

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Uusiutuvan energian koulutusohjelma

Pertti Koskinen

PASSIIVISET ENERGIANSÄÄSTÖKEINOT JA -RATKAISUT PIENTALON
SUUNNITTELUSSA, TOTEUTUKSESSA JA KÄYTÖSSÄ

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016



OPINNÄYTETYÖ

Toukokuu 2016

Uusiutuvan energian koulutusohjelma

Karjalankatu 3

80220 JOENSUU

p. (013) 260 6800

Tekijä(t)

Pertti Koskinen

Nimeke

Passiiviset energiansäästökeinot ja -ratkaisut pientalon suunnittelussa, toteutuksessa ja käytössä

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä on selvitetty, miten passiiviset energiaratkaisut on otettu huomioon rakennushanketta suunniteltaessa. Tutkimuksessa selvitettiin rakennuttajien näkemyksiä passiivisiin energiaratkaisuihin pientalojen suunnitteluvaiheissa sekä sitä, kuinka suunnittelijat ottavat huomioon passiiviset energiaratkaisut suunnittelun ja toteutuksen yhteydessä. Kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin, mikä vaikutus passiivisilla keinoilla on energian kulutukseen.

Tutkimus tehtiin kirjallisena kyselynä, joka suunnattiin rakennuttajille ja suunnittelijoille. Tutkimus rajattiin pientalojen suunnittelijoihin sekä rakennuttajiin. Työssä selvitettiin, mitä passiivisiä menetelmiä on käytettävissä energiankulutuksen pienentämiseksi pientalojen lämmityksessä ja jäähdityksessä. Lisäksi kyselyllä selvitettiin, mitä passiivisiä energiaratkaisuja suunnittelijat ja rakennuttajat ovat käyttäneet pientalojen suunnittelussa ja toteutuksessa.

Tutkimuksessa tuli esille, että rakennuttajat eivät tunne tai tiedä, mitä passiivisiä keinoja on käytettävissä ilmaisenergian hyödyntämiseen. Lisäksi tutkimukseen osallistuvat toivat esille, että rakennushankkeessa on jäänyt huomioimatta monta tärkeää asiaa, jotka parantaisivat ilmaisenergian hyödyntämistä ja vähentäisivät kokonaisenergian kulutusta.

Tuloksia voidaan hyödyntää järjestettäessä rakentamiseen ryhtyville infotilaisuuksia rakennushankkeeseen liittyvistä asioista. Lisäksi tuloksia voidaan käyttää mietittäessä, minkälaisilla rakennusmateriaaleilla ja -menetelmillä voidaan hyödyntää ilmaisenergiaa mahdollisimman tehokkaasti.

Kieli

Suomi

Sivuja 45

Liitteet 2

Liitesivumäärä 4

Asiasanat

Massiivisuus, aurinkosuojaus, yötuuletus, lämpökapasiteetti



THESIS

May 2016

Master's Degree in Renewable Energy

Karjalankatu 3

80220 JOENSUU

FINLAND

p. (013) 260 6800

Author (s)

Pertti Koskinen

Title

Passive Energy Saving Solutions and Systems in Designing, Building and Using of Detached Houses

In this thesis it was investigated how passive energy solutions have been taken into account during a design project of a construction. The constructors' visions connected to the passive energy systems of houses were investigated, too. It was also studied how the designers considered passive energy systems during the design process.

The study was accomplished by sending a questionnaire to 16 constructors and 16 designers who were dealing with small residential buildings. The effects that the passive methods have on energy consumption were clarified with literature studies. The inquiries were used to solve what passive methods the planners and developers have used, when they plan or implement a detached house.

The results showed that the constructors do not recognize or even know the methods of utilizing free energy. In addition, the participants brought up that many important aspects that could improve utilization of free energy and therefore reduce energy consumption were not considered during the project.

In conclusion, the results will be very useful for constructors that are planning to construct a building. Results can also be used when selecting building materials and methods to achieve the most powerful outcome regarding free energy.

Language

Finnish

Pages 45

Appendices 2

Pages of Appendices 4

Keywords

massiveness, sunscreen, night ventilation, thermal capacity

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Työn taustaa, tavoitteet ja menetelmät	6
2.1	Taustaa	6
2.2	Tavoitteet	8
2.3	Menetelmät.....	9
3	Rakennushankkeen kulku	9
3.1	Tarveselvitys	10
3.2	Hankesuunnittelu	10
3.3	Rakennussuunnittelu.....	11
3.4	Rakentaminen ja käyttöönotto	13
4	Energiatehokkaan talon tunnusmerkit	13
5	Passiiviset keinot.....	15
5.1	Aurinkosuojaus	15
5.2	Aurinkoenergian vaikutus lämmityksen energiantarpeeseen.....	18
5.3	Aurinkokulmat	19
5.4	Termisen massan vaikutus energiatalouteen.....	21
5.5	Energiankulutukseen vaikuttavat passiiviset tekijät	27
5.6	Yötuuletus.....	29
5.7	Värien vaikutus termisissä massoissa.....	31
5.8	Ikkunoiden ilmansuuntien vaikutus energiatalouteen.....	32
6	Tulosten analysointi.....	33
6.1	Kirjallisuustutkimus	33
6.2	Suunnittelijoiden vastaukset passiivisten keinojen hyödyntämisessä	34
6.3	Rakennuttajien vastaukset passiivisten keinojen hyödyntämisessä	40
7	Pohdinta.....	45
	Lähteet	47

Liitteet

Liite 1 Kyselylomake suunnittelijoille

Liite 2 Kyselylomake rakennuttajille

1 Johdanto

Aiheen opinnäytetyöhön sain, koska toimin rakennus-, pää-, ja rakennesuunnittelijana sekä vastaavana työnjohtajana pientalorakentamisessa. Olen joutunut miettimään passiivisten energiaratkaisujen ja -keinojen käyttöä ja toteutusta pientalojen suunnittelussa. Passiivisilla energiaratkaisuilla ja -keinoilla tarkoitetaan ilmaisenergian mahdollisimman hyvää hyödyntämistä rakennuksen kokonaisenergian kulutuksen pienentämiseksi lämmityksessä sekä jäähdytyksessä. Mielestäni niin sanotuilla kertarakentajilla ei ole juurikaan tietoa siitä, mitä passiiviset energiaratkaisut tarkoittavat ja miten niitä tulisi hyödyntää pientalojen suunnittelussa ja toteutuksessa. Lisäksi olen miettinyt myös sitä, kuinka hyvin pientaloja suunnittelevat alan ammattilaiset ottavat huomioon passiivisia keinoja energian kulutukseen vaikuttavina ratkaisuin.

Mietittäessä passiivisten energiaratkaisujen käyttöä pientaloissa ei tulisi pelkästään syventyä uudisrakentamisen yhteydessä tehtäviin ratkaisuihin, vaan passiiviset keinot ja menetelmät tulisi huomioida myös korjausrakentamisessa. Usein korjausrakentamisen yhteydessä voitaisiin hyvällä ennakkosuunnittelulla vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen ottamalla huomioon mahdollisimman hyvin passiivisia energiaratkaisuja ja -menetelmiä.

Passiiviset energiaratkaisut huomioidaan rakennesuunnittelun osalta viranomaisten ohjeistuksissa aika hyvin, mutta osa niistä kaipaa mielestäni tehokkaampaa käyttämistä jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Viranomais määräykset pakottavatkin hyödyntämään passiivisia menetelmiä tämän päivän rakentamisessa. Passiivisista menetelmistä tyypillisin on ulkoilmaan rajoittuvien rakenteiden U-arvot. Yleisimpiä ja tyypillisimpiä passiivisia energiaratkaisuja ovat muun muassa seuraavat:

- aurinkosuojaus
- termiset massat
- rakennuksen sijoittuminen tontille
- ikkunoiden suuntaus oikeisiin ilmansuuntiin
- huoneiden sijoittelu rakennuksen sisällä
- ikkunoiden koko
- ilmaisenergian hyödyntäminen
- ulkoilmaan rajoittuvien rakenteiden U-arvot

Työn tarkoituksena on selvittää ensisijaisesti sitä, miten pientalon suunnittelijat tuntevat passiiviset energiaratkaisut, sekä kuinka he ottavat huomioon passiiviset energiaratkaisut pientalojen suunnittelussa. Työn toinen tavoite on selvittää, kuinka hyvin niin sanotut kertarakentajat tuntevat passiivisia energiaratkaisuja pientalojen osalta sekä miettivätkö kertarakentajat passiivisia energiaratkaisuja oman rakennusprojektinsa suunnittelun yhteydessä.

2 Työn taustaa, tavoitteet ja menetelmät

2.1 Taustaa

Työn aiheen koin erittäin mielenkiintoiseksi ja ajattelin, että tästä tutkimuksesta olisi minulle hyötyä työelämässäni. Uskon aiheen kiinnostavan myös muita rakennusalan ammattilaisia, rakentajia ja rakennuttajia. Erikoisesti uskon aiheen kiinnostavan niin sanottuja kertarakentajia, jotka yleensä rakentavat pientalon omaan käyttöön. Toisaalta luulen tutkimuksen kiinnostavan myös sellaisia henkilöitä, jotka eivät rakennuta tai rakenna taloa itse vaan ovat ostamassa pientaloa.

Suomessa ja muualla maailmassa puhutaan hyvin paljon ilmaston lämpenemisestä. Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa luonnollisesti siihen, kuinka paljon tulevaisuudessa joudumme käyttämään energiaa lämmitykseen ja toisaalta jäähtytykseen rakennuskannassamme. Suomessa on tehtyjen havaintojen perusteella todettu vuoden keskilämpötilan nousseen sadan vuoden aikana noin 0,9 °C. Lämpenemistä on havaittu kaikkina vuodenaikoina. Tarkasteltaessa lämpenemistä lyhyillä ajanjaksoilla voidaan todeta, että varsinkin talvet ovat erikoisesti lämmenneet.

Kun katsomme aikaa viisikymmentä vuotta taaksepäin, voimme todeta, että lämpötila on noussut 3,5 astetta. Tämä tarkoittaa sitä, että lämpeneminen on ollut 0,7 °C vuosikymmentä kohden. Toisaalta täytyy muistaa, että edelleen Suomessa on ollut kylmiä talvia, joista esimerkkinä ovat talvet 2009–2010 ja 2010–2011. Ilman lämpötilan nousu tarkoittaa käytännössä sitä, että lämmityksen tarve pienenee, mutta samalla jäähtytyksen tarve kasvaa. Aikaisempien arvioiden perusteella meillä Suomessa on arvioitu, että lämmityksen tarve voisi pienentyä 10–14 % vuoteen 2050 mennessä. Jäähtytyksen tarpeen on arvioitu lisääntyvän vuoteen 2030 mennessä noin 10 %.

Vaikka yleisesti on tiedossa, että ilmaston lämpeneminen pienentää lämmitykseen käytettävän energian määrää ja lisää jäähdytykseen käytettävää energiaa, kuitenkin on maasamme edelleen tulevana vuosikymmeninä kylmiä jaksoja. Sääolosuhteet tulevat vaihtelemaan edelleen vuodesta toiseen, joten sanonta, että vuodet eivät ole veljeksiä, pitänee paikkansa. Kun tarkastelemme sääoloja riittävän pitkillä aikajäniteillä, muodostuu meille käsitys siitä, minkälainen ilmasto meillä vallitsee. Rakennusten lämmitykseen ja jäähdytykseen kuluttama energiamäärä toki vaihtelee sääolosuhteiden mukaan. Toisaalta energian kulutukseen käytettävien sääolosuhteiden ja arvojen tulisi mahdollisimman konkreettisesti vastata todenmukaisia lukuja.

Käytännössä rakentamiseen liittyvät energiatehokkuusmääräykset kansallisella tasolla ovat johtaneet siihen, että rakennuksien lämmitykseen kuluvan energian määrä on koko ajan pienentynyt. Määräykset ovat ensisijaisesti tiukentaneet ulkoilmaan rajoittuvien rakenteiden U-arvoja sekä talotekniikkaan liittyvän ilmanvaihdon lämmön talteenoton hyötysuhteen parantamista. (Helda.fi. Rakennusten energialaskennan testivuosi 2012 ja ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Raportti julkaisusarja No. 2011:6. Verkkoaineisto Viitattu 27.11.2015 Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/33069>.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 annetaan määräyksiä sisäilmastoon liittyen muun muassa seuraavasti:

- a) rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeen viihtyisä huonelämpötila voidaan ylläpitää käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti
- b) rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, etteivät ilman liike, lämpösäteily ja pintalämpötilat aiheuta epäviihtyisyyttä oleskeluvyöhykkeellä käyttöaikana
- c) rakennuksen käyttöaikana ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila yleensä saa olla korkeampi kuin 25 °C
- d) lämpöolojen ylläpidon suunnittelussa on otettava huomioon mitoittavat ulkolämpötilat. Lämmityskauden mitoittavat lämpötilat alueittain on esitetty rakentamismääräysten osassa D2 s. 5 taulukossa 2. (Rakennusmääräyskokoelma D2 2012. Määräykset ja ohjeet 2012 Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 18.12.2015 http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf)

Vaikka yleisesti on tiedossa, että ilmasto lämpenee, Suomessa täytyy edelleen varautua rakennusten lämmittämiseen. Suomessa lämmitykseen kulutettavan energian osuus on

pienentynyt, mikä johtuu ensisijaisesti siitä, että meillä yhteiskunta on rakennusmääräyksillä asettanut rakenteille minimitalon tavoitteet lämmitysenergian kulutuksen pienentämiseksi. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennuksen eri rakenteille, jotka rajoittuvat ulkoilmaan, on asetettu minimitalon tavoitteet energian pysymiseksi rakenteen sisäpuolella. Käytännössä kyse on U-arvosta. Se on arvo, joka ilmaisee, kuinka paljon energiaa kulkeutuu rakenteen läpi neliometriä kohden lämpötilaeron ollessa yhden °K:n rakenteen eri puolilla. Yksikkönä käytetään $W/(m^2K)$. (Rakennusmääräyskokoelma C4 2003. Määräykset ja ohjeet 2003 Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 20.12.2015. <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>)

2.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena oli selvittää ensisijaisesti sitä, miten pientalon suunnittelijat tuntevat passiiviset energiaratkaisut, sekä kuinka he ottavat huomioon passiiviset energiaratkaisut pientalojen suunnittelussa. Työn toisena tavoitteena oli selvittää, kuinka hyvin niin sanottu kertarakentajat tuntevat passiivisia energiaratkaisuja pientalojen osalta sekä miettiivätkö he passiivisia energiaratkaisuja oman rakennusprojektinsa suunnittelun yhteydessä.

Yhtenä työn tarkoituksena oli selvittää myös, mitä passiivisia keinoja on käytettävissä pientalon energiatalouden parantamiseen ja miten niitä käytännössä toteutetaan. Lisäksi oli tarkoitus selvittää, mitkä asiat estävät niiden käyttöä, ja tuoda esille keinoja, joilla passiivisten keinojen käyttöä voitaisiin käytännössä tehostaa. Halusin tuoda tässä työssäni esille myös rakennushankkeen kulun lyhyesti, koska olen todennut työelämässä toimiesani, että hyvin usealla pientalon rakentajalla ei ole käsitystä rakennushankkeen kulusta.

Kaikki tutkimustieto, jota voi saada passiivisista keinoista, parantaa mahdollisuuksia onnistua niiden hyödyntämisessä. Opinnäytetyössäni oli tarkoitus myös tutkia erilaisia energiatehokkuuteen vaikuttavia asioita. Tällä tutkimuksella haluan lisätä rakentajien ymmärrystä siitä, millä passiivisilla keinoilla voidaan pienentää pientalojen kokonaisenergiankulutusta sekä lisätä asumisviihtyvyyttä. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada oikeaa ja käytännönläheistä tietoa passiivisten keinojen käytöstä pientalojen rakentamisessa

2.3 Menetelmät

Tämän tutkimustyön menetelmäksi valitsin pääsääntöisesti kirjallisuustutkimuksen. Lisäksi tein kyselyjä pientalon suunnittelijoille sekä niin sanotuille kertarakentajille ja -rakennuttajille. Lähetin kyselyn kuudelletoista (16) suunnittelijalle ja kuudelletoista (16) rakennuttajalle. Riippuen siitä, minkälaisia tuloksia ja tietoja kyselyistä saan, aion tehdä myös ehdotuksia passiivisten keinojen käytön edistämiseksi pientalojen rakennushankkeissa. Pelkkää teoriaa ei opinnäytetyössäni ole tarkoitus kuitenkaan esittää, vaan työhöni liittyy oleellisesti passiivisten keinojen käytön kehittäminen käytännössä, mihin pyrin kyselyjen ja muiden tutkimusten pohjalta.

