

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka, Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotannon suuntautumisvaihtoehto

Riitta Ilvonen

# **KIMARA-HIRSITALOMALLISTON ENERGIA- TEHOKKUUS**

Opinnäytetyö 2010

## TIIVISTELMÄ

Riitta Ilvonen

Kimara-hirsitalomalliston energiatehokkuus, 26 sivua, 12 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennustuotannon suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2010

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita Saimaan ammattikorkeakoulu ja

suunnittelupäällikkö Mikko Löf, Kontiotuote Oy

Tarkoituksena oli tutkia Kontiotuote Oy:n valmistamien vuosien 2009 ja 2010 Kimara hirsitalo- ja huvilamallistojen energiamääräystenmukaisuutta ja erilaisten rakenteiden vaikutusta energiatehokkuusluokkaan kyseisten vuosien määräysten mukaisesti.

Laskelmia tehtiin viidellä eri hirsivaihtoehdolla: liimattu- eli lamellihirsi 205 mm x 220 mm, pyöreä lamellihirsi 230 mm, lamellihirsi 180 mm x 195 mm, pyöröhirsi 210 mm sekä höylähirsi 95 mm x 170 mm lisäeristettynä sisäpuolelta. Lisäeristys oli vuonna 2009 140 mm ja vuonna 2010 190 mm mineraalivillaa.

Laskelmat aloitettiin tekemällä tasauslaskelma, jonka avulla tarkistettiin lämpöhäviöiden määräystenmukaisuus. Kokonaislämpöhäviötasauslaskelmalla laskettiin Kontiotuotteen vakiorakenteita eri hirsillä ja neljällä erilaisella alapohjavaihtoehtoilla, täyttikö talomalli kyseisen vuoden määräykset. Jos talo ei täyttänyt lasketuilla rakenteilla määräyksiä, parannettiin yläpohjarakenteita, ikkunoita, ilmavaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta tai rakennuksen ilmanvuotolukua.

Kun tasauslaskelmalla oli osoitettu rakennuksen lämpöhäviöiden määräystenmukaisuus, tutkittiin vuoden 2009 laskelmissa Energiajunioriohjelmalla mihin energialuokkaan tutkituilla rakenteilla päästään. Vuoden 2010 laskelmissa käytettiin Dof-Energiaohjelmaa. Tämän jälkeen rakenteita parannettiin ja laskettiin jokaisella rakenteella saavutettu energialuokka sekä kirjattiin ylös aina se rakenneyhdistelmä, jolla minimissään uusi parempi energialuokka saavutettiin.

Laskelmien tulokset koottiin taulukkoon, josta nähdään, minkä energialuokan talot erilaisia hirsiiä ja rakenteita käyttäen saavuttavat.

Taulukot ovat Kimara-myyjien ja tarjouslaskijoiden apuna, kun valitaan hirsitalon ostajalle sopivia rakenteita ja talon ostajan haluamaa energialuokkaa hirsitaloonsa.

Vuoden 2009 rakenteilla ja vertausarvoilla laskettiin 23 hirsitalomallia ja vuoden 2010 rakenteilla ja arvoilla 25 talomallia.

Asiasanat: hirsi, energiatehokkuus, energialuokka, tasauslaskenta, energiato-distus

## ABSTRACT

Riitta Ilvonen

The Energy Efficiency of Kimara Log Houses, 26 pages and 12 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Degree Programme in Construction Technology

Bachelor's Thesis 2010

Instructors: Senior lecturer Timo Lehtoviita, Saimaa University of Applied Sciences and Design Manager Mikko Löf, Kontiotuote Oy

The aim of this thesis is to study the energy efficiency of the 2009 and 2010 collection of Kimara log houses and cottages which are produced by Kontiotuote Oy. In addition, the energy of the buildings is compared to the regulations of those years.

The calculations were completed with the five different logs: laminated (glued) log 205 mm x 220 mm, round laminated log 230 mm, laminated log 180 mm x 195 mm, round log 210 mm and the rectangular log 95 mm x 170 mm with supplementary isolation inside (mineral wool) 140 mm in 2009 and 190 mm in 2010.

The calculations were started with the calculation of compensation to check if the heat loss is as prescribed in regulations. With the heat loss calculation of compensation it was calculated if the particular house type was in compliance with the regulations with different logs and with four different base floor alternatives. If the house type was not in compliance with the regulations, the structures were improved with better roof isolation, better windows, better annual efficiency of the heat recovery unit or lower air leak number of the building.

When the compliance with rules has been proved with the compensation calculations, the new energy classes of the houses were determined in 2009 with Energiajuniori program and in 2010 with Dof-Energy program. After this the structures were improved and the new energy class was calculated. The new structure with minimum compliance with the regulations was recorded.

