



Arkkitehtuurin vaikutus pientalon energiatehokkuuteen,

Talo Saunaranta ja 47 variaatiota

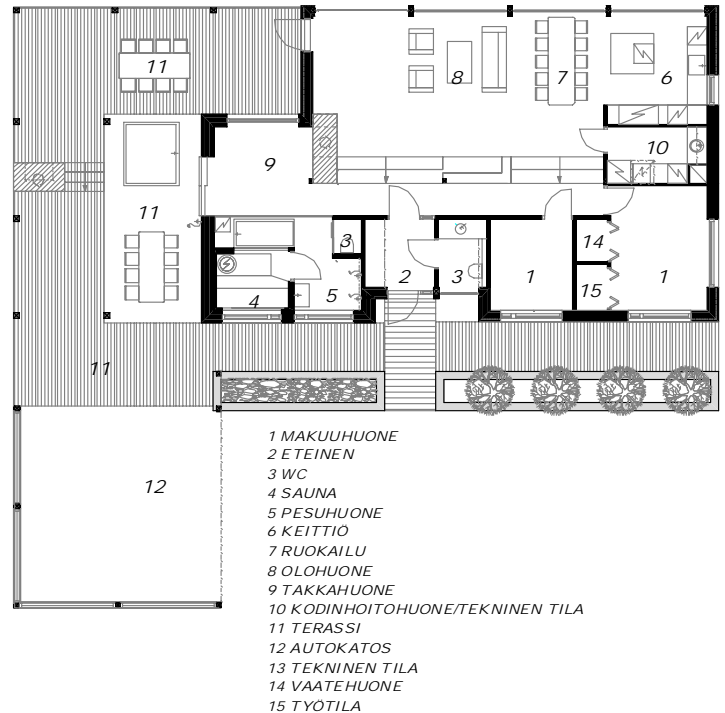
Malin Moisio, Diplomityö TTY Arkkitehtuurin laitos, Tarkastaja Professori Kari Salonen

TIIVISTELMÄ

TTY: n Arkkitehtuurin laitoksella Malin Moision tekemässä diplomityössä on pyritty selvittämään pientalon energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä, niiden suhteita ja vaikutusta rakennuksen arkkitehtuuriin.

Rakennus on usean ominaisuuden summa, pientalon energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa monin eri keinoin. Kun tiedetään eri ominaisuuksien vaikutukset rakennuksen energiatehokkuuteen, voidaan suunnitella energiatehokkaita rakennuksia ilman että arkkitehtonisesti merkittävistä ominaisuuksista tarvitsee tinkiä.

Nykyinen energiatehokkuusluvun (ET-luvun) laskentatapa ei ole yksiselitteinen vaan sisältää lukuisia ristiriitaisuuksia sekä ongelmakohtia. Koska ET-luku ei huomioi kokonaisenergiankulutusta saattaa se pahimmillaan ohjata jopa energiankulutuksen lisääntymiseen.



Kuva 1, Talo Saunaranta, pohjapiirustus

TYÖN SISÄLTÖ

Pientalon energiatehokkuutta ja sen vaikutusta arkkitehtuuriin on vertailtu varioimalla yksittäisen rakennuksen ominaisuuksia. Energiatehokkuus on määritelty rakennuksen energiatodistuslaskennan avulla saadun ET-luvun (energiatehokkuusluku) avulla. ET-luku lasketaan Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan D5 mukaan ja saadaan jakamalla rakennuksen vuosittain tarvitsema energiamäärä bruttoneliometriä kohden. Tarkastelun kohteena on tekijän suunnittelema Talo Saunaranta, pääosin puurakenteinen pientalo Nokialla.

Talo Saunaranta on bruttoalaltaan 140 m² ja sen huonekorkeus on korkeimmillaan 4,3 m. Talo avautuu maisemaan 12 metriä leveällä ja 3,1 metriä korkealla lasiseinällä.



