 2: Frames	EN 12412-2
Thermal insulation. Determination of steady-state thermal transmission properties. Calibrated and guarded hot box	En-ISO 8990
Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Products of high and medium thermal resistance	EN 12667
Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Thick products of high and medium thermal resistance	EN 12939
Thermal bridges in building construction. Heat flows and surface temperatures. Part 1: General calculation methods . Part 2: Linear thermal bridges	EN ISO 10211-1 and 2
Calculation method for curtain walling	prEN 13947