The results of the calculation were collected on a sheet, where you can see what kind of energy classes different houses can achieve with different structures.

The sheet helps the salesmen and quotation calculators to choose suitable structures to the buyers of log houses and helps buyers to choose a suitable energy class for themselves.

There were 23 house models to be calculated with the structures of 2009 and 25 models with the structures of 2010.

Keywords: log, energy efficiency, energy class, compensation calculates, energy certificate

# SISÄLTÖ

KÄSITTEET .....	6
1 JOHDANTO .....	6
2 TARKASTELTAVA TALOMALLISTO.....	8
3 ENERGIALASKELMAT .....	9
3.1. Tasauslaskelma .....	9
3.2. Energiatodistus.....	12
4 LASKELMIEN TOTEUTUS .....	13
4.1 Vuoden 2009 laskelmat .....	13
4.2 Vuoden 2010 laskelmat.....	16
4.3 Sallittujen rakenteiden taulukko.....	19
5 PÄÄTELMÄT.....	21
LÄHTEET.....	25

## LIITTEET

Liite 1 Tasauslaskelma 2009
Liite 2 Tasauslaskelman tarkistuslista 2009
Liite 3 Energiajunior, kohdetiedot
Liite 4 Energiatodistuksen lähtötiedot 2009
Liite 5 Energiatodistus 2009
Liite 6 Sallitut rakenteet 2009, Kimara K112
Liite 7 Tasauslaskelma 2010
Liite 8 Tasauslaskelman tarkistuslista 2010
Liite 9 Dof-Energia, kohdetiedot
Liite 10 Energiatodistuksen lähtötiedot 2010
Liite 11 Energiatodistus 2010
Liite 12 Sallitut rakenteet 2010, Kimara K112

## KÄSITTEET

**ET-luku eli energiatehokkuusluku** (kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi) perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen. Luku saadaan jakamalla rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla. Luku sisältää rakennuksen tarvitseman vuotuisen lämmitys-, sähkö- ja jäähdytysenergianmäärän. Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista. ET-luku ilmoitetaan numerona sekä kirjaimena (A - G).

**Lämmönläpäisykertoimella U** (U-arvo) tarkoitetaan lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien tilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään W/(m<sup>2</sup>K)

**Rakennuksen vaipalla** tarkoitetaan niitä rakennusosia, jotka erottavat lämpimän, puolilämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömästä tilasta. Vaippaan eivät kuulu rakennuksen sisäiset erilaisia tiloja toisistaan erottavat rakennusosat

**Vertailuarvolla** tarkoitetaan rakennuksen vertailulämpöhäviön laskennassa käytettävää rakennusosan lämmönläpäisykertoimen arvoa tai rakennuksen yhteenlasketun ikkuna-pinta-alan määrää, rakennuksen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta tai rakennuksen vuotoilmakerrointa

**Vertailulämpöhäviö** tarkoittaa vertailuratkaisun mukaisen rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettua lämpöhäviötä, johon suunnitteluratkaisun vastaavaa lämpöhäviötä verrataan.

**Tasauslaskennalla** osoitetaan lämpöhäviöiden määräystenmukaisuus. Rakennusten lämpöhäviöiden tasaus on laskennallinen menettelytapa lämpöhäviölle asetetun vaatimuksen täyttämiseksi. Jonkin osatekijän (vaippa, vuotoilma, ilmavaihto) vertailulämpöhäviötä suurempi lämpöhäviö edellyttää vähintään vastaavaa lämpöhäviön vähentämistä toisen osatekijän kohdalla.

## 1 JOHDANTO

Vuoden 2010 alusta tulivat voimaan Ympäristöministeriön uudet asetukset rakentamisen lämmöneristyksestä sekä rakennusten energiatehokkuudesta, jotka samalla kumosivat 19. kesäkuuta 2007 annetut asetukset. Rakentamismääräyskokoelman C3:n ja D3:n määräykset ja ohjeet koskevat uusia rakennuksia, joissa käytetään energiaa lämmitykseen tai jäähdytykseen tarkoituksenmukaisen sisälämpötilan saavuttamiseksi. Tämä koskee myös loma-asuntoja, jotka on tarkoitettu kokovuotiseen tai talviaikaiseen käyttöön.