Kyselytutkimuksessa pyrittiin esittämään kysymyksiä joihin oli helppo vastata. Kyselylomake sisälsi paljon valmiita termejä, joista vastaajan oli helppo valita, se vaihtoehto joka vastasi hänen näkemystään ja kokemuksia passiivisista energiaratkaisuista. Kyselykaavake oli laadittu siten, että siihen pystyi vastaamaan sähköisesti. Kyselyyn osallistuneilla oli mahdollisuus tarvittaessa esittää tarkennuksia kysymyksiin liittyen.

3 Rakennushankkeen kulku

Pientalon rakentaminen on pääsääntöisesti rakentamiseen ryhtyvälle elämän suurimpia investointeja, jolla on merkitystä pitkälle tulevaisuuteen. Asunto rakennetaan yleensä omaan käyttöön. Erityisen suurena puutteena näyttää olevan se, että rakennuttajat eivät ryhdy riittävän hyvissä ajoin hankkimaan rakennushankkeelleen pääsuunnittelijaa. Yleensä rakennushanke luokitellaan viiteen eri vaiheeseen. Nämä vaiheet ovat:

- tarveselvitys
- hankesuunnittelu
- rakennussuunnittelu
- rakentaminen
- käyttöönotto.

Rakennushanketta voidaan pitää vaikeasti hallittavana kokonaisuutena, ja siihen kuuluu useita osapuolia. Pientalojen ja yleensäkin rakennusten teknistyminen, talotekniikan ja automaation lisääntyminen ovat tuoneet lisähaasteita rakennushankkeen suunnitteluun,

toteutukseen ja rakennuksen huoltoon. (H. Tyrväisen luennot Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu 2011.) (RT 10-10387 ohjekortin mukaan)

3.1 Tarveselvitys

Rakennushanke käynnistyy tarveselvityksellä. Sen ydin on, että on tarvetta rakentamiselle. Selvityksessä mietitään, mitä tiloja tarvitaan ja kuinka paljon. Siihen vaikuttaa pientalojen rakentamisessa ensisijaisesti muun muassa perheen koko. Työpaikkojen sijainti sekä rakentajan perheen tarvitsemien palvelujen sijainti ja saatavuus, esimerkiksi terveydenhoito, koulut ja päiväkodit, selvitetään tässä vaiheessa.

Tarveselvitykseen kannattaa panostaa erityisesti, koska jokainen ns. turhan neliön rakentaminen lisää kustannuksia rakentamisessa ja ylläpidossa. Selvitykseen liittyy olennaisesti kustannusten karkea selvittäminen. Selvityksen tekeminen kuuluu pääsääntöisesti rakennuttajalle, jonka tulisi käyttää apunaan mahdollisia asiantuntijoita. Selvityksessä on hyvä miettiä rakennuksen energiaratkaisun pääpiirteet. Selvityksen lopputuloksen perusteella mietitään, ryhdytäänkö hankkeeseen vai ei. (H. Tyrväisen luennot Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu 2011.) (RT 10-10387 ohjekortin mukaan)

3.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunniteluun siirrytään tarveselvityksen pohjalta. Aluksi voidaan miettiä ratkaisumalli ja laatia karkea arvio kustannuksista. Tontin hankinta ja rahoituksen järjestelyt kuuluvat hankesuunnitteluun. Voidaan todeta, että tontin hankinnassa kannattaa olla huolellinen myös tontin korkeusasemien ja maanlaadun suhteen. Hankesuunniteluun kuuluvat myös ennakkosuunnittelu, huonetilat pinta-aloineen ja erilaisten vaihtoehtojen tutkiminen. Keskeinen merkitys hankesuunnitteluvaiheessa on hankkeen aikatauluttamisella ja kustannusarviolla.

Hankesuunniteluun kuuluu yleensä erilaisten asiantuntijoiden hyödyntäminen esimerkiksi rakennuspaikan kaavatilanteen selvittämisessä, kustannuslaskennassa ja talotekniikkaan liittyvissä ratkaisuissa. Taloteknisistä ratkaisuista lämmitysjärjestelmän valinta tulisi tehdä tässä vaiheessa, jolloin laaditaan alustava kustannusarvio. Mielestäni hankesuunnitteluvaiheessa tulisi hankkeeseen sitouttaa pääsuunnittelija ja rakennussuunnittelija. Kun kaikki hankesuunniteluun sisältyneet asiat on käsitelty, tehdään investointipäätös.

Pääsuunnittelija on avainhenkilö ja tuki rakentajalle, kun ryhdytään miettimään muun muassa passiivisten energiaratkaisujen käyttöä ja -toteutusta rakennushankkeessa. Tämä vaihe unohtuu usein niin sanotuilta kertarakentajilta. Melko usein käytännössä kertarakentajat ryhtyvät itse viemään hanketta eteenpäin, jopa niin pitkälle, että esisopimus mahdollisen talopakettin hankkimisesta kauppiaan kanssa on jo tehty. Tässä vaiheessa usein unohdetaan pääsuunnittelijan rooli rakennushankkeessa. (H. Tyrväisen luennot Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu 2011.) (RT 10-10387 ohjekortin mukaan)

3.3 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnittelu pohjautuu hankesuunnittelussa tehtyihin johtopäätöksiin. Rakennussuunnitteluvaiheeseen kuuluvat muun muassa erilaiset luonnospiirustukset, ehdotukset, pääpiirustukset, tuotannonsuunnittelu, mahdolliset ennakkolausunnot sekä rakennuslupamenettely. Tähän vaiheeseen kuuluvat lisäksi mahdolliset työselitykset, työpiirustukset ja urakkatarjoukset. Tässä vaiheessa käydään yleensä myös mahdolliset urakkaneuvottelut. Rakennussuunnittelun loppuvaiheessa tarkentuvat rakennushankkeen kokonaiskustannukset.

Rakennussuunnitteluvaiheessa laaditaan erityisalojen, kuten lämpö-, vesi-, viemärointi-, ilmanvaihto-, sähkö- ja automaatio suunnitelmia (LVISA) siinä laajuudessa kuin on tarve. Suunnitelmia täydennetään ja lisätään rakennuslupamenettelyn yhteydessä. Kustannusten tarkentuessa voidaan tehdä lopullinen rakentamispäätös. (H. Tyrväisen luennot Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu 2011.) (RT 10-10387 ohjekortin mukaan)

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa määrätään, että rakennushankkeeseen ryhtyvällä tulee olla riittävän ajoissa suunnittelutehtävän vaatavuutta vastaavat ja pätevyysvaatimukset omaavat suunnittelijat. (Suomen rakentamismääräyskokoelma Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2 Määräykset ja ohjeet 2002.)

Lisäksi Suomen rakentamismääräyskokoelmassa G1 määrätään ja ohjeistetaan asuinrakennuksen sijoitteluun ja rakennusten tilojen järjestykseen sekä muun asuntosuunnittelun, erityisesti ympäristötekijöiden ja luonnon olosuhteiden huomioiminen. (Suomen rakentamismääräyskokoelma G1 Asuntosuunnittelu määräykset ja ohjeet 2005.) (viitattu 1.1.2016) <http://www.finlex.fi/data/normit/28204-G1su2005.pdf>).

Edellä kerrotun tekstin sisälle kuuluvat muun muassa. passiiviset energiaratkaisut ja niiden huomioiminen rakennuksen suunnittelussa.

Yllä kerrotuista määräyksistä voidaan päätellä, että hyvän pääsuunnittelijan rooli rakennushankkeen viemisestä eteenpäin korostuu. Pääsuunnittelijalla tulisikin olla vankka tietotaito ja osaaminen, jotta hän voisi olla rakennushankkeessa rakennuttajan tukena passiivisia energiaratkaisuja mietittäessä.

Rakennushankkeessa merkittävä rooli on myös rakennus- ja rakennesuunnittelijoilla. Heidän saumaton yhteistyö osaavan pääsuunnittelijan kanssa varmistaa sen, että passiiviset energiaratkaisut tulevat huomioiduksi jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Pääsuunnittelijan roolia rakennushankkeessa ei poista tai pienennä se, vaikka rakennus hankittaisiin talopakettina, joko osina tai suurelementteinä kohteeseen. Valmiiden suunnitelmien pohjalta on mahdollisuus lähteä samalla hankkimaan rakentajiksi alan ammattilaisia, joilla on ”ammattiympöyettä” toteuttaa hanke hyvää rakentamistapaa ja hyväksytyjä suunnitelmia noudattaen.

Energiaa pidetään käytännössä yhtenä tärkeimmistä suunnitteluun vaikuttavista tekijöistä. Muista tekijöistä suunnittelun kannalta merkittävänä voidaan pitää myös ajallisia, esteettisiä, taloudellisia ja toiminnallisia tekijöitä. (Energia- ja Ekologiankäsikirja Suunnittelu ja rakentaminen Lappalainen. 2010, 8)

3.4 Rakentaminen ja käyttöönotto

Rakennuttaminen voidaan antaa urakalla, tuntityönä tai tehdä työ itse. Rakentamisvaiheeseen kuuluvat keskeisesti urakkasopimukset, rakentaminen, rakennepiirustukset, rakentamisen valvonta sekä viranomaisten rakennusaikaiset katselmukset. Rakennuttajan velvollisuuksiin kuuluu hankkia kohteeseen vastaava työnjohtaja, käyttövesi- ja viemärijärjestelmien työnjohtaja ja ilmanvaihtotöiden työnjohtaja. Nykyisin rakentamisen valvontavastuuta on siirretty erityisesti eri alojen työnjohdolle. Jos työn on tehnyt urakoitsija, niin urakoitsijan vastuu päättyy 10 vuoden kuluttua luovutuksesta. Rakentamiseen kuuluvat myös mahdollinen käyttöönoton valmistelu sekä mahdolliset koekäytöt. Käyttöönottokatselmus ja loppukatselmus kuuluvat rakentamisvaiheen viimeisiin asioihin.

Käyttöönottovaiheeseen kuuluvat yleensä käyttö- ja huolto-ohjeet sekä käyttäjän perehdyttäminen rakennuksen käyttöön ja teknisiin laitteisiin. Tähän vaiheeseen kuuluvat myös mahdollisten rakentamisessa käytettyjen piirustusten ja suunnitelmien päivitys eli ajantasaistaminen sekä takuutarkastus ja mahdolliset takuutyöt. (H. Tyrväisen luennot Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu 2011.) (RT 10-10387 ohjekortin mukaan)

4 Energiatehokkaan talon tunnusmerkit

Taulukossa 1. on luetteloitu energiaterhokkaan rakennuksen tunnusmerkit. (Motiva energiaterhokaskoti.fi 2010.) Siitä huomataan, että siinä annetut energiaterhokkaan talon raja-arvot ovat parempia kuin Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Määräykset siis antavat vain minimitason, joka rakennuksia suunniteltaessa pitää täyttää.

Taulukko1. Energiatuhkan rakennuksen tunnusmerkit. (www.motiva.fi.)

A. Energiatuhkan kokonaisuus	Energiatuhkan talo
Talon energialuokka	A
Pientalon laatuluokitus	4-5 tähteä
B. Hyvä sisäilmasto	
Sisäilmaston tavoitetaso	S1 tai S2
Pintamateriaalien päästöluokka	M1
C. Hyvä ulkovaippa	
Ilmanpitävyys (q_{50} -arvo)	alle 1 ($m^3/(hm^2)$)
Ulkoseinien U-arvo	0,13- 0,15 $W/m^2 K$
Maanvastaisten ulkoseinien U-arvo	0,16 W/m^2
Alapohjan U-arvo	0,13- 0,15 $W/m^2 K$
Yläpohjan ja ulkoilmaan rajoittuvan alapohjan U-arvo	0,08-0,10 $W/m^2 K$
Ulko-ovien U-arvo	alle 1,00 $W/m^2 K$
Ikkunoiden U-arvo	alle 1,00 $W/m^2 K$
Ikkunoiden energialuokka	A-B
D. Tehokas ilmanvaihto	
Pienin ulkoilmavirta talvella	0,35 $dm^3/s/m^2$
Suurin ulkoilmavirta kesällä	1,50 $dm^3/s/m^2$
Ilmanvaihtokanaviston tiiveysluokka	D
Lämmöntalteenottolaitteen vuosihyötysuhde	yli 65 %
Ilmanvaihtolaitteiden sähkökulutus	$\leq 1,5kW/(m^3s)$
Ilmavaihdon ohjaus	Tarpeenmukainen ohjaus
E. Energiatuhkan sähkölaitteet	
Kylmäsäilytyslaitteiden energialuokka	A+ tai parempi
Kylmälaitteiden sijoitteluun on kiinnitetty huomiota	Kyllä
Astian-pyykinpesukoneen ym. energialuokka	A tai parempi
Energiatuhkan valonlähteitä käytössä	Kyllä
Päivänvalo ja valaistuksen ohjausta hyödynnetty	Kyllä
Viihde-elektronikan energiakulutukseen kiinnitetty huomiota	Kyllä
F. Huolto ja ylläpito	
Huoltokirja aktiivisessa käytössä	Kyllä
Veden ja energian kulutusta seurataan	Kyllä

Taulukossa 1 on otettu huomioon monia asioita energiatuhkan kannalta, mutta siinä on passiivisista keinoista merkittävimpinä mukana vain ulkoilmaan rajoittuvien rakenteiden U-arvot kuten ulkoseinät, alapohja, yläpohja, ovet ja ikkunat.

5 Passiiviset keinot

Suomen rakentamismääräyskokoelma vaatii, että rakennuksen tilojen ylläpölymisen estäminen on toteutettava ensisijaisesti passiivisia keinoja käyttäen. Yleisimmät passiiviset keinot ovat seuraavat:

- aurinkosuojaus
- termiset massat
- rakennuksen sijoittuminen tontille
- ikkunoiden suuntaus oikeisiin ilmansuuntiin
- huoneiden sijoittelu rakennuksen sisällä
- ikkunoiden koko
- ilmaisen energian hyödyntäminen
- ulkoilmaan rajoittuvien rakenteiden U-arvot.

5.1 Aurinkosuojaus

Keinoista aurinkosuojausmenetelmät ovat yleensä tehokkaimmat. Aurinkosuojauksella voidaan vaikuttaa tehokkaasti sisäilman laatuun ja talotekniikan suunnitteluun ja toteutukseen. Aurinkosuojauksen suunnittelu ja niiden vaikutukset tulisi tutkia ja arvioida huolellisesti ennen kuin ryhdytään suunnittelemaan rakennukseen jäädytystä. Aurinkosuojaus tarkoittaa kaikkien niiden keinojen ja menetelmien hyödyntämistä, joilla voidaan hallita rakennukseen vaikuttavaa auringonsäteilyä. Rakennuksen energiankulutus on hyvin pitkälti riippuvainen siitä, kuinka rakennuksen auringonsuojaus on toteutettu. Kun rakennuksen auringonsuojaus on toteutettu asiallisesti ja se toimii, niin jäädytyksen tarve laskee. Aurinkosuojauksen tärkein tehtävä on estää ylimääräisen auringon säteilyn pääseminen rakennukseen. Toisaalta tulee muistaa, että kylminä ajanjaksoina auringonsäteilyn tuoma ilmaisen energia on enemmän kuin tervetullut rakennuksen lämmitykseen tarvittavan energiakulutuksen pienentämiseksi.

Aurinkosuojauksen tuomat kustannukset ja hyödyt tulisi puntaroida perusteellisesti käyttäen ammattilaisten apua. Aurinkosuojaukseen käytettävät kustannukset voivat vaihdella hyvinkin suuresti. Aurinkosuojaukset jaetaan tyypillisesti sisä- ja ulkopuolisiin suojausratkaisuihin ja menetelmiin. (Wouter ym. 2011, 39-43.)

Yleisimmät aurinkosuojausmenetelmät:

- toiset rakennukset
- markiisit
- pergola
- puut
- kaihtimet
- kaksoislasijulkisivut
- rullaimet
- verhot
- kalvot lasipinnoilla
- rinnerakentaminen
- räystäät.

Yleisistä aurinkosuojaukseen käytettävistä menetelmistä ja ratkaisuista monet ovat varmasti hyvin tuttuja lähes jokaiselle rakennuttajalle, kuten räystäät, puut, kaihtimet, toiset rakennukset, verhot, rullaimet, pergolat ja markiisit. Kalvot lasipinnoilla ja kaksoislasijulkisivut lienevät oudoimpia ratkaisuja aurinkosuojauksessa monelle rakennuttajalle ja suunnittelijalle. Kalvot lasipinnoilla tarkoittaa sitä, että lasi pinnoitetaan matalaemissiivisellä pinnoitteella, joka parantaa lasin U-arvoa. Pinnoitteen ansiosta lämmönsäteily sisältä ulospäin pienenee yli 20-kertaisesti. Puhutaan Low-e-lasista. Low-e tarkoittaa matalaa emissiivisyyttä. Pinnoiteaineista yleisimpiä ovat tina-indium-seos ja hopea. Kalvot lasipinnoilla ovat nykyisin hyvin tiedossa rakennushankkeissa. Tämä johtuu siitä, että ikkunoiden valmistajat ovat seuranneet kehityksen kulkua ja pystyvät tarjoamaan rakentajille erilaisia vaihtoehtoja.