Kuva 2, Talo Saunaranta, lasiseinä

Valokuva: Tuomas Uusheimo

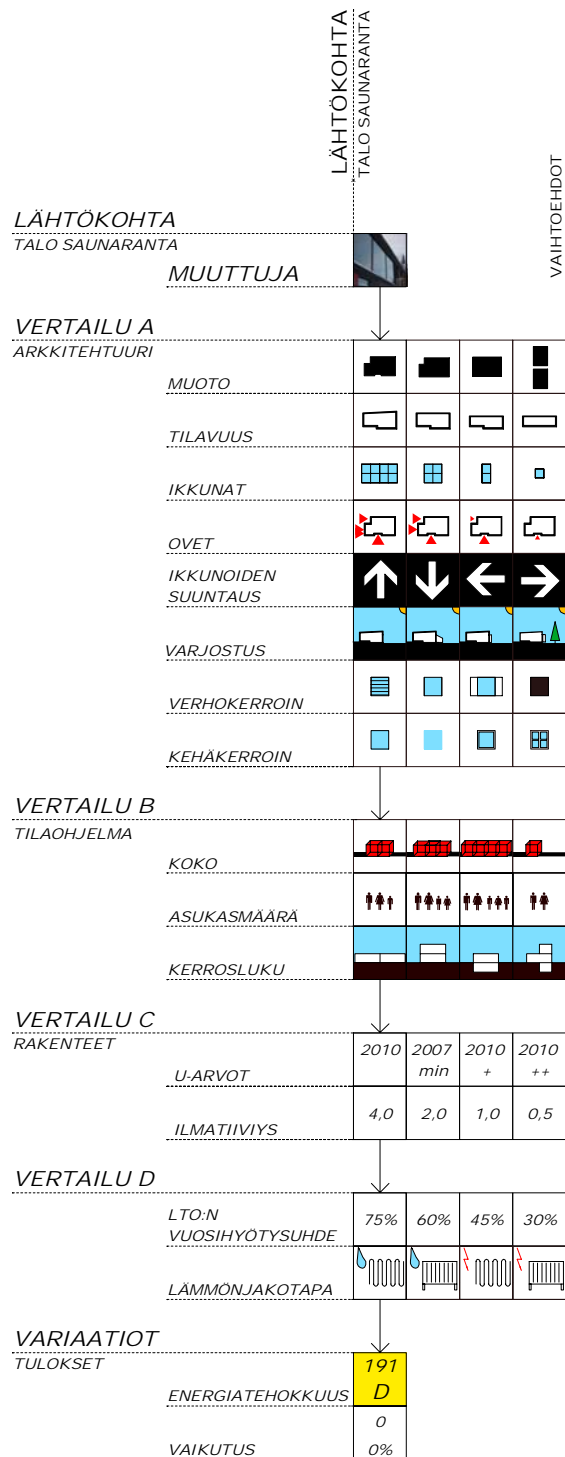
Diplomityössä Talo Saunarannan ominaisuudet on jaettu osiin eli muuttujiksi. Muuttujat on esitetty kuvassa 3. Muuttujiksi on valittu 15 ominaisuutta jotka ovat:

- A. Arkkitehtoniset ominaisuudet eli muoto, tilavuus, ikkunoiden koko, ikkunoiden suuntaus, ovet, varjostus, verhoeroin ja kehäeroin.
- B. Tilaohjelman ominaisuudet eli koko, asukasmäärä ja kerrosluku
- C. Rakenteelliset ominaisuudet eli U-arvot ja ilmatiiviy
- D. LVI-tekniset ominaisuudet eli lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde ja lämmönjakotapa.