Rakentamismääräyskokoelman osassa C3 määritetään rakennuksen vaipan lämmöneristyksien vaatimukset, vertailuarvot ja enimmäisarvot, joita käytetään rakennuksen lämpöhäviön laskennassa. C3:n mukaan vertailuarvot voivat kuitenkin ylittyä suunnitteluratkaisussa, kunhan pysytään annettujen enimmäisarvojen puitteissa ja kun toteutettavan rakennuksen laskettu lämpöhäviö on enintään yhtä suuri kuin määräykset täyttävän vertailurakennuksen lämpöhäviö. Rakennuksen vaipan lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin annetuilla vertailuarvoilla laskettu rakennuksen vaipan lämpöhäviö. Se voi kuitenkin olla vuoden 2007 määräysten mukaan 20 prosenttia ja vuoden 2010 määräysten mukaan 30 prosenttia suurempi kuin vertailuarvoilla laskettu vaipan lämpöhäviö, jos lämpöhäviön ylitys tasataan pienentämällä rakennuksen vuotoilman tai ilmanvaihdon lämpöhäviötä.

Rakentamismääräyskokoelman osassa D3 määritetään rakennuksen energiatehokkuusvaatimukset ja määritetään, miten laaditaan energiaselvitys. Energiaselvityksellä tasauslaskelmineen osoitetaan rakennuksen energiatehokkuuden vaatimustenmukaisuus.

Uusien määräysten tavoitteena on tiukentaa uudisrakentamista koskevia energiatehokkuusmäärittämiä siten, että rakentamisessa siirryttäisiin yhä enemmän kohti matalaenergiarakentamista. Ensimmäisessä ehdotelmassa uusiksi seinien lämmönläpäisykertoimien vertailuarvoiksi vuodelle 2010 on hirsitaloille samat vaatimukset kuin eristetyille taloille. Tämä aiheutti keskustelua siitä, ettei hirsitaloja voitaisi enää rakentaa ilman lisäeristystä. Jotta perinteinen hirsirakentami-

nen voitiin turvata, hirsiseinien vertailuarvosta tuli muita seinärakenteita lievempi. Hirsiseinien lämmönläpäisykertoimen U vaatimus on uudessa asetuksessa C3,  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ , kun se on muilla seinärakenteilla  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Hirsirakenteen keskimääräinen paksuus pitää olla asetuksen mukaan vähintään 180 mm, mutta tällä eikä muillakaan yleisesti tuotannossa olevilla hirsipaksuuksilla kyseistä  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$  arvoa ei saavuteta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laskea Kontiotuotteen valmistamille vuosien 2009 ja 2010 Kimara-hirsitalomallistojen talomalleille kyseisen vuoden vaatimusten mukaiset rakenteiden minimivaatimukset kokonaislämpöhäviölaskentaohjelmalla ja määrittää erilaisilla rakenteilla saavutettavat energialuokat vuonna 2009 Energiajuniori-ohjelmalla ja vuonna 2010 Dof-Energia-ohjelmalla. Tuloksista laaditaan taulukko, joka tulee kyseisiä Kimara-hirsitaloja myyvien talomyyjien käyttöön auttamaan myyjää ja talon ostajaa valitsemaan talonrakentajalle sopivimmat rakenteet ja laitteet, jotta talo saavuttaisi asetuksissa vaadittavat energiamääräykset ja rakentajan haluaman energialuokan.

Uusien vuoden 2010 määräysten voimaan astuminen sekä energian hintojen nousu on saanut rakentajat kiinnostumaan entistä enemmän energia-asioista. Osa vuoden 2010 rakentajista on hakenut rakennusluvan vuoden 2009 puolella, joten niihin lupahakemuksiin on sovellettu vuonna 2009 voimassa olleita määräyksiä ja vertailuarvoja.

Opinnäytetyötä aloitettaessa oli tarkoitus tehdä samat laskelmat myös Kimaran huvilamallistolle, mutta pian todettiin, että huvilamallit eivät täytä vakiorakentein kokovuotiseen käyttöön tarkoitettujen huviloiden lämmöneristysmääräyksiä. Huvilamallistosta päätettiin muokata myöhemmin kesäkäyttöön tarkoitettujen vakiomallien rinnalle parempia rakenteita käyttäen ns. kakkoskotien mallisto. Koska tämä vie aikaa, niiden laskelmat jätettiin tämän opinnäytetyön ulkopuolelle.

## 2 TARKASTELTAVA TALOMALLISTO

Opinnäytetyön tilaaja on Kontiotuote Oy. Se kuuluu osana PRT-Forest konserniin, joka on vahva pohjoissuomalainen yritys, jonka päätoimialoja ovat mekaaninen puu- ja rakennustarviketeollisuus sekä pientaloteollisuus. Konsernin tunnettuja tuotemerkkejä ovat Kontion lisäksi Jukka-talo ja Lappli-talot.

Kontiotuote Oy on aloittanut hirsirakennusten tuotannon yli 35 vuotta sitten Pudasjärvellä. Se on nykyisin maailman toiseksi suurin ja Suomessa johtava hirsirakennusten valmistaja markkinaosuuden ollessa Suomessa 21 prosenttia. Yhtiö tuottaa hirsirakennuksia noin 2000 kappaletta vuodessa Suomeen ja noin muuhun 15 maahan. Tärkeimmät viennin kohdemaat ovat Venäjä, Ukraina, Japani ja Ranska. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2009 48,91 miljoonaa euroa, josta viennin osuus oli 7,84 miljoonaa euroa. Henkilöstön määrä oli viime vuonna 259 henkilöä.