Taulukossa 3. esitetään yleisimpien lasien ominaisuuksia. (Wouter ym. 2011, 17.)

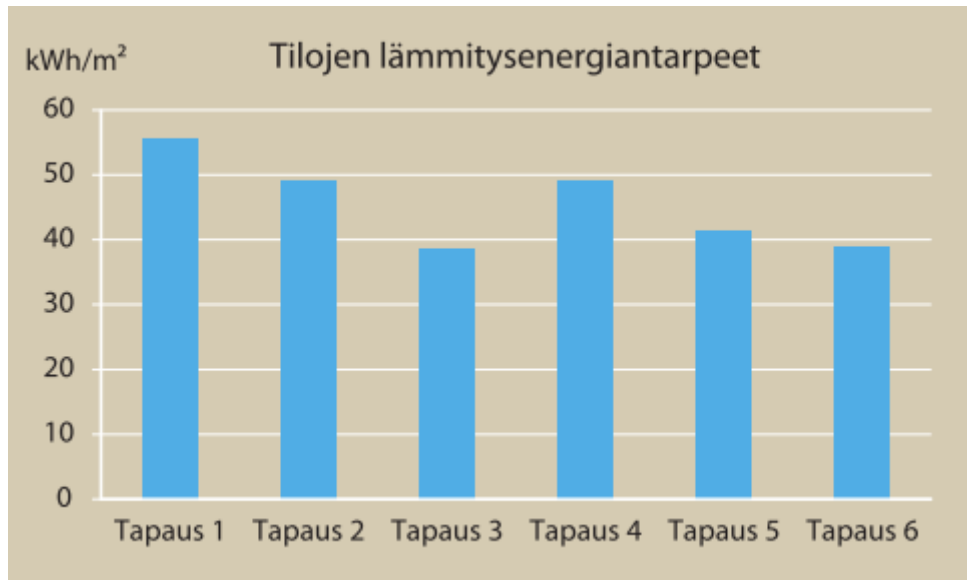
Taulukko 3. Yleisimpien lasien ominaisuuksia. (Wouter ym. 2011, 17.)

Tyyppi	U- arvo (W/m²k)	g lasin auringon energiasäteilyn ko- konaisläpäisyker- roin	T_v valonlä- päisykerroin
1-lasi, kirkas 6 mm	5,7	0,86	0,89
2-lasi, kirkas 4-12-4	2,8	0,76	0,81
2-lasi, kirkas, Low- e 4-12-4 ilma	1,5	0,66	0,77
2-lasi, kirkas, Low- e 4-12-4 argon	1,3	0,66	0,77
Selektiivilasi 6-16-6 argon	1,1	0,34	0,59
3-lasi, kirkas 4-6-4- 6-4 Argon	1,9	0,67	0,73
3-lasi, kirkas, Low- e 4-12-4-12-4 Argon	0,6	0,60	0,74

Taulukossa 3 esitetty g-arvo kertoo siitä, kuinka ikkunalasi päästää auringonsäteilyä läpi, eli montako prosenttia auringonsäteilystä pääsee sisätiloihin lämpönä. Taulukossa tyyppi-sarakkeessa näkyvä lukusarja 4-12-4 tarkoittaa, että lasinpaksuus on 4 mm ja lasien väli 12 mm, sekä lukujen lopussa oleva teksti kertoo, millä aineella lasien väli on täytetty. Taulukosta voidaan selvästi päätellä, että emissiivisellä pinnoitteella päällystetty lasi on erittäin hyvä ratkaisu aurinkosuojauksen menetelmänä. Low-e lasi estää toisaalta auringon lämpösäteilyä rakennuksen sisälle, mutta samalla se estää tehokkaasti lämmön karkaamisen ulos.

5.2 Aurinkoenergian vaikutus lämmityksen energiantarpeeseen

Auringonsäteilyllä on vaikutusta siihen, kuinka paljon joudutaan käyttämään ostoenergiaa rakennuksen lämmittämiseen. Kun huolehditaan suunnitteluvaiheessa siitä, että saadaan hyödynnettyä mahdollisimman paljon auringon tuottamaa ilmaisenergiaa, säästetään rakennuksen lämmittämiseen käytettävää ostoenergiaa, ks. kuvio 4.



Kuvio 4. (Aurinkoenergian passiivisen hyödyntämisen vaikutus tilojen lämmitysenergian tarpeeseen). (Rakenteellinen Energiatehokkuus Opas. Lylykangas, Andersson, Kiuru, Nieminen, Pääatalo. 2015, 45)

1. lämmöneristysmääräysten vertailuarvojen mukainen rakennus
2. ikkunoiden U-arvoparannus
3. ikkunoiden g-arvon nostaminen ja varjostava lipppa
4. tasolasista rakennettu viherhuone eteläjulkisivussa
5. 2K-eristyslasista rakennettu viherhuone eteläjulkisivussa
6. kohtien 2 ja 5 yhteisvaikutus

Kuviosta 4 voidaan todeta, että ikkunoiden g-arvolla on suuri merkitys siihen, kuinka paljon pystytään vähentämään tilojen lämmitykseen käytettävän energian kulutusta. Toisaalta kuviosta voidaan päätellä, että samalla tilojen yllälämpenemistä voidaan pienentää. Energian säästö on merkittävä, mutta samalla pitää huomioida sisätilojen yllälämpeneminen varsinkin kesällä. Kuviosta voidaan todeta, että viherhuoneiden rakentaminen eteläjulkisivulle tasolasista tai eristyslasista säästää energiaa lämmityksessä kohtuullisesti. Viherhuoneiden rakentaminen lisää merkittävästi rakentamiskustannuksia. Viherhuoneiden rakentaminen pelkän lämmitykseen käytettävän energiakulutuksen pienentämiseksi ei ole

järkevää eikä perusteltua taloudellisesti. Kun lasitetuille tiloille on muuta järkevää ja tehokasta käyttöä, niin silloin niiden rakentaminen on perusteltua.

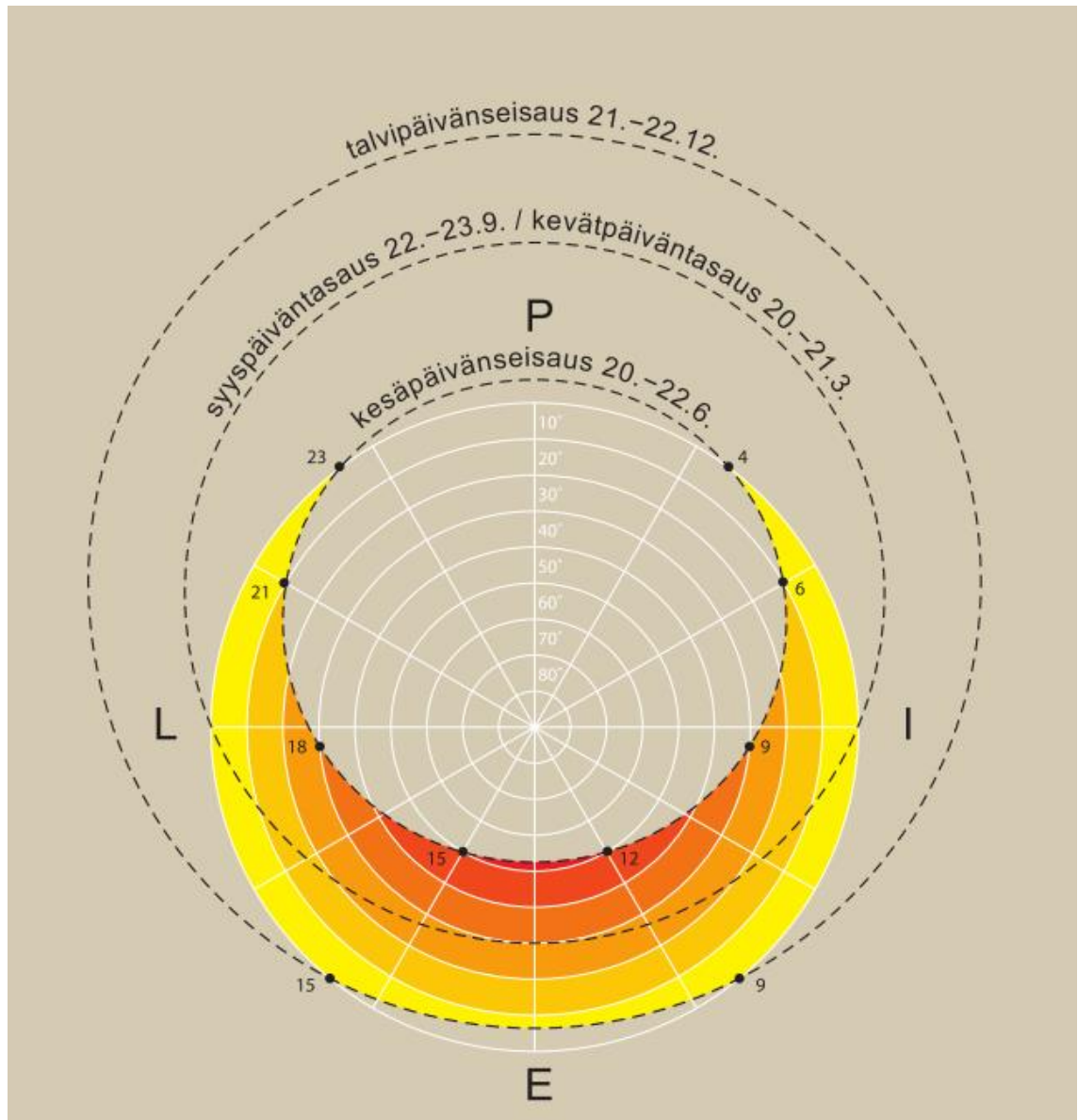
Kaksoislasijulkisivut ovat kehittyneet siitä syystä, että arkkitehdit ovat halunneet suuria lasipintoja julkisivuihin. Suuria lasijulkisivuja käytetään muun muassa toimistorakennuksissa, jolloin saadaan enemmän luonnollista valoa sisätiloihin. Kaksoislasijulkisivussa sisäikkunoiden ja ulkoikkunoiden välinen tila ilmastoidaan. Käytössä on nykyisin kaksi erilaista menetelmää kaksoisjulkisivujen toteuttamiseksi: Toinen on painovoimaisesti ilmastoidut tai interaktiiviset julkisivut, jotka koostuvat sisäpuolisesta kaksoislasi-ikkunasta ja ulkopuolisesta lasiruudusta. Ulkoilmaa tuodaan painovoimaisesti lasien välitilaan alakautta ja ilma poistetaan yläkautta.

Toinen menetelmä on koneellisesti ilmastoidut tai aktiiviset julkisivut, jotka koostuvat sisäpuolisesta lasi-ikkunasta ja ulkopuolisesta eristävästä ikkunasta. Näiden ikkunoiden välitilaan siirretään huonetilassa olevaa ilmaa, joka johdetaan ikkunan välitilaan alakautta ja poistetaan ikkunan yläosasta kiinteistön IV- koneelle. Aurinkosuojaus asennetaan molemmissa vaihtoehdoissa kaksoisjulkisivun välitilaan. Kaksoislasijulkisivut ovat erittäin harvinaisia pientalojen rakennuttajille, ja niitä käytetään erittäin harvoin. (Wouter ym. 2011, 40-41 Aurinkosuojaus, Rehva ohjekirja No 12. 1. painos.)

5.3 Aurinkokulmat

Aurinkokulmat kertovat, missä kulmassa aurinko paistaa kulloisenakin ajanhetkenä. On selvä asia, että aurinko paistaa eri kulmasta eri vuodenaikoina. Aurinkokulmalla on kuitenkin suuri merkitys rakentamisessa. Aurinkokulma tulisikin ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa.

Kuvassa 5 esitetään aurinkokulmat eri vuodenaikoina. (Rakenteellinen Energiätehokkuus Opas. Lylykangas, Andersson, Kiuru, Nieminen, Päätaalo. 2015, 48)



Kuva 5. Aurinkokulmat eri vuodenaikoina. (Rakenteellinen Energiatehokkuus Opas. Lylykangas, Andersson, Kiuru, Nieminen, Pääatalo. 2015, 48)

Kuvasta 5 voidaan katsoa, mistä kulmasta aurinko paistaa eri vuodenaikoina. Kuvasta näkyy selvästi, että aurinko paistaa korkeimmalta keskikesällä, jolloin kulma on suurimmillaan. Aurinko paistaa alimmillaan ja kulma on pienimmillään niin sanottuina talvikuu-kausina. Auringon paistamiseen liittyvät aurinkokulmat tulisi siten huomioida suunnitel- taessa ikkunoiden sijoittumista eri ilmansuuntiin sekä suunniteltaessa ikkunoiden kokoa ja korkeusasemaa. Ikkunoiden sijoittelua tulisikin miettiä niiden käyttötarkoituksen pe- rusteella. Ikkunoiden käyttötarkoitusta voidaan miettiä seuraavista lähtökohdista:

- korkealle vaakatasoon sijoitettua ikkunaa käytetään valaistusta varten
- keskelle seinää sijoitettua suurta ikkunaa käytetään näkymää varten
- ikkunaa, joka on pieni ja helposti avattavissa, käytetään tuuletukseen

(Rakenteellinen Energiatehokkuus Opas. Lylykangas, Andersson, Kiuru, Nieminen, Pääatalo. 2015, 48)

Suurimpaan osaan aurinkosuojausmenetelmistä suunnittelija voi vaikuttaa suunnittelun aikana. Suunnittelija voi vaikuttaa rakennuksessa toteutettaviin passiivisiin keinoihin muun muassa seuraavissa asioissa: rakenteiden U- arvoissa, ikkunoiden sijoittelussa ja ikkunoiden koossa, huonetilojen järjestyksessä, rakenteiden massiivisuudessa, oheisrakennusten sijoittamisessa tontilla ja rakennuksen sijoittumisessa tontilla. Poikkeuksen rakennusten sijoittamiselle tontilla tuo, jos rakennetaan asemakaava-alueelle, jossa rakennusten sijoitteluun ei juurikaan voi vaikuttaa. Osa aurinkosuojausmenetelmistä saattaa muuttua rakennuksen elinkaaren aikana: Istutettu puu kasvaa useita vuosikymmeniä ennen kuin se antaa suojaa auringolta tai olemassa oleva puu joudutaan kaatamaan. Mahdolliset lisärakennukset omalla tai naapuritontilla muuttavat myös aurinkosuojausta.