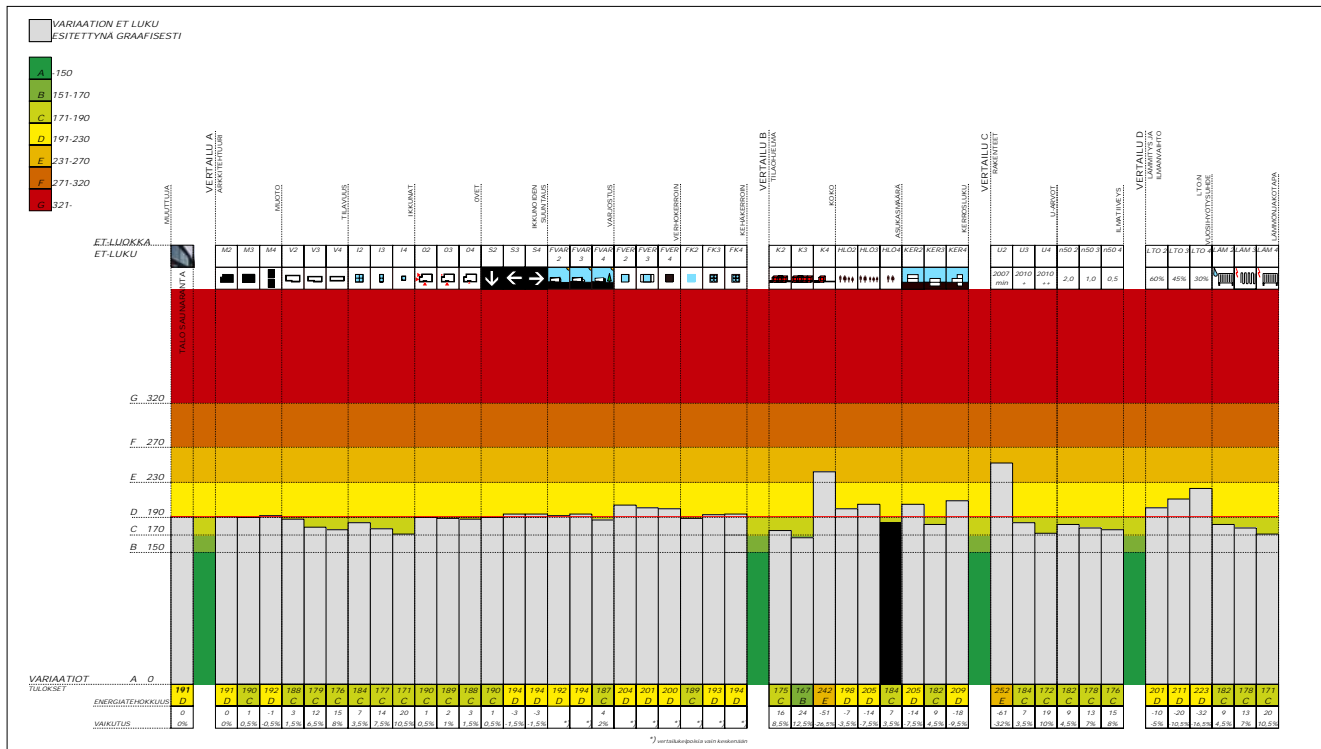
Kustakin muuttujasta on 3 vaihtoehtoa. Muuttamalla yhtä vaihtoehtoa kerrallaan, on Talo Saunarannasta saatu 45 variaatiota. Kullekin variaatiolle on laskettu energiatehokkuus- eli ET-luku. Variaatioiden ET-lukuja on verrattu Talo Saunarannan ET-lukuun. Näin on selvitetty eri ominaisuuksien vaikutus pientalon energiatehokkuuteen. 2 variaatiota on saatu yhdistelemällä energiatehokkuudeltaan parhaita ominaisuuksia, toisessa ominaisuuksia on yhdistelty vapaasti, myös arkkitehtoniset seikat huomioiden.

LASKENNAN TULOKSET

Kuvassa 4 on esitetty kunkin ominaisuuden vaikutus yksikkönä ja prosentuaalisesti verrattuna Talo Saunarantaan. Pylväät kuvaavat ET-lukua ja väri ET-luokkaa. Tämän vertailun perusteella pientalon laskennalliseen energiankulutukseen, ET-lukuun, vaikuttavat useat seikat. Merkittävimmän siihen vaikuttavat rakenteiden U-arvot, rakennuksen koko sekä LTO:n vuosihyötysuhde.



Kuva 3, muuttujat



Kuva 4, Tulokset

Muuttajat vaihteellinen on esitetty taulukossa ylhäällä. Vaihtoehtojen yksityiskohtaisempi kuvaus löytyy diplomityöstä. Vasemmalla on kuvattu ET-lukujen energiatodistusasetuksen mukaiset luokat raja-arvoineen, luokan A ollessa energiatehokkuudeltaan paras ja G huonoin. Kullekin vaihtoehdolle on laskettu ET-luku. Näin on saatu variaatioita Talo Saunarannasta, joiden energiatehokkuusluku ja -luokka on esitetty toiseksi alimmalla rivillä. Energiatehokkuuslukujen ero alkuperäiseen Talo Saunarantaan (ET-luku 191) on esitetty alarivillä yksikkönä sekä prosentuaalisesti. Harmaat pylväät kuvaavat ET-lukuja graafisesti.

U-ARVOT

U-arvot vaikuttavat oleellisesti rakennuksen energiatehokkuuteen. Vuoden 2010 lämmöneristysmääräysten tiukentumisen vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen on huomattava. U-arvojen parantuessa rakennuksen vaipan lämpöhäviöt pienenevät. Samalla lämpökuormien suhde lämpöhäviöihin kasvaa jolloin jäähdytystarve lisääntyy huomattavasti. U-arvojen parantaminen ei näin kasvata rakennuksen energiatehokkuutta lineaarisesti. Energiatehokkaan pientalon suunnittelussa jäähdytystarve ja sen torjuminen nousee keskeiseen asemaan. Haasteena on se että talvella passiivista energiaa tulee saada mahdollisimman paljon, hyvien U-arvojen vuoksi noin puolet vuodesta tämä energia on kuitenkin haitaksi energiatehokkuudelle. Ikkunoista tulevaa passiivista energiaa ei voida hyödyntää täysimääräisesti. Myös muodon ja vaipan pinta-alan merkitys energiatehokkuuteen vähenee U-arvojen parantuessa.