Kontion tuotantoon kuuluvat hirsihuvilat, hirsitalot, saunat ja piharakennukset sekä aitat. Kontiotuotteen raaka-aineena on pohjoisen tiukkasyinen puu. Kontiotuotteella on monipuolinen hirsivalikoima, joka käsittää neljä erikokoista pyöröhirttä, kaksi höylähirsikokoa sekä seitsemän erilaista lamellihirttä. Hirsirakennuksen saa myös sisä- tai ulkopuolelta lisäeristettynä mineraali- tai puukuitueristeellä. (Kontiotuote Oy.)

Kimara on Rautakesko Oy:n oma hirsirakennustuotemerkki, jonka toimittajana on toiminut vuodesta 1996 Kontiotuote Oy (Kimara). Suomalainen Rautakesko Oy on Pohjoismaiden sekä Baltian johtava rauta- ja sisustusyhtiö, jolla on yli 360 vähittäiskauppaa. Kimara-hirsirakennuksia myydään K-raudoissa ja Rautia-rautakaupoissa (Rautakesko).



## **3 ENERGIALASKELMAT**

### **3.1. Tasauslaskelma**

Rakennuslupaa haettaessa on osoitettava, että suunniteltu rakennus toteuttaa rakentamismääräysten vaatimukset. Ympäristöministeriön Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C3 sanotaan, että rakennuksen vaipan lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin asetuksen mukaisilla vertailuarvoilla laskettu rakennuksen vaipan lämpöhäviö. Rakennuksen lämpöhäviö on vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviö.

Vuoden 2007 rakentamismääräyksen C3 mukaan rakennuksen vaipan lämpöhäviö saa olla kuitenkin enintään 20 prosenttia suurempi kuin annetuilla vertailuarvoilla laskettu rakennuksen vaipan lämpöhäviö, jos lämpöhäviön ylitys tasataan parantamalla ilmanvaihtojärjestelmän poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta tai rakennuksen vaipan ilmanpitävyyttä. Vuoden 2010 rakentamismääräyksen C3 mukaan rakennuksen vaipan lämpöhäviö saa olla kuitenkin enintään 30 prosenttia suurempi kuin samana vuonna annetuilla vertailuarvoilla laskettu rakennuksen vaipan lämpöhäviö, jos lämpöhäviön ylitys tasataan pienentämällä rakennuksen vuotoilman tai ilmanvaihdon lämpöhäviötä.

Lämpöhäviön määräystenmukaisuus osoitetaan tasauslaskelmalla, joka tehdään erikseen lämpimille ja puolilämpimille tiloille (D3 2010, 10). Lämpimien tilojen lämpöhäviöiden pienentämisestä ei voi saada etua puolilämpimien tilojen lämpöhäviöiden tasauksessa.

Vuoden 2007 määräysten D3 mukaisesti matalaenergiarakennusta suunniteltaessa rakennuksen laskennallisen lämpöhäviön tulisi olla enintään 60 prosenttia rakennukselle määritetystä vuoden 2007 vertailulämpötilahäviöstä. Vuoden 2010 määräysten D3 mukaisesti lämpöhäviön tulisi olla enintään 85 prosenttia saman vuoden määritetystä vertailulämpöhäviöstä.

Jonkin osatekijän vertailu lämpöhäviötä suurempi lämpöhäviö edellyttää vähintään vastaavaa lämpöhäviön vähentämistä toisen osatekijän kohdalla.

Lämpöhäviöiden tasauskohteet ovat rakennusosien lämmönläpäisykertoimet (U-arvot), ikkunapinta-ala, ilmanvuotoluku ja vuotoilmavirta sekä lämmönvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde. Tasauslaskelman muut lähtö- ja laskentatiedot ovat vertailuratkaisussa ja suunnitteluratkaisussa samoja, eikä niitä voi käyttää lämpöhäviöiden tasauksessa. (D3 2007; D3 2010.)

Taulukossa 1 ovat vuoden 2007 Rakentamismääräyskokoelman C3 rakennuksen vaipan osien lämmönläpäisykertoimina U käytettävät vertailuarvot. Näitä vertailuarvoja käytetään lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rajoituksessa ulkoilmaan, lämmittämättömään tilaan tai maahan kun lasketaan rakennuksen lämpöhäviöiden vertailuarvo rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaisesti.