5.4 Termisen massan vaikutus energiatalouteen

Termisellä massalla tarkoitetaan rakenteen kykyä sitoa itseensä energiaa. Käytännössä sillä tarkoitetaan samaa asiaa kuin lämpökapasiteetillä. Lämpökapasiteetti kuvaa sitä, kuinka paljon kappale pystyy sitomaan lämpöenergiaa lämpötilaeroa kohti. Lämpökapasiteetin yksikkö on J/K. Esimerkkeinä voitaisiin mainita esimerkiksi veden lämpökapasiteetti, joka on 4190J/kg K. tai betonin 840J/kg K (Dick Björkholtz Lämpö ja kosteus Rakennusfysiikka Rakennustieto Oy Helsinki 1997, 33)

Massiivisen rakennuksen termisen massan lämmönvarauskyvyn ansiosta:

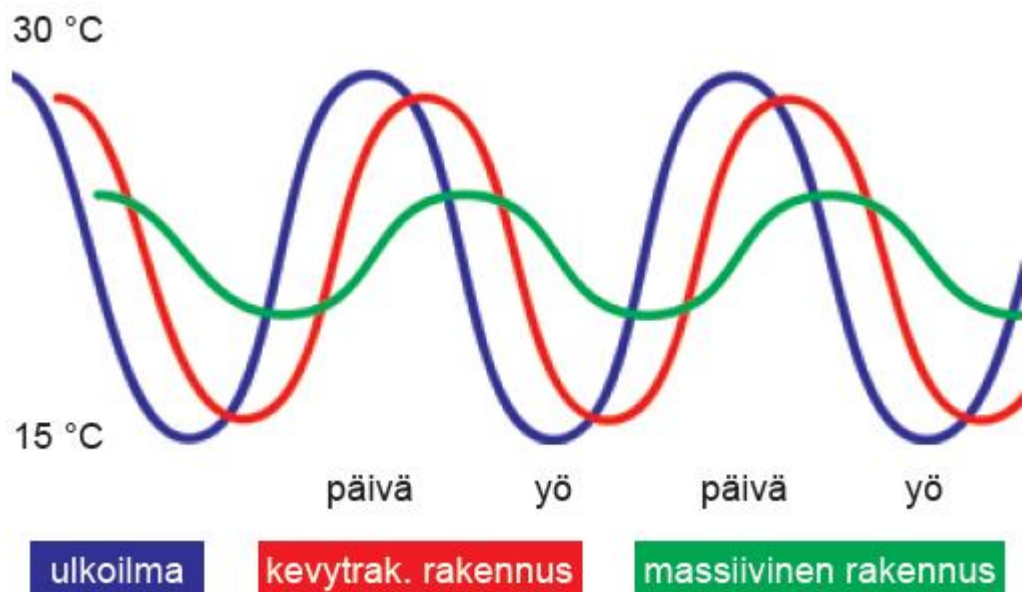
- säästetään 5–15 % lämmitysenergiasta
- rakennuksen ilmaisenenergiat saadaan hyötykäyttöön
- alennetaan ja tasataan sisälämpötiloja 3–6 astetta
- saadaan poistettua jäähdytyksen tarve kokonaan tai säästetään jäähdytykseen käytettävästä energiasta 20–50 %
- yötuuletusta voidaan hyödyntää poistamaan jäähdytyksen tarve päivällä

- voidaan siirtää vuorokauden huippulämpötilat ajanjaksolle, jolloin rakennus on tyhjiällä, esim. toimistot ja liikerakennukset
- voidaan pienentää rakennuksen CO₂-päästöjä
- voidaan pienentää talotekniikkaan liittyviä investointikustannuksia.

(betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 10 Betoniteollisuus ry 2010.)

Teoksessa Kivitalojen energiatehokkuus 2010 (Betoniteollisuus ry 2010) on esitetty, että rakentamisessa käytetyillä massiivisilla rakenteilla on saatu vaikutettua sisäilman lämpötilaan laskevasti. On todettu, että massiiviset rakenteet vaikuttavat sisälämpötilaan huomattavasti enemmän kuin kevyet ratkaisut rakenteissa. Massiivisilla rakenteilla on todettu olevan vaikutusta myös lämmitysenergian kulutukseen. Niin sanotulla yötuuletuksella on todettu olevan merkityksellinen vaikutus massiivisiin rakenteisiin.

Kuviossa 6 esitetään rakenteiden massiivisuuden vaikutus huoneen sisälämpötilaan kesällä. (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 9 Betoniteollisuus ry 2010.)



Kuvio 6. Rakenteiden massiivisuuden vaikutus huoneen sisälämpötilaan kesällä. (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 9 Betoniteollisuus ry 2010.)

Kuvasta 6 voidaan selvästi todeta, että massiivinen kivrakennus tasaa kesäajan sisälämpötilojen huippuja 3–6 astetta ulkolämpötilaan verrattuna. Samalla huippulämpötilan saavuttaminen viivästyy noin kuusi tuntia. Kuvasta voidaan todeta, että kevytrakenteisen rakennuksen lämpötilojen tasaava vaikutus on huomattavasti pienempi.

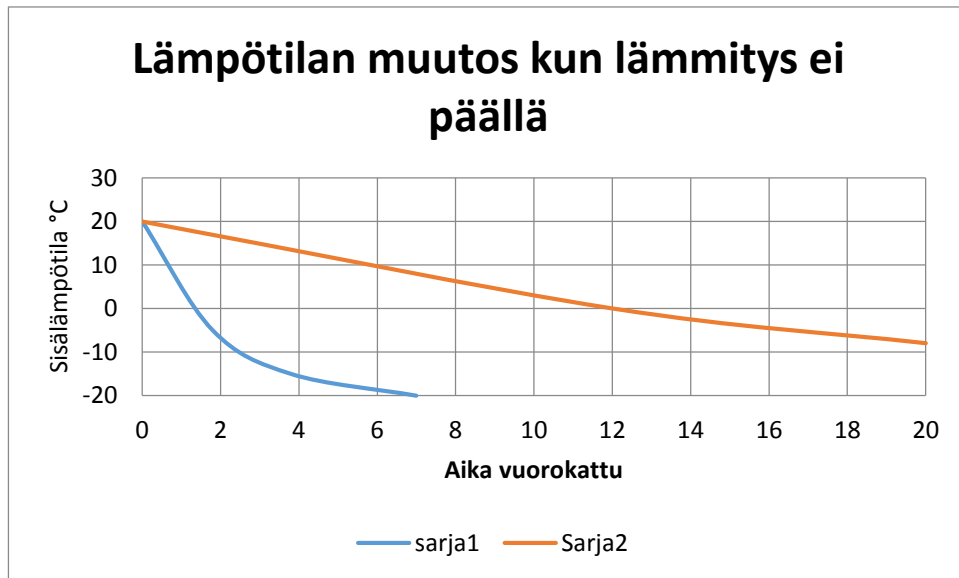
Teoksessa Kivitalojen energiatehokkuus 2010 (Betoniteollisuus ry 2010) on todettu massan pienentävän energiankulutusta. Tutkimukset ovat selvästi osoittaneet massan vaikuttavan lämmitykseen ja jäähdytykseen käytettävän energian kulutukseen sekä kesän ja kevään aikana sisälämpötiloihin. Tutkittaessa pientaloja on todettu, että vertailtaessa massiivisinta ja keveintä rakennetta keskenään lämmitykseen käytettävän energian osuus on pienentynyt noin 4 %. Samaan aikaan jäähdytykseen käytettävän energian osuus on pienentynyt 40 %. Massiivisena pidetään rakennusta, jossa massaa on $\geq 500\text{kg}/\text{m}^2$ ja se on sijoittuneena rakennuksen sisäpinnalle. Massa voi olla sijoitettuna ulkoseinään, väliseinään, yläpohjaan tai alapohjaan. Parhaiten massan vaikutus saadaan esille, jos pystytään hyödyntämään lämpötilan ja auringonsäteilyn vaihteluja vuorokauden aikana.

Niin sanotulla yötuuletuksella kesän lämpiminä aikoina on pystytty pienentämään selvästi jäähdytykseen tarvittavan energian kulutusta massiivisessa talossa. Yötuuletuksen merkitys kevyissä rakennuksissa on huomattavasti pienempi, koska kevyet rakenteet eivät voi varastoida viileän ilman mahdollistamaa jäähdytystä. (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus, Betoniteollisuus ry 2010.) Kuviossa 7 esitetään rakennuksen massiivisuuden vaikutus rakennuksen jäähtymiseen lämmityskatkon aikana. (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 9 Betoniteollisuus ry 2010.)

Kuviossa 7. Esitetään rakennuksen massiivisuuden vaikutus rakennuksen lämpötilan muutokseen lämmityskatkon aikana

Sarja 1 Harkkorakenteinen passiivenergiatalo, jonka tehollinen lämpökapasiteetti on $200\text{Wh}/(\text{K brm}^2)$

Sarja 2 RakMk 2008 mukainen kevytrakenteinentalo, jonka tehollinen lämpökapasiteetti on $40\text{Wh}/(\text{K brm}^2)$

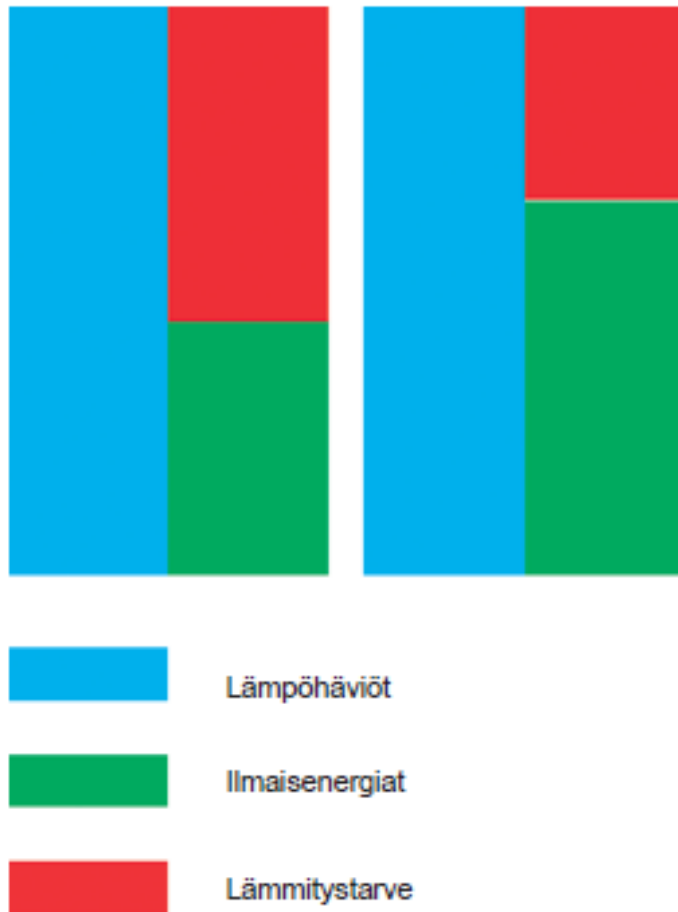


Kuvio 7. Rakennuksen massiivisuuden vaikutus rakennuksen lämpötilan muutokseen lämmityskatkon aikana ulkolämpötilan ollessa -20 °C (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 9 Betoniteollisuus ry 2010).

Kuviosta 7 voidaan selvästi todeta, että rakennus, joka on toteutettu massiivisilla rakenteilla, säilyttää sisälämpötilansa kymmenen kertaa pidempään kuin kevytrakenteinen rakennus lämpökatkosten aikana. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että massiivisia sisärakenteita sisältävässä rakennuksessa ei tarvitse pelätä esimerkiksi jäätyminen tuomia ongelmia lämmityskatkojen aikana lyhyellä aikajänteellä. Kuviosta voidaan havaita, että -5 °C :n raja saavutetaan kevytrakenteisella rakennuksella alle kahden vuorokauden päästä. Vastaava lämpötila passiivisella rakennuksella saavutetaan vasta 16 vuorokauden kuluttua.

Kuviossa 8 esitetään talon energiantarpeen jakautuminen lämmityksentarpeen ja ilmaisen energian osalta, joilla talon tarvitsemat lämpöhäviöt katetaan. (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 8 Betoniteollisuus ry 2010).

Kuviossa vasemmalla esitetty pylväs on ns. kevytrakenteisen talon energiantarpeen jakauma, ja oikealla oleva pylväs esittää massiivisen talon energiantarpeen jakaumaa, joilla talon lämpöhäviöt katetaan.



Kuvio 8. Massiivisen ja kevytrakenteisen talon energiantarpeen jakautuminen (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 8 Betoniteollisuus ry 2010).

Kuviosta 8 voidaan todeta selvästi, että lämmitykseen tarvittavasta energiasta eli lämpöhäviöiden kattamisesta massiivisessa rakennuksessa voidaan hyödyntää ilmaisenergiaa enemmän kuin kevytrakenteisessä rakennuksessa.

Massiivisuuden vaikutusta energiankulutukseen ja sisäilmaan on tutkittu myös Pohjoismaissa. (Pohjoismainen tutkimus massiivisuuden vaikutuksesta energiankulutukseen ja sisäilmaan. TTY, Energia- ja prosessiteknikan laitos, 2006.) Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa sanotaan, että niiden rakennusten, joissa jäähdytystä on vain yksittäisissä tiloissa tai jäähdytystä ei ole ollenkaan, energian laskenta tulee suorittaa laskentatyökälulla, joka perustuu kuukausitason laskennalliseen menetelmään. Muiden rakennusten energialaskenta tulee tehdä laskentatyökälulla, jossa lämmönsiirron laskenta voi ottaa huomioon rakenteiden lämmönvarauskyvyn ajasta riippuvaisena, dynaamisella

laskentamenetelmällä. (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010 Betoniteollisuus ry 2010).

Pohjoismaisessa tutkimuksessa (Pohjoismainen tutkimus massiivisuuden vaikutuksesta energiankulutukseen ja sisäilmaan. TTY, Energia- ja prosessitekniikan laitos, 2006) käytettiin eri laskentamenetelmiä sekä kuutta erilaista simulointiohjelmia. Pientalojen tutkimuksissa otettiin tutkittavaksi neljä erilaista rakennetta. Rakenteet jaoteltiin seuraavasti: puoliraskas, raskas, erittäin kevyt ja kevyt, Pohjoismaisessa tutkimuksessa todettiin, että ikkunapinta-alan ollessa 12 % lattiapinta-alasta massiivisuus rakenteissa säästää noin 3–5 % lämmitysenergiasta, jäähdytykseen käytettävän energian säästön ollessa samaan aikaan 30–50 %. Vertailu tehtiin erittäin kevyen ja raskaan rakennuksen välillä.

Kun tutkimuksissa ikkunapinta-alaa kasvatettiin 20–45 % lattiapinta-alasta, ero massiivisen ja erittäin kevyen rakennuksen lämmitysenergian välillä nousee jopa 14 %:iin. Erot lämmitys- ja jäähdytysenergian osalta pientalossa muuttuvat välillä 2 kWh/m²/v tasolle 15 kWh/m²/v, jos ikkunan pinta-ala kasvatetaan 45 %:iin lattian pinta-alasta. Tutkimuksen perusteella ikkunapinta-alalla on erittäin suuri merkitys energiankulutukseen. Ikkunoiden suuntauksella eri ilmansuuntiin aiheutetaan tarpeita niin jäähdytys- kuin lämmitysenergian kulutukseen.

Saadut tutkimustulokset pientaloista soveltuvat yleisesti ottaen myös asuinkerrostaloihin. Poikkeuksen tekee jäähdytykseen tarvittava energia, joka on noin 50 % lämmitysenergiasta. Tutkimustulokset osoittavat selvästi, että massiivisilla rakenteilla voidaan säästää huomattavasti energiaa sekä saada aikaan asukasviihtyvyyteen vaikuttavat miellyttävät sisäilman lämpötilat. (betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus, Betoniteollisuus ry 2010).

Termisestä massasta voidaan käyttää nimeä massa tai lämpökapasiteetti. Termistä massaa voidaan käsitellä myös rakennuksen kokonaismassana, jolla on aineesta riippuen erilainen kyky sitoa lämpöenergiaa itseensä. Rakenteiden termistä massaa voidaan siten hyödyntää lämpöenergian lyhytaikaiseen varastointiin sekä lämpötilojen vaihtelujen tasaamiseen.

Terminen massa jaetaan yleensä kahteen osa-alueeseen, sisäisiin ja ulkoisiin termisiin massoihin. Näistä ulkoiset termiset massat, kuten ulkoseinät ja kattorakenteet, ottavat vastaan ulkoilman lämpötilan vaihtelut. Sisäiset massat, kuten väliseinät, tulisijat ja väli-

pohjat, vaikuttavat ensisijaisesti vain sisäilman lämpötilaan. On selvää, että tulisija massiivisena rakenteena sitoo lämpöenergiaa itseensä, vaikka sitä ei lämmitettäisikään. Kesän lämpiminä jaksoina massiiviset rakenteet sitovat itseensä sisältä sekä ulkoa tulevaa lämpöenergiaa. Tämä johtaa siihen, että ulkoa tulevien lämpökuormien siirtyminen sisäilmaan hidastuu. Rakennuksen tiiveydellä ja ulkoilmaan rajoittuvilla rakenteilla on tässä yhteydessä suuri merkitys. Rakennukseen sijoitetut termiset massat sitovat itseensä energiaa, ja tällöin ne voivat lisätä jäähdytyksen tarvetta. Toisaalta ne varaavat massaan myös jäähdytysenergiaa, jolloin voidaan samalla vähentää jäähdytyksen tarvetta. (kivitaloinfo.fi 2015).

5.5 Energiankulutukseen vaikuttavat passiiviset tekijät

Rakennuksen energiankulutukseen vaikuttaa maantieteellisen sijainnin lisäksi paikallinen sijainti. Paikallisista oloista energiankulutukseen vaikuttavat tuulen nopeudet ja suunnat, pienilmastolliset vaikutukset ja auringon säteilyn tuoma ilmaisenergia. Edellä kerrottujen energiakulutukseen vaikuttavien tekijöiden vaikutus epäedullisessa tilanteessa voi johtaa n. 30 %:n lisäykseen rakennuksessa käytettävään lämmitysenergian kulutukseen parhaaseen tilanteeseen verrattuna. Rakennuksen sijoittelua mietittäessä tulisi etsiä mahdollisimman aurinkoinen paikka tontilta. Aurinkoenergian kannalta tärkein ilmansuunta on etelä. Taulukossa 9 esitetään asuinhuoneiden sijoittumisen suositukset rakennuksessa. (Energia- ja Ekologiankäsikirja Suunnittelu ja rakentaminen Lappalainen 2010, 115).