MUOTO

Muodon vertailussa bruttoala, tilavuus sekä ikkunoiden pinta-ala pysyy vakiona. Vaihtoehdossa jossa vakio bruttoala on jaettu kahteen kerrokseen, ET-luku jopa hieman huononee. Tämä johtuu lisääntyneestä jäähdytystarpeesta. Vaipan kokonaispinta-alan pienentyessä vaipan johtumishäviöt pienenevät ja jäähdytystarve lähes kaksinkertaistuu. Voidaan sanoa että muoto ei näin pienessä rakennuksessa juuri vaikuta rakennuksen energiatehokkuuteen.

KOKO

Rakennuksen koon eli bruttoalan merkitys energiatehokkuuteen on huomattava. Variaatiossa jossa maanpäällinen bruttoala ja tilavuus kaksinkertaistuvat, paranee rakennuksen ET-luku luokasta D luokkaan B. Suuremman rakennuksen kokonaisenergiatarve kuitenkin kasvaa. Koska ET-luvussa ei ole huomioitu kokonaisenergiankulutusta eikä ostoenergiankulutusta, saattaa nykyinen laskentatapa ohjata suunnittelua energiankulutusta lisääviin ratkaisuihin. Myös kerrosten sijoittelu osittain maan alle sekä kellarin lisääminen maanpäällisen bruttoalan lisäksi parantavat ET-lukua.

IKKUNAT

Ikkunoilla on kolmenlaisia, osittain toisiaan kumoavia, vaikutuksia rakennuksen energiatehokkuuteen. Ikkunoiden johtumishäviöt ovat ulkoseinää suuremmat heikompien U-arvojen ansiosta. Toisaalta niiden kautta saadaan merkittävä osa rakennukseen passiivisesta lämpöenergiasta. Kun rakennuksen lämpökuormat ylittävät lämpöhäviöt syntyy jäähdytystarvetta, joka taas heikentää rakennuksen energiatehokkuutta. Esimerkkitapauksessa jäähdytystarvetta syntyy yli

puolet vuodesta. Ikkunoiden koon ja suuntauksen optimointi yhdistettynä vuodenaikojen mukaan muunneltaviin aurinkosuojauksiin nousevat suunnittelussa merkittävään asemaan. Kiinteät aurinkosuojaukset heikentävät energiatehokkuutta.

Vaikka ikkunoiden pienentäminen tässä vertailussa parantaa rakennuksen energiatehokkuutta, heikentää se samalla arkkitehtonisia arvoja kuten asumisviihtyvyyttä sekä tilan tuntua. Arkkitehtonisia arvoja arvioitaessa ikkunoiden suuren koon tuoma etu painottuu enemmän kuin niiden pienentämisen tuoma hyöty energiatehokkuudelle.

LÄMMÖNJAKOTAPA

Lämmönjakotapa vaikuttaa laskennalliseen energiatehokkuuteen lämpöhäviöiden kautta. Vesikiertoisen lattialämmityksen muuttaminen suoraksi sähkölämmitykseksi parantaa ET-lukua oleellisesti. Tässä vertailussa muutos on yhtä suuri kuin ikkunoiden pienentäminen RakMK G1:n minimitasoon (10% huoneen lattiapinta-alasta). Tämä laskentatapa aiheuttaa esimerkiksi sen että maalämpö yhdistettynä vesikiertoiseen lattialämmitykseen heikentävät rakennuksen ET-lukua.

TILAVUUS

Tilavuuden pienentäminen pienentää tilojen lämmitysenergian tarvetta sekä vähentää ulkovaippaa eli ET-Luku paranee suhteellisen tasaisesti. Ilmatilavuuden kohtuullinen rajoittaminen on arkkitehtonisista vaihtoehdoista paras yksittäinen keino energiatehokkuuden parantamiseen. Tilavuus (huonekorkeus) tulisi suhteuttaa huoneen pinta-alaan niin että tarkoituksenmukainen tilan tuntu säilyy. Ylikorkeiden tilojen suunnittelua pieniin rakennuksiin voidaan kyseenalaistaa.