Taulukko 1 Vuoden 2007 lämpimän tilan rakennusosien lämmöneristyskertoimina U käytetyt vertailuarvot (Rakentamismääräyskokoelma C3 Rakennuksen lämmöneristys 2007)

<b>Rakennuksen vaipanosa</b>	<b>U-arvo</b>
seinä	0,24 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja, ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,15 W/m <sup>2</sup> K
ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,19 W/m <sup>2</sup> K
maata vastaan oleva rakennusosa	0,24 W/m <sup>2</sup> K
ikkuna, ovi	1,4 W/m <sup>2</sup> K
kattoikkuna	1,5 W/m <sup>2</sup> K

Vertailuhäviön laskennassa käytetään ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta 30 prosenttia, rakennuksen yhteenlasketun ikkunapinta-alan vertailuarvona 15 prosenttia kerrostasojen summasta ja ilmanvuotolukuna arvoa 4.

Taulukossa 2 ovat vuoden 2010 Rakentamismääräyskokoelman C3 rakennuksen vaipanosten lämmönläpäisykertoimina U käytettävät vertailuarvot. Näitä vertailuarvoja käytetään lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rajoituksessa ulkoilmaan, lämmittämättömään tilaan tai maahan kun lasketaan rakennuksen lämpöhäviöiden vertailuarvo rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaisesti.

Taulukko 2 Vuoden 2010 lämpimän tilan rakennusosien lämmöneristykertoimina U käytetyt vertailuarvot (Rakentamismääräyskokoelma C3 Rakennuksen lämmöneristys 2010)

<b>Rakennuksen vaipanosa</b>	<b>U-arvo</b>
seinä	0,17 W/m <sup>2</sup> K
hirsiseinä-hirsirakenteen keskimääräinen paksuus väh.180 mm	0,40 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuvat alapohja	0,09 W/m <sup>2</sup> K
ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,17 W/m <sup>2</sup> K
maata vastaan oleva rakennusosa	0,16 W/m <sup>2</sup> K
ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,0 W/m <sup>2</sup> K

Vertailuhäviön laskennassa käytetään ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteena arvoa 45 prosenttia, rakennuksen yhteenlasketun ikkunapinta-alan vertailuarvo on 15 prosenttia kerrostasoalojen summasta ja ilmanvuotoluku on arvo 4.

Vuoden 2010 vertailuarvoihin on tullut erillinen vertailuarvo hirsiseinälle ja hirsiseinä on määritetty tarkoittamaan seinää, jossa hirsirakenteen keskimääräinen paksuus on vähintään 180 mm (C3 2010).

### 3.2. Energiatodistus

Suomessa tuli voimaan vuoden 2008 alussa laki rakennuksen energiatodistuksesta. Laki perustuu Euroopan unionin rakennusten energiatehokkuutta koskevaan direktiiviin ja velvoittaa energiatodistusten käyttöönottoon. Niiden tarkoituksena on parantaa rakennusten energiatehokkuutta ja siten vähentää hiilidioksidipäästöjä. Energiatodistuksen avulla kuluttajat voivat vertailla eri rakennusten energiatehokkuutta. Vuoden 2008 alussa tulivat voimaan myös ympäristöministeriön asetukset rakennuksen energiatodistuksesta ja energiatehokkuuden laskentamenetelmästä. (Nyman & Saari 2008.)

Uudisrakennuksen energiatodistus perustuu aina laskennalliseen energiankulutukseen. Se kertoo rakennuksen energiatehokkuuden verrattuna muihin vastaaviin rakennuksiin. Rakennuksen energiatehokkuus ilmaistaan energiatehokkuusluvulla, joka saadaan jakamalla rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla. Se sisältää rakennuksen tarvitseman vuotuisen lämmitys-, sähkö-, ja mahdollisen jäähdytysenergianmäärän. (Nyman & Saari 2008.)

Energiatodistuksessa käytetään rakennustyyppikohtaisia energiatehokkuusluvun (ET-luku) luokitteluasteikkoja A - G sekä ET-luku ilmoitetaan myös numeroina (Nyman & Saari 2008). Opinnäytetyön rakennukset kuuluvat käyttötarkoituksen perusteella rakennustyyppiin ”pienet asuinrakennukset”.

Energiatodistukseen tarvittavat lähtöarvot ovat: pinta-alat, U-arvot (rakennusosien lämmönläpäisykertoimet), massiivisuus rakennuksen ominaisuuksien pohjalta, ilmanvuotoluku, vedenkulutus ja laitesähkönkulutus. Vertailusäätiötietoina käytetään aina säävyöhykettä III, eli Jyväskylää. (Nyman & Saari 2008.)