Taulukko 9. Huoneiden sijoittuminen rakennuksen sisällä pientaloissa. (Energia- ja Ekologi-an käsikirja Suunnittelu ja rakentaminen, Lappalainen 2010, 115.)

	Etelä	Pohjoinen	Itä	Länsi
Parveke	X			X
WC		X		
Sauna		X		X
Kylpyhuone		X	X	X
Työhuone		X	X	X
Lastenhuone	X		X	
Ruokailutila	X		X	X
Keittiö		X	X	X
Olohuone	X			X
Makuuhuone		X	X	

Rakennus olisi sijoitettava myös niin, että se olisi suojassa kylmiltä tuulilta maaston muotoja ja mahdollista puustoa hyväksi käyttäen. Ellei maastoa tai puustoa voida käyttää tuulensuojaukseen, silloin tähän tarkoitukseen voidaan hyödyntää tontille sijoitettavia muita kylmiä rakennuksia, kuten varastoja tai autotalleja. Liialliselta auringon paisteelta hyvä ratkaisu on lehtipuut auringon suunnalla, jotka suojaavat kesällä rakennusta liialliselta auringonpaisteelta. Rakentamista niin sanottuihin laaksopainanteisiin tulisi välttää, sillä niihin muodostuu helposti kylmän ilman alueita.

Passiivisella aurinkoenergian hyödyntämisellä rakentamisessa tarkoitetaan keinoja ja menetelmiä, joita rakennus käyttää hyväksi, hyödyntääkseen aurinkoenergiaa lämmitykseen ilman erityisiä teknisiä apuvälineitä. Aurinkoenergiälämmityksessä voidaan huomioida mm. seuraavia asioita:

- sijoittamalla mahdollisimman paljon ikkunoita etelän suuntaan
- rakenteiden aktiivisella käytöllä
- kierrättämällä ilmaa rakennuksen sisällä
- rakennuksen sijoittaminen etelärinteeseen

- aurinkoenergian varastointi eri rakenteisiin rakennuksen sisällä
- tarkalla lämmityksen säädöllä.

Rakenteiden aktiivisella käytöllä tarkoitetaan esimerkiksi ilman kierrättämistä ontelolaattojen onteloissa.

Vaikka aurinkoenergia on hyvä ratkaisu lämmitysenergian kulutuksen pienentämiseksi, ei sillä päästä kuitenkaan merkittäviin säästöihin lämmitysenergian kulutuksessa, koska lämmitysenergian kulutus keskittyy pääsääntöisesti talviaikaan. Talvella auringon säteilyn vaikutus on hyvin pieni. Passiivisilla energiaratkaisuilla kokonaisuutena päästään yleensä n. 10–15 % energiansäästöön. (Energia- ja Ekologiankäsikirja Suunnittelu ja rakentaminen, Lappalainen 2010, 27)

5.6 Yötuuletus

Yötuuletuksella voidaan selvästi pienentää rakennuksessa käytetyn termisen massan lämpötilaa. Pitämällä ikkunoita ja ovia auki yöaikaan, jolloin ilma viilenee, voidaan termiseen massaan varata viileämmän ilman ansiosta viileyttä. Sama asia voidaan toteuttaa tehokkaasti rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto. Ilmanvaihdolla pyritään poistamaan termiseen massaan päivän aikana varastoitunut lämpöenergia.

Edellä kerrotulla toimenpiteellä pyritään samalla varmistamaan, että seuraavana lämpimänä päivänä termisen massa voi taas ottaa vastaan ylimääräisen lämpöenergian. Termisenä massana toimivat hyvin esimerkiksi kivrakenteisten ulkoseinien sisäpinta, kivrakenteiset väliseinät, betonilaatat sekä mahdolliset tulisijat. Käytännössä yötuuletuksella ei voida toteuttaa kaikissa rakennuksissa. Parhaiten yötuuletus voidaan toteuttaa kiinteistöissä, joissa ei ole toimintaa pääsääntöisesti kuin päivä aikaan. Tällaisia rakennuksia ovat tyypillisesti esimerkiksi toimisto- ja koulukiinteistöt. (kivitaloinfo.fi)

Hellejakson pituus Suomessa on tyypillisesti noin 10–15 päivää. Tämän mittainen hellejakso voidaan hyvin helposti hallita toimisto- ja asuinrakennuksissa hyvin suunnitellulla ja toteutetulla yötuuletuksella. Lämpökapasiteetilla, joka varastoi energiaa massiivisiin rakenteisiin, voidaan huolehtia hyvin yksittäisten huonetilojen vuorokauden aikana ta-

pahtuva lämpötilojen muutos. Lämpökapasiteetin hyödyntämisen tehokkuuteen vaikuttavat olennaisesti myös materiaalin lämmönjohtavuus ja rakennuksessa käytetty lämmityksen ohjaus- ja säätöjärjestelmä.

Sisäilman lämpenemiseen vaikuttavat muun muassa seuraavat tekijät:

- Ikkunapinta-alan osuus seinän alasta
- rakennuksen suuntaus ja sijainti tontilla
- auringonsäteilyn läpäisy ikkunoissa
- aurinkosuojausmenetelmät
- vuodenaika
- vuorokaudenaika.

(betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 16 Betoniteollisuus ry 2010).

Olen itse työskennellyt kolme vuosikymmentä rakennustekniikan, talotekniikan ja kiinteistön huollon ja kunnossapidon parissa. Työskentelyni aikana olen havainnut, että yötuulesta ei käytetä vielä siinä laajuudessa kuin siihen olisi mahdollisuuksia ja edellytyksiä. Olen havainnut, että jos yötuuletuksen toteutukseen panostettaisiin hieman enemmän, välttyttäisiin usein tarpeettomalta päiväsaikaan tehtävältä koneelliselta jäähdytykseltä, joka luonnollisesti vaatii ylimääräistä energiaa enemmän kuin harkitusti ja suunnitelmallisesti tehty yötuuletus. Usein on käytännössä niin, että koneellisia jäähdytysjärjestelmiä ei ole käytössä. Edellä kerrottu johtaa siihen, että rakennuksen käyttäjät joutuvat työskentelemään ylikuumenemisessa tiloissa. Ylikuumenemistä voitaisiin pienentää ja sen kestoa rajoittaa hyvällä yötuuletuksen toteutuksella. Jäähdytykseen käytettävään energiankulutukseen vaikuttavat keskeisesti muun muassa:

- rakennuksen käyttötarkoitus
- ulkoilmaan rajoittuvien rakenteiden eristävyys
- ikkunoiden suojaus ja U-arvot
- rakenteiden massat
- rakenteiden tiiviys
- rakennuksen sijainti
- ulkoilman paikalliset olosuhteet.

(Energia- ja Ekologiankäsikirja Suunnittelu ja rakentaminen, Lappalainen 2010, 43)

Jäähdytyksen tarve vaihtelee rakennuskohtaisesti. Viihtyisyyttä ajatellen huonelämpötilan tulisi olla 22–24°C. Huoneiden lämpötiloihin vaikuttavat rakennuksen ulkoiset ja sisäiset tekijät. Ulkoisista tekijöistä merkittävä on auringon lämpösäteily ikkunoista sisälle. Suunnittelussa tulisikin kiinnittää erityistä huomiota ikkunoiden sijoitteluun ja niiden ko-

koon. Toinen tekijä ulkoisista tekijöistä on rakennuksen ulkoseinä. Massiivinen ulkoseinä rakenne tasaa lämpötehoa pitkälle ajalle. Perinteisesti kivirakenteiset kirkot ovat viileitä kesähelteelläänkin. (Energia- ja Ekologiankäsikirja Suunnittelu ja rakentaminen, Lappalainen 2010, 73)

Sisäilman viihtyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa seuraavat seikat:

- ilman lämpötila
- ympäröivien pintojen lämpötila
- toiminnan laatu
- ihmisen vaatetus
- ilman suhteellinen kosteus
- ilmanvirtausnopeus.

(betoni.com Kivitalojen energiatehokkuus 2010, 14 Betoniteollisuus ry 2010).

Sisäisiä lämpökuormia kasvattavat tyypillisesti rakennuksen käyttäjien tuottama lämpöenergia sekä nykyisin erittäin voimakkaasti kasvanut elektroniikka, tietotekniikka sekä valaistus ja kodinkoneet. Nykyajan rakennuksissa käyttäjää kohti varattu tila on selvästi laskusuuntainen. Varsinkin toimistorakennuksissa tietotekniikka tuottaa lämpöenergiaa ympäri vuoden. Rakennushankkeessa pääsuunnittelijan tulisi huomioida, että ulkoa tuleva auringonsäteilyn aiheuttama lämpökuorma huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa ja siten voidaan jäädytyksen tarve minimoida. Suunnitteluvaiheessa tulisikin huomioida, että suuria lasipintoja ei suunnata eteläiseen ilmansuuntaan. Sisään tulevaa auringon säteilyn lämpökuormaa voidaan vähentää tehokkaasti monilla edullisilla ratkaisuilla kuten markiiseilla, säleverhoilla ja lipoilla. Pääsuunnittelija ei voi juurikaan vaikuttaa sisäisiin lämpökuormiin. (Energia- ja Ekologiankäsikirja Suunnittelu ja rakentaminen, Markku Lappalainen 2010, 73)

5.7 Värien vaikutus termisissä massoissa

Termisen massan värillä on selvä vaikutus rakenteen termisiin ominaisuuksiin. On entuudestaan selvää, että tummat värit absorboivat enemmän lämpöä kuin vaaleat värit. Tämä tarkoittaa sitä, että vaaleaväristen pintojen lämpötilat ovat selkeästi pienemmät kuin tummien pintojen. On tarkoituksenmukaista käyttää vaaleita pintoja, kun termistä massaa

käytetään jäähdytyksen toteuttamisessa. Vaaleat pinnat sinällään käytännössä heijastavat auringonvaloa sekä keinovaloa pois itsestään. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että massiiviset rakenteet, kuten palomuurit, tulisijat, kivirakenteiset seinät ja laattarakenteet, tulisi olla pinnaltaan vaaleita. Käytännössä vaaleiden värien käyttäminen rakenteissa on niin sanotulle kertarakentajalle myös turvallista. Tummiin ja vahvojen värien käyttäminen vaatii hyvin usein ammattilaisen apua, että saadaan aistikkaat ja silmälle sopivat väriratkaisut.

5.8 Ikkunoiden ilmansuuntien vaikutus energiatalouteen

Pientaloissa energiankulutusta ajatellessa suuri merkitys on rakennuksen vaipan johtumishäviöillä. Tämä johtuu siitä, että ulkovaipan pinta-ala on suuri suhteessa lattian pinta-alaan. Suurissa rakennuksissa ulkovaipan umpiosien merkitys ei ole niin suuri, koska valaistuksen ja jäähdytyksen merkitys kasvaa suuremmaksi tekijäksi. Ikkunoiden koolla ja aurinkosuojauksella on tärkeä merkitys ajateltaessa lämpötehon ja jäähdytyksen tarvetta kaikissa rakennuksissa. Pientaloissa voi jäähdytyksen tarve olla merkittävä, jos rakennukseen on sijoitettu isoja auringon säteilyltä suojaamattomia lasipintoja.

Vaikka ikkunoiden energiatehokkuus on parantunut huomasti, ovat ikkunat silti rakennuksen vaipan heikoin lämmöneristävyyskohta, ja siksi ikkunoita tulee sijoittaa ja suunnitella rakennukseen harkiten. Käytännössä ikkunoiden hinta ulkovaipassa neliometriä kohden on vielä kaiken lisäksi kallis investointi verrattuna umpiseiniin. Suuria lasipintoja ulkovaipassa tulisi käyttää vain silloin, kun niillä on merkittävä vaikutus esimerkiksi näköalaan tai kun ne ovat muuten arkkitehtonisesti erittäin perusteltuja. Alaraja ikkunapinta-alalle määräytyy päivänvalon perusteella.

Asuinrakennuksissa ikkunapinta-ala on 15–20 % huoneen lattiapinta-alasta. Riittävä päivänvalo toimistokäytössä oleviin tiloihin voidaan saada aikaan ikkunoilla, joiden koko on 25–30 % julkisivun pinta-alasta. Kun haetaan parasta mahdollista hyötyä päivänvalosta valaistukseen käytetyn energian pienentämiseksi, tulee valaistuksen ohjaukseen kiinnittää erityistä huomiota. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi läsnäoloantureiden, päivänvaloantureiden ja valaistuksen tason säätimien käyttöön ottoa valaistuksen ohjauksessa. Julkisivujen ominaisuuksia ja ikkunapinta-alaa muokkaamalla voidaan hakea taso,

jolla saavutetaan mahdollisimman pieni energiankulutus jäädytykseen, lämmitykseen ja valaistukseen. (Energia- ja Ekologiankäsikirja Suunnittelu ja rakentaminen Lappalainen 2010.)

6 Tulosten analysointi

Tutkimuksessa kyseltiin pientalojen rakennuttajien ja suunnittelijoiden tietämystä passiivisista energiaratkaisuista, menetelmistä ja niiden käyttämisestä rakennuksessa.

Tutkimus tehtiin kirjallisuustutkimuksena sekä kirjallisena kyselynä. Tutkimus rajattiin pääsääntöisesti pientalojen suunnittelua tekeviin suunnittelijoihin ja rakennuttajiin. Työ on mielestäni hyödynnettävissä kaikessa rakennus- ja rakennesuunnittelussa, jossa käytetään passiivisia energiansäästömuotoja. Keskeisenä tavoitteena on siis löytää erilaisia ratkaisuja energiatehokkuuden parantamiseen, kun käytetään passiivisia keinoja.

Kyselyt lähetettiin kuudelletoista suunnittelijalle ja heiltä vastauksia saatiin määräaikaan mennessä kymmeneltä. Lisäksi kysely lähetettiin kuudelletoista rakentajalle joista neljätoista palautti kyselyn määräaikaan mennessä. Palautusprosentti kyselyyn muodostui mielestäni erittäin korkeaksi, niin suunnittelijoiden kuin myös rakennuttajien osalta. Olen erittäin tyytyväinen kyselyyn vastanneiden prosenttiosuuteen.

6.1 Kirjallisuustutkimus

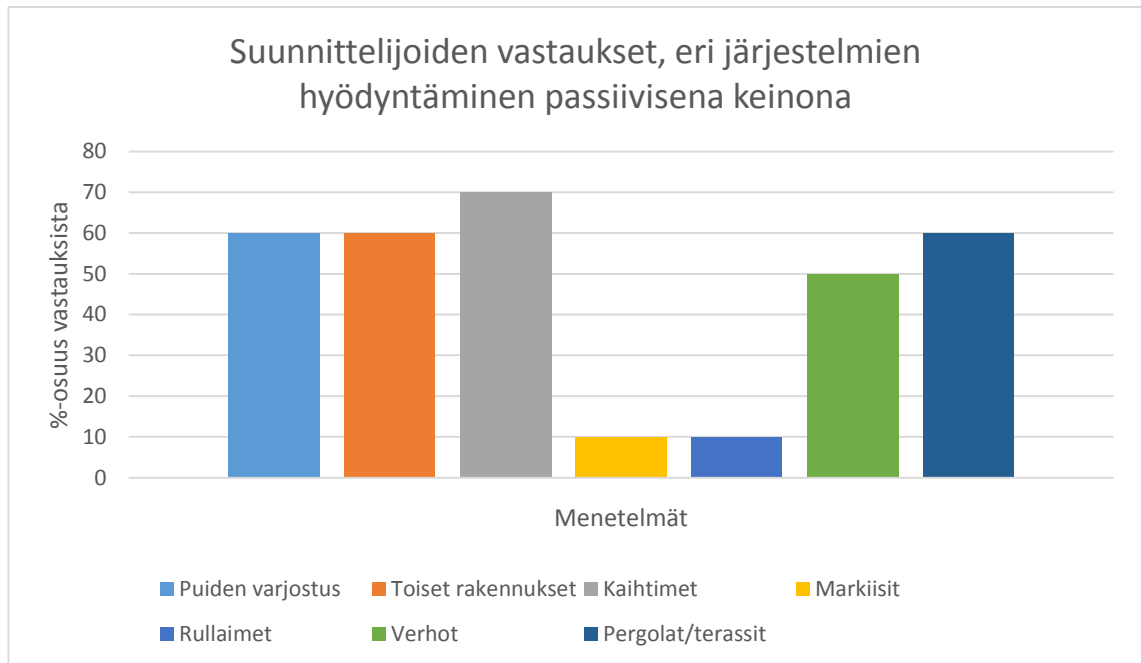
Kirjallisessa tutkimuksessa käytettiin hyväksi useita eri lähteitä, jotka liittyvät passiivisiin energiaratkaisuihin. Tutkimuksessa käytettiin lähteitä, joista saatiin ajantasaista tietoa Suomessa vallitsevasta ilmastosta. Lähteissä tuotiin selkeästi esille, että ilmasto on Suomessa lämmennyt usean vuosikymmenen ajan. Tämä tarkoittaa sitä, että vuoden keskilämpötila oli noussut ja on edelleen noususuunnassa. Toisaalta lähteistä saatu tilastotieto kertoo, että edelleen voi olla kylmiä talvia odotettavissa. Pitkäaikaisten ennusteiden mukaan Suomessa on ennustettu lämmitykseen käytettävän energiankulutuksen pienenevän

huomattavasti vuoteen 2050 mennessä. Toisaalta tämä tarkoittaa myös sitä, että jäähdytyksen tarve rakennuksissa lisääntyy ja mahdollisia passiivisia keinoja jäähdytykseen tarvittavan energiankulutuksen pienentämiseksi käytettäisiin enemmän. Kirjallisuustutkimuksesta saadun tiedon perusteella on olemassa paljon hyviä passiivisia keinoja energiankulutuksen pienentämiseksi niin lämmityksen kuin jäähdytyksenkin osalta.