LÄMMÖN TALTEENOTON VUOSIHYÖTYSUHDE

LTO:n vuosihyötysuhteen parantaminen parantaa ET-lukua suhteellisen lineaarisesti.

LASKENNAN ONGELMAT

Diplomityössä ilmeni useita ongelmia ja ristiriitaisuuksia jotka liittyvät ET-luvun RakMK D5 mukaiseen laskentaan.

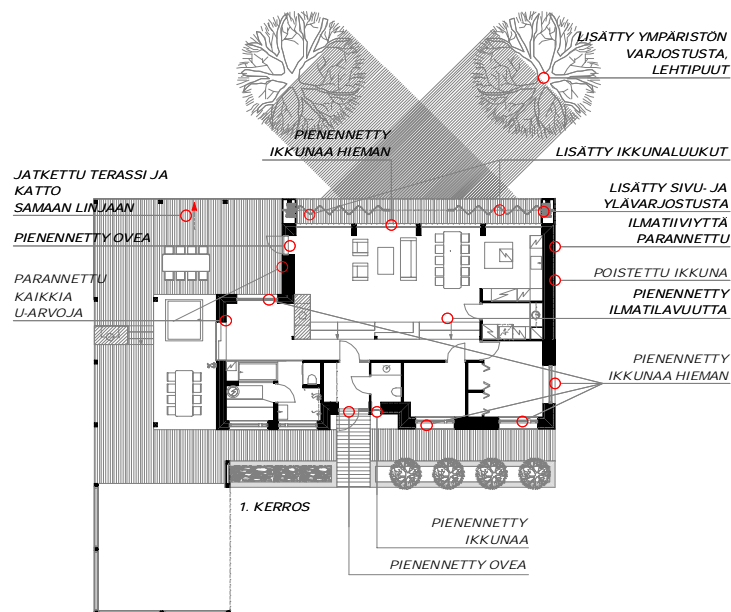
Esimerkiksi rakennuksen energiantarve jaetaan bruttopinta-alalla. Muut rakennusosat, kuten yläpohja, alapohja, ilmatilavuus ja julkisivupinta-ala taas lasketaan rakennuksen sisämittojen mukaan. Tämä aiheuttaa sen että seinärakenteiden paksuutta kasvattamalla ET-luku paranee. Epäkohdan korjaamiseksi laskennassa tulisi käyttää

bruttohuoneistoalaa, eli pinta-ala joka lasketaan rakennuksen kokonaisisämittojen mukaan. Lisäksi esimerkiksi henkilömäärän sekä ilmatilavuuden laskennassa on tulkinna mahdollisuuksia. Laskennassa ei myöskään huomioida lasiovia kuten ikkunoita. Niiden määrää ei ole rajoitettu kuten ikkunoiden eikä toisaalta niiden kautta saatua passiivista energiaa hyödynnetä laskennassa lainkaan.

RAKENNUKSEN OMINAISUUKSIEN VAIKUTUS PIENTALON ENERGIATEHOKKUUTEEN

Työssä Talo Saunarannasta on esitetty esimerkkinä kaksi passiivitaloversiota. Toisessa on huomioitu ainoastaan energiatehokkuuteen vaikuttavat seikat (variaatio E) ja toisessa arkkitehtuurin kannalta oleellisista ominaisuuksista on tingitty mahdollisimman vähän (variaatio A+E).

Variaatio A+E:ssä on lähtökohtana pidetty ikkunoiden kokoa, joka on pyritty pitämään mahdollisimman suurena. Muita ominaisuuksia parantamalla sekä jäähdytystarvetta minimoimalla on kuitenkin saavutettu suunnitelma joka vastaa energiatehokkuudeltaan Suomalaista passiivitalotasoa. Ison lasiseinän eteen on mm. suunniteltu erilaisia muuntuvia aurinkosuojauksia. Kehykseen upotetut, taiteoven tavoin toimivat ikkunaluukut estävät ylikuumenemista kesällä ja pienentävät ikkunoiden johtumishäviöitä talvella.



Kuva 5, Talo Saunaranta, passiivitaloversio. Muutokset alkuperäiseen Talo Saunarantaan

Lisätiedot: Malin Moisio,

Arkkitehti SAFA, Arkkitehtitoimisto TILASTO

Tutkija, TTY Rakennustekniikan laitos

malin@tilasto.info, puh. +358 50 5479954, www.tilasto.fi

Diplomityö kokonaisuudessaan:

<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6678/moisio.pdf?sequence=11>