## 4 LASKELMIEN TOTEUTUS

### 4.1 Vuoden 2009 laskelmat

Talomallien laskelmat aloitettiin kokonaislämpöhäviölaskelmalla vuoden 2009 mallistolle. Laskelmissa käytettiin valmiita Kontiotuote Oy:n käyttämiä vakiorakenteita ja U-arvoja. Kontiotuote Oy:n suunnittelija laski talojen lämpöhäviölaskennassa tarvittavat koko- ja geometriatiedot, kuten rakennusosien pinta-alat sekä kuutiot, jotka syötettiin laskentapohjaan (Liite1,2). Laskennassa rakennuksista tarvittavia tietoja ovat kerrostasoala, lämmin huonetila, rakennuksen vaipan pinta-aloista ulkoseinien pinta-ala massiivihirsiseinät eriteltyinä, lisäeristetyt ulkoseinät, pystyrunkoiset ulkoseinät sekä mahdolliset kellarin ulkoseinät, yläpohjan pinta-ala, alapohjan pinta-alat ryömintätilaan rajoittuvana tai maanvastaisena, ikkunoiden ja ovien sekä mahdollisten kattoikkunoiden pinta-alat. Kimara-malliston taloissa oli vain lämpimiä tiloja, joten puolilämpimiä tiloja ei tarvinnut huomioida lainkaan.

Laskentapohjassa on vertailuarvoina ympäristöministeriön Suomen rakentamismääräyskokoelman C3 vuoden 2007 vertailuarvot ja laskenta-arvoina rakenteille käytettiin Kontiotuotteen antamia U-arvoja.

Taulukossa 3 ovat Kontiotuote Oy:n käyttämät lämmönläpäisykertoimet U Kontiotuotteen omille vakiorakenteille. Näitä vertailuarvoja on käytetty vuoden 2009 tasauslaskelmissa sekä energiatodistuksissa. U-arvoja käytetään lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rajoituksessa ulkoilmaan, lämmittämättömään tilaan tai maahan.

Taulukko 3 Kontiotuotteen vakiorakenteille laskelmissa käytettävät lämmöneristyskertoimet U

Rakennuksen vaipanosa	U-arvo
205 mm paksu lamellihirsiseinä tai 230 mm paksu lamellipyöröhirsiseinä	0,53 W/m <sup>2</sup> K
205 mm paksu lamellihirsiseinä tai 230 mm paksu pyöröhirsiseinä + 50 mm:n lisäeristys mineraalivillaa kalus- teseinille	0,33 W/m <sup>2</sup> K
180 mm paksu lamellihirsiseinä tai 210 mm paksu pyöröhirsiseinä	0,60 W/m <sup>2</sup> K
180 mm paksu lamellihirsiseinä tai 210 mm paksu pyöröhirsiseinä + 50 mm:n lisäeristys mineraalivillaa kalus- teseinille	0,35 W/m <sup>2</sup> K
95 mm paksu hirsiseinä, sisäpuolella 140 mm:n mineraalivillaeriste ja hirsipaneeli	0,22 W/m <sup>2</sup> K
pystyrunkoseinä eristettynä	0,20 W/m <sup>2</sup> K
kellarin seinä	0,25 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja, mineraalivillaa 350 mm	0,11 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja, mineraalivilla 400 mm	0,10 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja, mineraalivillaa 450 mm	0,09 W/m <sup>2</sup> K
alapohja, maanvarainen betonilaatta 50mm + 150 mm polystyreeni	0,13 W/m <sup>2</sup> K
alapohja, maanvarainen betonilaatta +koolattu puulattia 50 mm +150 mm polystyreeni + 125 mm mineraalivilla, kosteissa tiloissa 200 mm polystyreeni	0,11 W/m <sup>2</sup> K
alapohja, ryömintätila 300 mm mine- raalivilla	0,14 W/m <sup>2</sup> K
alapohja, ryömintätila 350 mm mine- raalivilla	0,12 W/m <sup>2</sup> K
ikkunat	1,19 W/m <sup>2</sup> K
ovet	1,10 W/m <sup>2</sup> K

Lämmöntalteenottolaitteen vuosihyötysuhteiden vaihtoehdot olivat 30, 39 ja 40 prosenttia. Lisäksi oli mahdollisuus käyttää ”lämpöpakettia” jolloin yläpohjaan lisätään 30 mm spu-levyä, ja jolloin ikkunoina käytetään energiaikkunoita 0,9 W/m<sup>2</sup>K sekä lämmöntalteenottolaitetta ILTOX100, jonka vuosihyötysuhde on 48 prosenttia. Ilmantiiviyslukuna käytetään arvoa 2.