Tutkimustulokset, joita saatiin kyselyjen perusteella, analysoitiin, ja niiden pohjalta laadittiin mahdolliset parannusehdotukset passiivisten keinojen käytön tehostamiseksi pientalojen rakentamisen suunnittelussa ja toteutuksessa. Tutkimustuloksista voidaan selvästi havaita, että passiiviset energiaratkaisut kiinnostivat rakentajia ja rakennuttajia selvästi enemmän kuin suunnittelijoita.

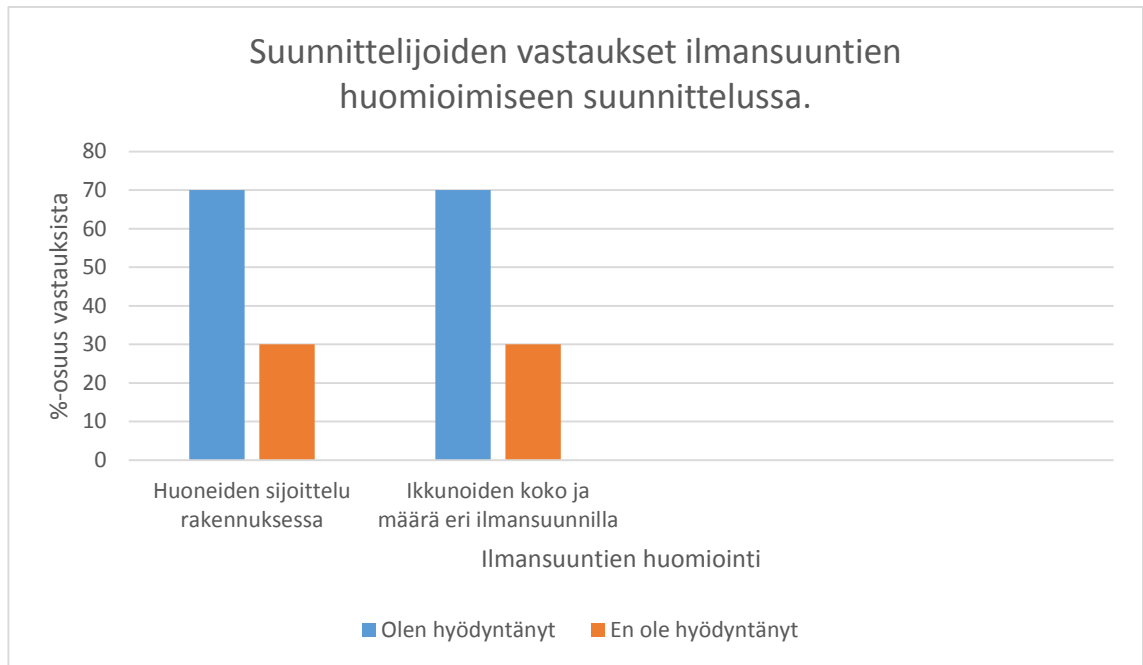
6.2 Suunnittelijoiden vastaukset passiivisten keinojen hyödyntämisessä

Tässä luvussa on esitetty keskeisimmät tulokset, joita saatiin suunnittelijoille suunnatussa kyselyssä. Tässä luvussa esitetään myös seikat, jotka ovat vaikuttaneet todennäköisesti suunnittelijoiden passiivisten keinojen tai menetelmien käyttämiseen pientalojen suunnittelussa. Kuviossa 10 esitetään suunnittelijoiden käyttämät järjestelmät tai menetelmät, joilla suunnittelijat ovat ottaneet huomioon jäähdytyksen tai aurinkosuojauksen suunnitellessaan pientaloja.



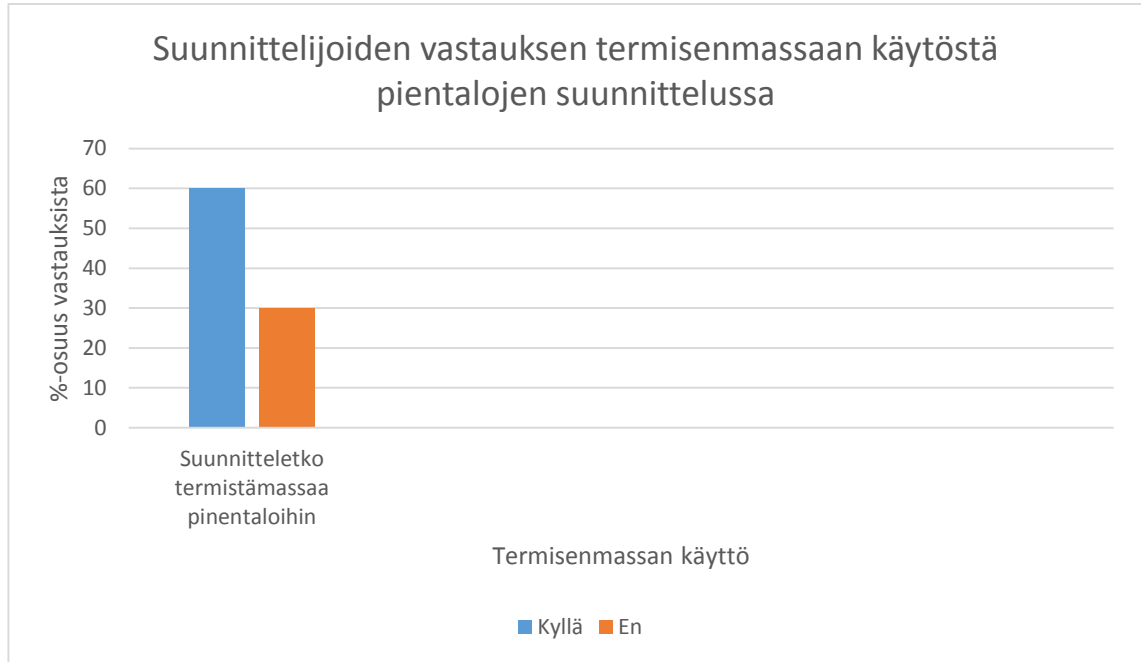
Kuvio 10. Suunnittelijoiden käyttämät keinot tai menetelmät jäähdytyksessä/aurinkosuojauksessa.

Kuviosta 10 voidaan selvästi havaita, että suunnittelijat ovat parhaiten ottaneet suunnittelussaan huomioon kaihtimet jäähdytyksessä ja aurinkosuojauksessa. Sen sijaan markiisit ja rullaimet ovat jääneet suunnitteluvaiheessa hyvin pieneen osaan. Rullaimien ja markiisien käyttö on varmaan todettu hieman hankalaksi, koska esimerkiksi markiisit sijoitetaan rakennuksen ulkopuolelle ja ne eivät ole välttämättä käyttäjäystävällisiä. Kuviossa 11 esitetään suunnittelijoiden huomioimat seikat ilmansuuntien vaikutuksesta.



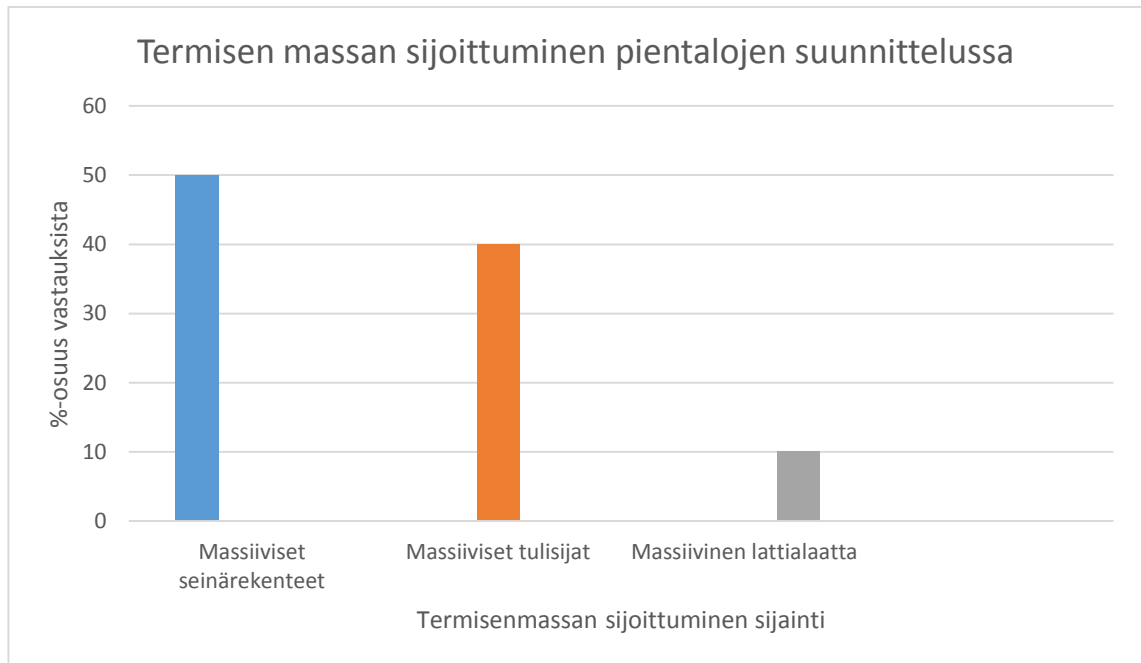
Kuvio 11. Suunnittelijoiden käyttämät keinot ilmansuuntien huomioimisesta suunnittelussa.

Kuviosta 11 voidaan selvästi havaita, että suunnittelijat ovat ottaneet hyvin huomioon ilmansuunnat sijoittaessaan huoneita rakennukseen. Kuviosta voidaan myös havaita, että ikkunoiden sijoittelussa ilmansuunnat ja ikkunoiden koko on otettu hyvin huomioon. Lisäksi voidaan havaita, että ilmansuuntien huomiointi huoneiden sijoittelussa rakennukseen sekä ikkunoiden sijainti ja koko on hyvin suunnittelijoilla tiedossa ja se myös näkyy suunnittelussa. Kuviossa 12 esitetään suunnittelijoiden termisen massan käyttäminen pientalojen suunnittelussa.



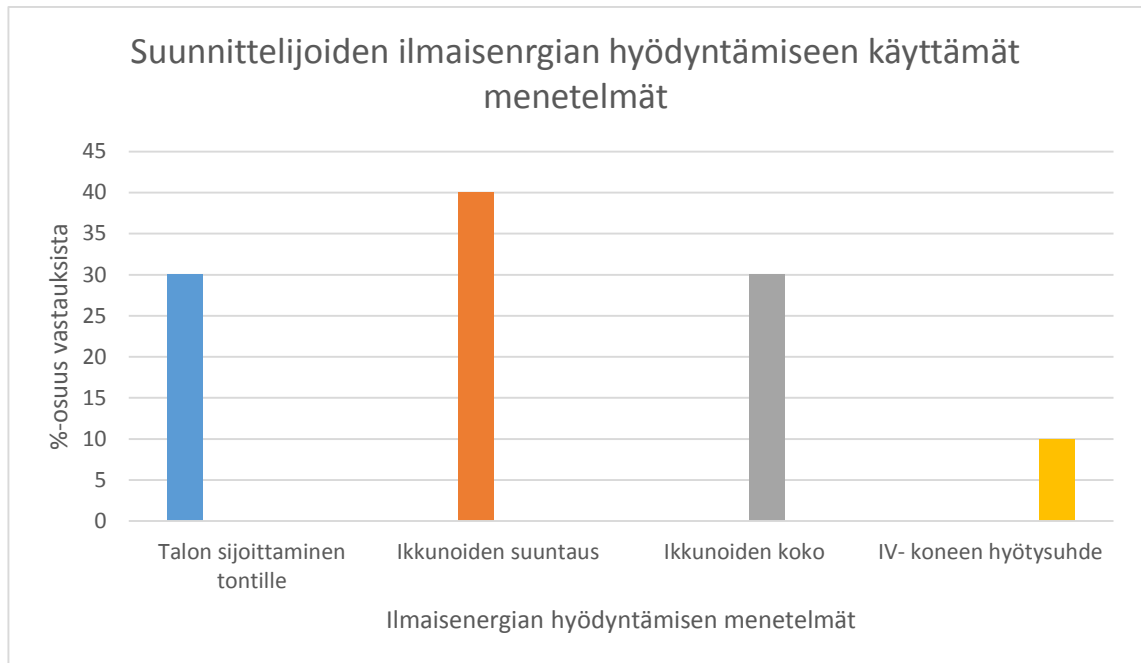
Kuvio 12. Suunnittelijoiden termisenmassan käyttö pientalojen suunnittelussa.

Kuviosta 12 voidaan havaita, että suunnittelijat käyttävät termistä massaa kohtuullisen hyvin suunnitellessaan pientaloja. Tästä voidaan päätellä, että suunnittelijat tiedostavat termisen massan ominaisuuden niin lämmityksen tasaajana kuin myös jäähdytyksen tehostajana. Terminen massa on varmasti edullinen ja hyvä investointi energiankulutuksen pienentämiseksi niin lämmityksessä kuin myös jäähdytyksessä. Kuviossa 13 esitetään, miten suunnittelijat ovat huomioineet termisen massan sijoittumisen pientalojen suunnittelussa.



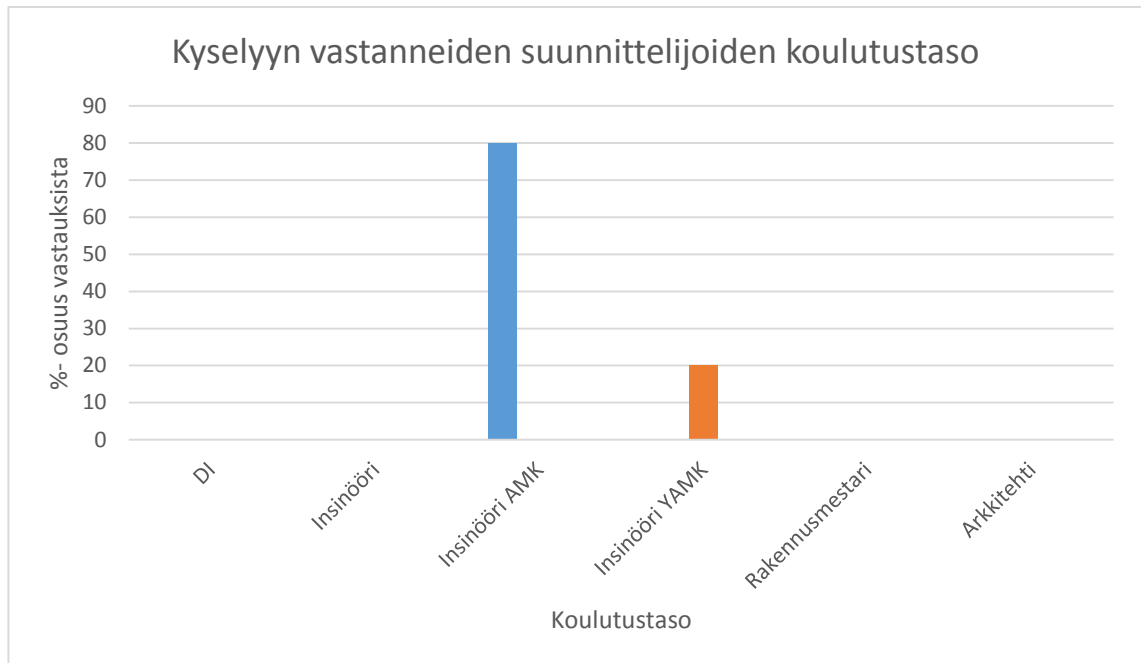
Kuvio13. Suunnittelijoiden termisen massan sijoittuminen pientaloissa.