Kokonaislämpöhäviölaskelma tehtiin kaikilla kolmella eri hirsiseinien lämmöneristyskertoimien U vaihtoehdoilla. Tutkittavista hirsiseinärakenteista liimatulla höylähirrellä, jonka koko on 205 mm x 220 mm sekä liimatulla pyöröhirrellä 230 mm on sama laskennallinen U-arvo 0,60 W/m<sup>2</sup>K. Vastaavasti liimatulla höylähirrellä 180 mm x 195 mm sekä massiivisella pyöröhirrellä 210 mm on U-arvo 0,54 W/m<sup>2</sup>K. Seinärakenteella jossa on massiivinen tai liimattu höylähirsi 95 mm x 170 mm sekä 140 mm:n lisäeristys ja hirsipaneeli sisäpuolella, laskennallinen U-arvo on 0,22 W/ m<sup>2</sup>K.

Ensimmäiseen laskelmaan valittiin ulkoseinäksi lamellihirsi 205 mm/pyöröhirsi 230 mm ja lattiaksi valittiin maanvarainen betonilaatta. Laskelmassa käytettiin yläpohjan vakioeristyksenä 350 mm:ä mineraalivillaa, ilmanvuotolukua 4 sekä lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta 30 prosenttia. Jos lämpöhäviölaskelma täytti määräykset, tarkasteltiin tilanne muilla kolmella lattia vaihtoehdoilla. Jos lämpöhäviölaskelma ei täyttänyt määräyksiä, ohjelma ilmoitti, että rakenteita piti parantaa. Tällöin Kontiotuotteen ohjeena oli parantaa ensin lämmöntalteenotto-laitteen vuosihyötysuhdetta, minkä jälkeen parannettiin yläpohjan eristeitä. Viimeisenä vaihtoehtona oli parantaa vaipan ilmanvuotolukua arvosta 4 arvoon 2.

Tätä sovellettiin kaikkien talomallien osalta kun tehtiin kolmen eri hirsiseinävaihtoehdon ja neljän eri lattiavaihtoehdon laskelmia. Ne lämpöhäviölaskelmat, joissa määräykset täyttyivät minimissään, tallennettiin ns. sallittujen rakenteiden taulukkoon. Tämän jälkeen parannettiin rakenteita ja tutkittiin lämpöhäviölaskelmaa hyödyntäen, täyttääkö talo minkään seinä- ja lattiarakenteen osalta matalaenergiatalon vaatimuksia.

Lämpöhäviölaskelman jälkeen laskettiin Energiajuniori 6.2 -ohjelmalla rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi) ja energiatehokkuusluokka (ET-luokka, A - G) erilaisilla rakenneyhdistelmillä.

Ohjelmaan (Liite 3) syötettiin kohdetietoina hirsitalon asuntopinta-ala (huoneistoala, as<sup>m</sup>), bruttopinta-ala (brm<sup>2</sup>), rakennustilavuus (rm<sup>3</sup>), lämmin ilmatilavuus

( $\text{m}^3$ ) sekä asukasmäärä (huoneiden lukumäärä+1, hlö). Lasketuissa talomalleissa ei ollut puolilämpimiä tiloja. Ohjelmaan syötettiin seuraavat rakenteiden neliömäärät ja U-arvot: ulkoseinät eriteltyinä massiivihirsi-, lisäeristys-, pystyrunko- sekä kellariseinät, ala-pohjat eriteltyinä maanvarainen lattia ja ryömintätillinen alapohja, yläpohja, ikkunat sekä ovet. Ohjelmassa oli oletuksena, että ikkunoista oli 25 % suunnattuna kaakko-etelä-lounaaseen, 25 % länteen, 25 % itään sekä 25 % luode-pohjoinen-kolliseen, koska rakennuksen todellista rakennuspaikkaa ei tiedetty. Seuraavana arvona syötettiin ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde (%) sekä kohteen ilmanvuotoluku (1/h). Oletusarvoina käytettiin kaikissa taloissa IV-järjestelmän ominaissähkötehona  $2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . Tämä SFP-luku varmistetaan yleensä LVIS-suunnittelun yhteydessä. Rakennuksen ilmanvaihtokertoimena käytettiin vakioarvoa  $0,50 \text{ 1/h}$ .

Jos Energiajuniori-ohjelmalla saavutettiin lämpöhäviölaskelman minimirakenteilla huonompi energialuokka kuin D, parannettiin rakenteita niin, että saavutettiin D-luokka. Tämä uusi lämpöhäviölaskelma tallennettiin kyseisen talon minimiarvoksi ja näillä arvoilla laskettiin kyseisen talomallin energiatodistus. Liitteessä 4 ja 5 on Kimara K 112-talon energiatodistus laskettuna LH205x220 hirrellä ja maanvaraisella betonilaattalattialla .