Kuviosta 13 voidaan todeta, että suunnittelijat sijoittavat termisen massan pääsääntöisesti massiivisiin seiniin ja massiivisiin tulisijoihin. Vain kymmen prosenttia vastaajista suunnitteli termisen massan lattiaaattarakenteeseen. Käytännössä massiivisiin seinärakenteisiin ja massiivisiin tulisijoihin sijoitettu terminen massa on varmasti parhaiten käytettävissä aurinkoenergian hyödyntämiseen. Tulisijoihin ja seinärakenteisiin sijoitettu terminen massa on varmasti myös hyvä menetelmä tasata huoneen lämpötilaa yötuulesta hyödyntämällä. Kuviossa 14 esitetään suunnittelijoiden ilmaisenergian hyödyntämiseen käyttämiä menetelmiä pientalojen suunnittelussa.



Kuvio 14. Suunnittelijoiden ilmaisenenergian hyödyntämiseen käyttämät menetelmät pientalojen suunnittelussa.

Kuviosta 14 voidaan selvästi havaita, että suunnittelijat käyttävät ilmaisenenergian hyödyntämiseen eniten ikkunoiden suuntausta ja ikkunoiden kokoa. Talon sijoittuminen tontilla on myös otettu aika hyvin huomioon. Talon sijoittumiseen tontilla matala prosenttiosuus voi kuitenkin johtua siitä, että pientaloja suunnitellaan asemakaava-alueelle, jolloin suunnittelija ei voi vaikuttaa talon sijaintiin. Suunnittelijan tärkeimmäksi keinoksi ilmaisenenergian hyödyntämisessä jää siten huoneiden sijoittuminen rakennuksessa, ja sitä kautta suunnittelija voi vaikuttaa ikkunoiden kokoon ja sijaintiin eri ilmansuunnat huomioiden. Kuviossa 15 on esitetty suunnittelijoiden koulutustaso.



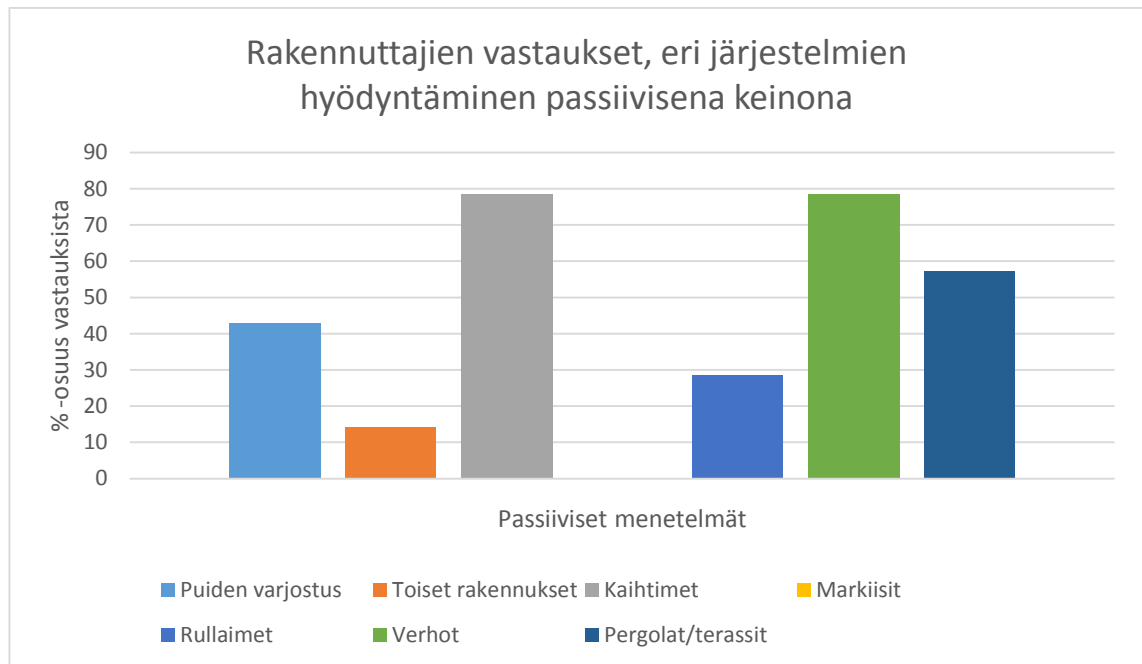
Kuvio 15. Suunnittelijoiden koulutustaso.

Ylivoimaisesti suurin osa vastaajista oli suorittanut insinööritutkinnon ammattikorkeakoulussa. Vastaajista kukaan ei ollut rakennusmestari. Tämän ammattiryhmän puuttuminen vastaajista voi johtua siitä, että rakennusmestarien koulutus on ollut usean vuoden ajan keskeytettynä. Se voi osaltaan johtua myös siitä, että suunnittelijoilta vaadittavia pätevyksiä on viranomaisten toimesta kiristetty huomattavasti. Diplomi-insinöörien ja arkkitehtien puuttuminen vastaajien joukosta voi johtua esimerkiksi siitä, että pientalojen suunnittelusta hyvin yleisesti vastaavat insinöörit. Arkkitehdit ja diplomi-insinöörit suunnittelevat yleensä rakennustekniikaltaan vaativampia kohteita, joissa on vaativia rakenteita tai joissa rakennuksen käyttötarkoitus vaatii paremman koulutustason.

6.3 Rakennuttajien vastaukset passiivisten keinojen hyödyntämisessä

Tässä luvussa on esitetty keskeisimmät tulokset, joita saatiin rakennuttajille suunnatussa kyselyssä. Lisäksi luvussa esitetään myös seikat, jotka ovat vaikuttaneet todennäköisesti rakennuttajien passiivisten keinojen tai menetelmien käyttämiseen pientalojen suunnittelussa. Luvussa otetaan kantaa myös siihen, mitkä passiivisista energiaratkaisuista tulevaisuudessa todennäköisesti lisääntyvät.

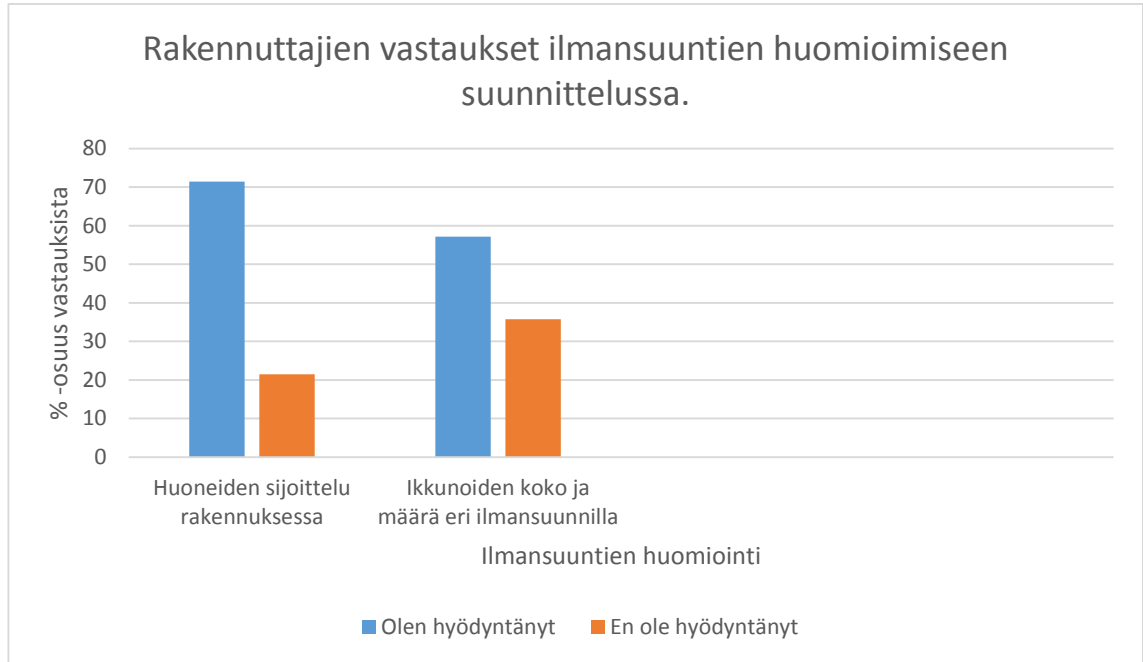
Kuviossa 16 esitetään rakennuttajien käyttämät ja huomioon ottamat järjestelmät tai menetelmät, joilla rakennuttajat ovat ottaneet huomioon jäähdytyksen tai aurinkosuojauksen suunnitellessaan pientaloja.



Kuvio 16. Rakennuttajien käyttämät keinot tai menetelmät jäähdytyksessä/aurinkosuojauksessa.

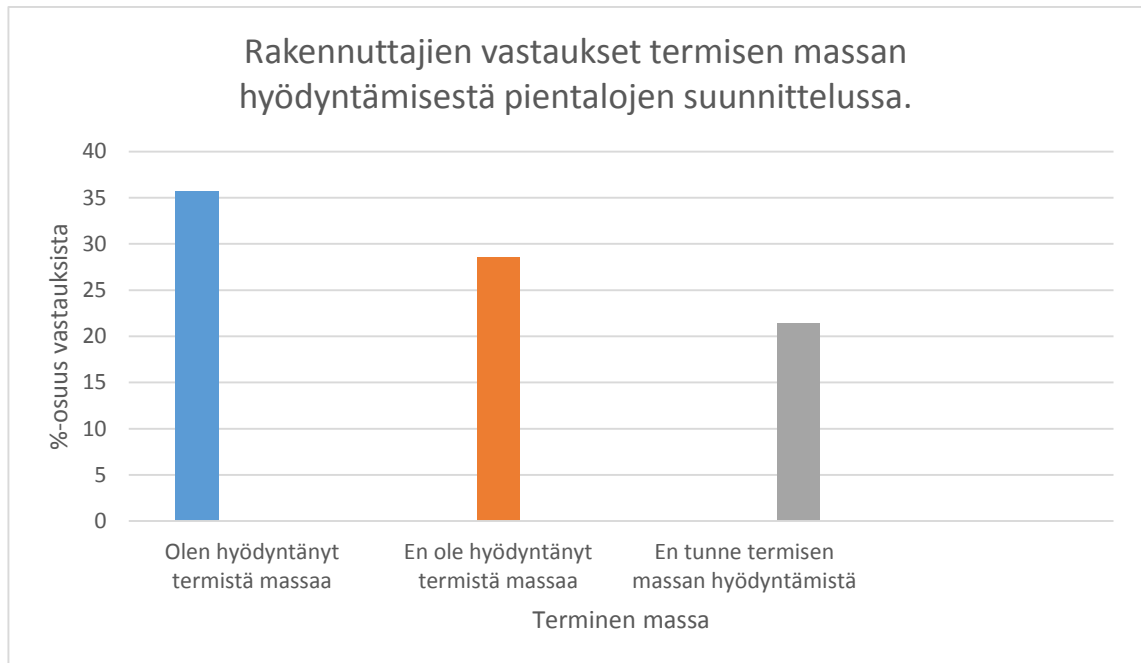
Rakennuttajien käyttämistä menetelmistä ja keinoista passiivisten keinojen osalta yleisimpiä ovat olleet kaihtimet ja verhot. Tämä voi johtua siitä, että kyseiset menetelmät ovat helposti ja edullisesti toteutettavissa. Kaihtimet ja verhot eivät vaadi ennakkosuunnitelmaa rakennushankkeen yhteydessä, ja ne voidaan toteuttaa jo olemassa olevaan rakennukseen.

Kyselyyn vastanneista rakennuttajista markiiseja ei ollut käyttänyt kukaan. Tämä voi johtua siitä, että markiisit asennetaan rakennuksen ulkopuolelle ja niiden käytössä ja ylläpidossa on omat haasteensa ja ongelmat. Suomen olosuhteissa merkittävimäksi ongelmaksi muodostuvat vaihtelevat säät. Markiisit ovat selkeästi kustannuksiltaan verhoja ja kaihtimia kalliimpi tapa passiivisten keinojen hyödyntämisessä. Oli pieni yllätys, että olemassa olevia tai rakennettavia toisia rakennuksia oli hyödynnetty passiivisena keinona erittäin vähän. Kuviossa 17 esitetään rakennuttajien huomioimat seikat ilmansuuntien käytöstä pientaloja suunniteltaessa.



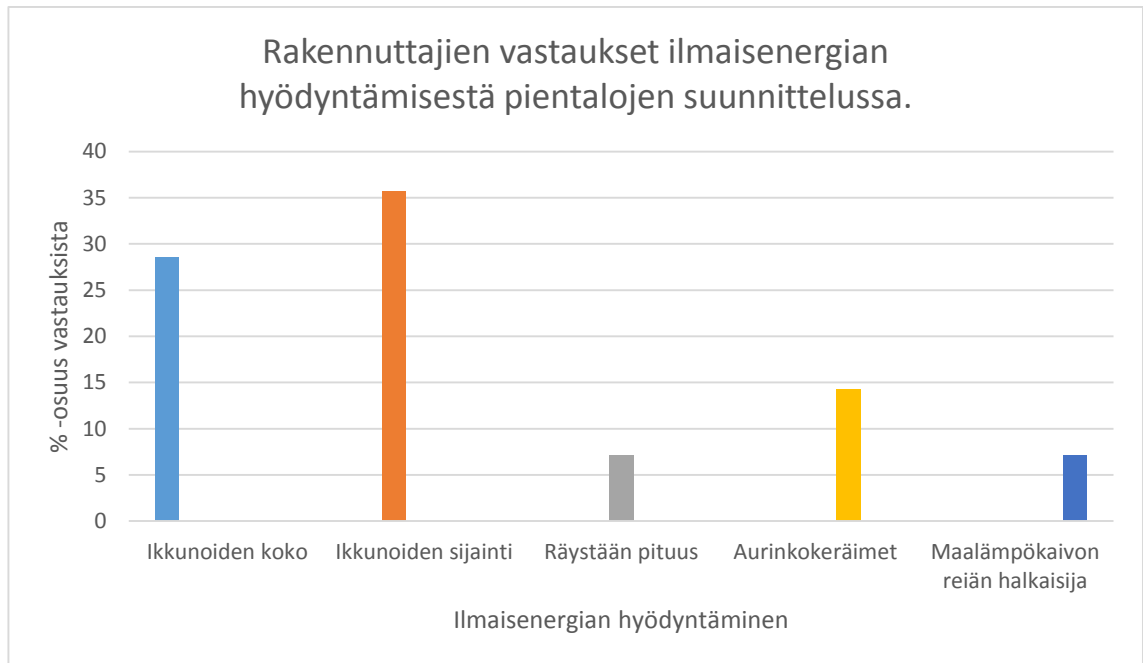
Kuvio 17. Rakennuttajien käyttämät keinot ilmansuuntien huomioimisesta suunnittelussa.

Kuviosta 17 havaitaan, että rakennuttajat eivät välttämättä tiedosta tai osaa ottaa huomioon ilmansuuntia suunnitellessaan omakotitaloon ikkunoiden kokoa ja niiden suuntausta ilmansuuntien mukaan. Kuviosta voidaan havaita, että huoneiden sijoittelu rakennuksen sisälle on kuitenkin suhteellisen hyvin otettu huomioon suunnittelussa. Kuviossa 18 esitetään rakennuttajien termisen massan käyttäminen pientalojen suunnittelussa.



Kuvio 18. Rakennuttajien termisenmassan hyödyntäminen pientalojen suunnittelussa.

Kuviosta 18 voidaan selvästi havaita, että terminen massa ei ole rakennuttajille kovinkaan tuttu käsite. Termisen massan tuntemattomuus voi kyllä johtua myös siitä, että rakennuttajille sana terminen massa ei ole tunnettu. Käytännössä rakennuttajat ovat tietämättään voineet hyödyntäneet termistä massaa. Vain noin kolmannes vastaajista on suunnitellut termistä massaa kohteessaan. Vastauksista voidaan päätellä, että termisen massan hyödyntämisen parantamiseksi tulisi lisätä informaatiota rakennuttajien suuntaan. Kuviossa 19 esitetään rakennuttajien käyttämät keinot ja menetelmät ilmaisen energian hyödyntämisestä lämmitykseen pientalojen suunnittelussa.



Kuvio 19. Rakennuttajien ilmaisenergian hyödyntämiseen käyttämät keinot ja menetelmät pientalojen suunnittelussa.

Taulukosta 19 voidaan selvästi havaita, että rakennuttajien ilmaisenergiää lämmitykseen hyödyntävistä menetelmistä ja ratkaisuista yleisimpiä ovat ikkunoiden suuntaus ja ikkunoiden koko. Räystään pituutta ilmaisenergian hyödyntämisen näkökulmasta katsottuna ei ole hyödyntänyt monikaan vastaajista. Räystään pituudella voidaan vaikuttaa auringonsäteilyn pääsyyn rakennuksen sisälle silloin, kun aurinko paistaa ns. matalalta ja ilmaisenergiää halutaan rakennukseen sisälle, sekä estää liiallisen auringonsäteilyn pääsyä rakennuksen sisälle, kun aurinko säteilee korkealta ja ilmaisenergiälle ei ole tarvetta.

Räystään pituudella on siten merkitystä sille, kuinka paljon tarvitsee käyttää energiaa jäähdytykseen kesällä. Taulukosta voidaan päätellä, että aurinkoenergian hyödyntäminen aurinkokeräinten avulla on ollut kohtalaisen hyvin mukana suunniteltaessa ilmaisenergiää lämmityksen tueksi pientaloon. Tulevaisuudessa varmasti aurinkokeräinten määrä lisääntyy pientalojen ilmaisenergian hyödyntämisessä, koska aurinkokeräinten hinnat ovat tulleet edullisemmaksi ja niitä voidaan erityisen hyvin hyödyntää käyttöveden lämmittämiseen.

7 Pohdinta

Analysoidessani kyselyyn vastanneiden suunnittelijoiden ja rakennuttajien vastauksia jouduin pohtimaan muun muassa sitä, että kyselykaavakkeita laadittaessa kannattaa olla erittäin huolellinen ja syventyä perusteellisesti pohtimaan ja miettimään, mitä kysytään ja millä tavalla. Kyselykaavakkeen laatiminen ei ollut loppujen lopuksi niin helppo tehtävä kuin olin olettanut. Kokemus osoitti, että eräitä asioita olisi pitänyt sisällyttää rakennuttajille suunnattuun kysymyskaavakkeeseen. Päälimmäisenä nousee mieleeni pääsuunnittelijan roolin tuntemisen merkitys rakennushankkeessa rakennuttajan näkökulmasta katsottuna. Pääsuunnittelija on kuitenkin se henkilö rakennushankkeessa, jolla on vastuu rakennushankkeessa mukana toimivien osapuolten suunnitelmien yhteensopivuudesta ja suunnitelmien toteutusmahdollisuudesta.

Omana kokemuksena voin sanoa, että kysymyskaavake olisi kannattanut testata esimerkiksi lähettämällä kysely ensin muutamalle rakennuttajalle ja suunnittelijalle, ja pohtia tämän jälkeen heidän kanssaan kysymyskaavakkeen sisältöä ja kysymysten asettelua ennen varsinaista kyselytutkimuksen tekemistä. Näin menettelemällä olisi varmaan saatu tutkimuksen avulla paljon enemmän tietoa passiivisten keinojen ja menetelmien hyödyntämisestä pientalojen suunnittelussa ja toteutuksessa. Varmasti olisi saatu tietoa siitäkin, kuinka hyvin rakennuttajat tuntevat pääsuunnittelijan roolin ja merkityksen rakennushankkeessa.

Selkeästi voidaan todeta, että kysely kiinnosti eniten rakennuttajia, mikä mielestäni vastaa todellisuutta. Toimiessani vastaavana työnjohtajana pientalotyömailla olen huomannut, että rakennuttajat ovat olleet kiinnostuneita passiivisista energiaratkaisuista, mutta yleensä asia tulee esille siinä vaiheessa, kun rakentaminen on jo alkanut. Suunnitelmat on jo tehty, ja muutoksia, joilla passiivisia energiaratkaisuja voitaisiin toteuttaa, on jälkikäteen usein vaikea muuttaa. Tutkimukseen osallistuneet rakennuttajat kyselivät kyselyn palauttamisen jälkeen aktiivisesti passiivisten energiaratkaisujen merkityksestä rakennushankkeessa. Käytännössä tämä on tarkoittanut sitä, että tälläkin hetkellä rakennuttajat eivät sisäistä ja tunne pääsuunnittelijan roolia ja merkitystä rakennushankkeessa.

Kyselyn yhteydessä ja sen jälkeen rakennuttajat olivat erityisesti kiinnostuneita passiivisista ratkaisuista osana rakennushanketta. Hyvin moni oli täysin tietämätön siitä, mitä

passiivisia keinoja on käytettävissä. Keskusteluissa kävi hyvin selville, että termistä massaa ei osattu tunnistaa nimenä, mutta termistä massaa oli käytetty kuitenkin rakennuksen suunnittelun yhteydessä siitä huolimatta. Lainaan tähän erään rakennuttajan vastausta, kun hän oli vastauslomakkeen palautuksen yhteyteen liittänyt lopuksi lauseen: ”On näköjään jäänyt suunnittelussa huomioimatta monta kohtaa ja asiaa.”

Keskusteluissa rakennuttajien kanssa tuli selvästi esille, että rakennuttajat eivät ole tiedostaneet pääsuunnittelijan roolia ja tehtävää pientalon rakennushankkeessa. Monelle rakennuttajalle rakennushankkeessa mukana olevien henkilöiden tehtävä, vastuualue ja toimenkuva olivat jokseenkin epäselviä. Vastauksista käy hyvin selville, että kaikki suunnittelijatkaan eivät tunne tai tiedosta passiivisten energiaratkaisujen tärkeyttä ja merkitystä pientalojen suunnitteluvaiheessa.

Meillä Suomessa järjestetään pääsuunnittelijoina toimiville ja pääsuunnittelijoiksi pätevoityville henkilöille koulutuksia, joihin olen itsekin osallistunut. Koulutuksissa ei mielestäni kuitenkaan painoteta riittävästi passiivisten keinojen käytön tehostamista pientalojen energiankulutuksen pienentämiseksi lämmityksessä ja jäähdytyksessä. Koulutuksessa ei myöskään tuoda riittävästi esille, kuinka suuri merkitys passiivisilla energiaratkaisuilla on asumisviihtyisyyteen ja kokonaisenergiankulutukseen. Mielestäni Suomessa tulisi luoda järjestelmä tai menetelmä, joka varmistaisi sen, että jokainen rakennushankkeeseen ryhtyvä saataisiin tietoiseksi siitä, mikä on pääsuunnittelijan rooli rakennushankkeessa, ja pääsuunnittelija tulisi sitouttaa mukaan rakennushankkeeseen hyvissä ajoin.

Tulisi laatia myös suunnitelma, jolla saataisiin lisättyä rakennushankkeeseen ryhtyvien henkilöiden tietämystä passiivisten energiaratkaisujen käyttämiseen rakennushankkeen yhteydessä. Yhtenä vaihtoehtona voitaisiin miettiä, että rakennuslupamenettelyn yhteyteen kehiteltäisiin järjestelmä, jolla edellä kerrottuihin ongelmiin löydettäisiin ratkaisu. Tämä voisi tarkoittaa käytännössä esimerkiksi sitä, että rakennuslupaa haettaessa tulisi hakemuksessa selvittää, mitä passiivisia energiaratkaisuja kyseisen rakennuksen suunnittelussa on otettu huomioon. Voitaisiin pohtia, että rakentamiseen ryhtyvät velvoitettaisiin koulutukseen, kun ovat hankkimassa tonttia varsinkin kaava-alueelta, jonne nykyisin rakentaminen pientalojen osalta painottuu. Koulutus olisi varmasti helppo käytännössä toteuttaa, koska kaava-alueen tontit ovat yleensä kaupunkien omistamia.

Lähteet

1. Helda.fi. Rakennusten energialaskennan testivuosi 2012 ja ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Raportti julkaisusarja No. 2011:6. Verkkoaineisto Viitattu 27.11.2015 Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/33069>
2. Wouter Beck, Dolmans Dick, Dutoo Gonzague, Hall Anders & Seppänen Olli. 2011. Aurinkosuojaus, Rehva ohjekirja No 12. 1. painos.
3. Rakennusmääräyskokoelma D2 2012. Määräykset ja ohjeet 2012 Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 18.12.2015 http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf
4. Rakennusmääräyskokoelma C4 2003. Määräykset ja ohjeet 2003 Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 20.12.2015 <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>
5. Suomen rakentamismääräyskokoelma Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2 Määräykset ja ohjeet 2002
6. Suomen rakentamismääräyskokoelma G1 Asuntosuunnittelu määräykset ja ohjeet 2005 viitattu 1.1.2016 <http://www.finlex.fi/data/normit/28204-G1su2005.pdf>
7. Dick Björkholtz Lämpö ja kosteus Rakennusfysiikka, Rakennustieto Oy Helsinki 1997
8. Energia- ja Ekologiankäsikirja Suunnittelu ja rakentaminen Markku Lappalainen
9. Betoni.com. Kivitalojen energiatehokkuus Betoniteollisuus ry 2010
10. Pohjoismainen tutkimus massiivisuuden vaikutuksesta energiankulutukseen ja sisäilmaan. TTY, Energia- ja prosessitekniikan laitos, 2006. Viitattu 21.2.2016
11. Rakenteellinen Energiatehokkuus Opas. Kimmo Lylykangas, Albert Andersson, Jari Kiuru, Jyri Nieminen, Juha Päättälö
12. Hannu Tyrväisen luennot Pohjois-karjalan Ammattikorkeakoulu 2011.
13. RT 10-10387 ohjekortti

Kyselylomake rakennuttajille

Pyydän teitä ystävällisesti vastaamaan seuraaviin kysymyksiin. Kysymyksillä on tarkoitus selvittää kuinka huomioitte jäähdytyksen tarpeeseen vaikuttavat passiiviset keinot sekä aurinkoenergian hyödyntämiseen lämmityksessä käytettävät keinot. Kysely koskee pientaloja.

Kysymykset 1-5 koskevat jäähdytyksen passiivisia keinoja ja niiden hyödyntämistä suunnittelussa.

Kysymykset 6-9 koskevat aurinkoenergian hyödyntämistä lämmityksessä.

Taustatieto rakennuksesta

	Kyllä	Ei
Rakennus oli ns. paikalla rakennettu		
Rakennus oli ns. pakettitalo		
Ulkoseinän runkorakenteen oli puu		
Ulkoseinän runkorakenteen oli harkko		
Ulkoseinän runkorakenteen oli tiili		
Ulkoseinän runkorakenteen oli hirsi		
Väliseinien pääasiallinen materiaali oli puu/levy		
Väliseinien pääasiallinen materiaali oli tiili		
Väliseinien pääasiallinen materiaali oli harkko		
Väliseinien pääasiallinen materiaali oli hirsi		

1. Mitä keinoja olette hyödyntäneet jäähdytyksen/aurinkosuojauksen kohdalla omassa kohteessanne?

Menetelmä/järjestelmä	Olen hyödyntänyt	En ole hyödyntänyt	En tunne menetelmää/järjestelmää

Olemassa olevat puut (varjostus)			
Olemassa olevat tai rakenteilla olevat rakennukset			
Kaihtimet			
Markiisit			
Rullaimet			
Pergolat/terassit. Varjostavan ka- temateriaalin pituus			
Kaksoislasijulkisivut			
Kalvot lasipinnoilla			
Aurinkosuojaikkunat			
Erikoislasitukset			
Rinnerakentamisratkaisut			
Verhot			

2. Yllä on lueteltu yleisimmät keinot tai menetelmät. Oletko käyttänyt jotain muuta keinoja tai menetelmää?

3. Mitä seuraavista asioista huomioitte ilmansuuntien kannalta ajateltuna?

	Olen hyödyntänyt	En ole hyödyntänyt
Huoneiden sijoittelu rakennuksessa		
Ikkunoiden koko ja määrä eri ilmansuunnilla		

4. Hyödynnättekö termisenmassan ominaisuuksia rakennuksessa jäähdytyksessä ja energian varaajana?

	Olen hyödyntänyt	En ole hyödyntänyt	En tunne termisenmassan hyödyntämistä
Suunnitteletteko termistämässä pientalokohteissa			

5. Jos huomioitte termisenmassan niin, mitenkä huomioitte termisenmassan sijoittelun rakennuksessa?

Seuraavat kysymykset koskevat ilmaisenergian hyödyntämistä rakennuksen lämmityksessä

6. Huomioitteko suunnittelussa aurinkoilmaisenergian pääsyn ikkunoiden kautta rakennukseen sisälle?
7. Kuinka huomioitte aurinkoenergian pääsyn sisälle?
8. Huomioitteko termisenmassan varastointikyvyn suunnittelussanne?
9. Huomioitteko jollain muulla menetelmällä/keinolla ilmaisenergian hyödyntämistä rakennuksessa?

Kiitos vastauksistanne.

Kyselylomake suunnittelijoille

Pyydän teitä ystävällisesti vastaamaan seuraaviin kysymyksiin. Kysymyksillä on tarkoitus selvittää kuinka yrityksessänne suunnittelijat huomioivat jäähdytyksen tarpeeseen vaikuttavat passiiviset keinot sekä aurinkoenergian hyödyntämiseen lämmityksessä käytettävät keinot. Kysely koskee pientaloja.

Kysymys 1 on taustatietojen selvittämiseksi

Kysymykset 2-6 koskevat jäähdytyksen passiivisia keinoja ja niiden hyödyntämistä suunnittelussa.

Kysymykset 7-10 koskevat aurinkoenergian hyödyntämistä lämmityksessä.

1. Mistä materiaalista suunnittelemiesi kohteiden ulko- ja väliseinät olivat yleisimmin toteutettu

Taustatieto rakennuksesta

	Kyllä	Ei
Rakennus oli ns. paikalla rakennettu		
Rakennus oli ns. pakettitalo		
Ulkoseinän runkorakenteen oli puu		
Ulkoseinän runkorakenteen oli harkko		
Ulkoseinän runkorakenteen oli tiili		
Ulkoseinän runkorakenteen oli hirsi		
Väliseinien pääasiallinen materiaali oli puu/levy		
Väliseinien pääasiallinen materiaali oli tiili		
Väliseinien pääasiallinen materiaali oli harkko		
Väliseinien pääasiallinen materiaali oli hirsi		

2. Mitä keinoja olette hyödyntäneet jäähdytyksen/aurinkosuojauksen kohdalla suunnittelemissanne kohteissa.

Menetelmä/järjestelmä	Olen hyödyntänyt	En ole hyödyntänyt	En tunne menetelmää/järjestelmää

Olemassa olevat puut (varjostus)			
Olemassa olevat tai rakenteilla olevat rakennukset			
Kaihtimet			
Markiisit			
Rullaimet			
Pergolat/terassit. Varjostavan ka- temateriaalin pituus			
Kaksoislasijulkisivut			
Kalvot lasipinnoilla			
Aurinkosuojaikkunat			
Erikoislasitukset			
Rinnerakentamisratkaisut			
Verhot			

3. Yllä on lueteltu yleisimmät keinot tai menetelmät. Oletko käyttänyt jotain muuta keinoja tai menetelmää?

4. Mitä seuraavista asioista huomioitte ilmansuuntien kannalta ajateltuna?

	Olen hyödyntänyt	En ole hyödyntänyt
Huoneiden sijoittelu rakennuksessa		
Ikkunoiden koko ja määrä eri ilmansuunnilla		

5. Hyödynnättekö termisenmassan ominaisuuksia rakennuksessa jäähdytyksessä ja energian varaajana?

	Olen hyödyntänyt	En ole hyödyntänyt
Suunnitteletko termistemassaa pientalokoh-teissa		

6. Jos huomioitte termisenmassan niin, mitenkä huomioitte termisenmassan sijoittelun rakennuksessa?

Seuraavat kysymykset koskevat ilmaisenergian hyödyntämistä rakennuksen lämmityksessä

7. Huomioitteko suunnittelussa aurinkoilmaisenergian pääsyn ikkunoiden kautta rakennukseen sisälle?

8. Kuinka huomioitte aurinkoenergian pääsyn sisälle?

9. Huomioitteko termisenmassan varastointikyvyn suunnittelussanne?

10. Huomioitteko jollain muulla menetelmällä/keinolla ilmaisen energian hyödyntämistä rakennuksessa?

11. Vastaajan koulutustaso:

Di	.
Insinööri AMK	
Insinööri Ylempi AMK	
Rakennusmestari	
Arkkitehti	
Jokin muu (mikä)	

Kiitos vastauksistanne.