#### **4.2 Vuoden 2010 laskelmat**

Vuoden 2010 talomalleille laskettiin myös ensin lämpöhäviölaskelmat. Laskentapohjassa oli vertailuarvona uudet vuonna 2010 vaadittavat rakennuksen vai-panosien lämmönläpäisykertoimet ympäristöministeriön määräyksestä C3 vuodelta 2010. Kontiotuotteen vakiorakenteita oli parannettu, mutta massiivihirsi-seinärakenteet olivat ennallaan. Kontiotuote Oy antoi omille rakenteilleen laskelmissa käytettävät U-arvot.

Taulukossa 4 ovat Kontiotuote Oy:n käyttämät lämmönläpäisykertoimet U Kontiotuotteen omille vakiorakenteille vuonna 2010. Näitä vertailuarvoja on käytetty vuoden 2010 tasauslaskelmissa sekä energiatodistuksissa. U-arvoja käytetään



lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rajoituksessa ulkoilmaan, lämmittämättömään tilaan tai maahan.

Taulukko 4 Kontiotuotteen vakiorakenteille laskelmissa käytettävät lämmönertyskertoimet U vuonna 2010

Rakennuksen vaipanosa	U-arvo
205 mm paksu lamellihirsiseinä tai 230 mm paksu pyöröhirsiseinä	0,53 W/m <sup>2</sup> K
205 mm paksu lamellihirsiseinä tai 230 mm paksu pyöröhirsiseinä + 50 mm:n lisäeristys mineraalivillalla kalusteseinille	0,33 W/m <sup>2</sup> K
180 mm paksu lamellihirsiseinä tai 210 mm paksu pyöröhirsiseinä	0,60 W/m <sup>2</sup> K
180 mm paksu lamellihirsiseinä tai 210 mm paksu pyöröhirsiseinä + 50 mm:n lisäeristys mineraalivillallakalusteseinille	0,35 W/m <sup>2</sup> K
95 mm paksu hirsiseinä, sisäpuolella 190 mm:n mineraalivillaeriste ja hirsipaneeli	0,18 W/m <sup>2</sup> K
pystyrunkoseinä	0,17 W/m <sup>2</sup> K
kellarin seinä	0,16 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja, mineraalivilla 400 mm	0,10 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja mineraalivilla 450 mm	0,09 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja mineraalivilla 450 mm + SPU-levy 30 mm	0,08 W/m <sup>2</sup> K
alapohja maanvarainen betonilaatta 200 mm + 50 mm polystyreeni	0,11 W/m <sup>2</sup> K
koolattu maanvarainen puulattia 50 mm + 150 mm polystyreeni + 125 mm mineraalivilla, kosteissa tiloissa 200 mm polystyreeni	0,09 W/m <sup>2</sup> K
alapohja, ryömintätila 300 mm mineraalivilla	0,14 W/m <sup>2</sup> K
alapohja, ryömintätila 350 mm, mineraalivilla	0,12 W/m <sup>2</sup> K
ikkunat	0,95 W/m <sup>2</sup> K
ovet	1,10 W/m <sup>2</sup> K

Laskelmissa käytetyt ilmanvaihtokoneiden vuosihyötysuhteet olivat 50, 60 ja 70 prosenttia. Lisäksi oli mahdollisuus käyttää Kontiotuotteen tiivistyspakettia, jolloin ilmantiiviyslukuna käytetään arvoa 2.

Vuoden 2010 laskelmissa lisäeristetyin hirsiseinän seinän vertailuarvo on 0,18 W/m<sup>2</sup>K, ja sitä verrataan normaaliin eristettyyn seinään, jonka vertailuarvo on 0,17 W/m<sup>2</sup>K, kun taas hirsiseinien vertailuarvo on 0,40 W/m<sup>2</sup>K.

Tasauslaskenta suoritettiin syöttämällä rakennusten pinta-ala- ja tilavuustiedot uuteen laskentapohjaan (Liite 7,8), jossa oli vertailuarvoina uudet vuoden 2010 U-arvot. Laskenta suoritettiin etsimällä ne minimirakenteet, joilla talo täyttää määräykset sekä tutkimalla jokaisen talomallin mahdollinen matalaenergiavaihtoehto. Saadut tulokset siirrettiin uuteen vuoden 2010 taulukkoon.

Energialuokat tutkittiin Dof-Energia-ohjelmalla, johon syötettiin laskettavan rakennuksen koko- ja geometriatiedot sekä U-arvot (Liite 9). Ohjelmaan syötettävät tiedot rakennuksista olivat: ulkoseinät eriteltyinä massiivihirsi-, lisäeristys-, pystyrunko- sekä kellariseinät, ala-pohjat eriteltyinä maanvarainen lattia ja ryömintätilallinen alapohja, yläpohja, ikkunat sekä ovet. Ohjelmassa oli oletuksena, että ikkunoista oli 25 % suunnattuna kaakko-etelä-lounaaseen, 25 % länteen, 25 % itään sekä 25 % luode-pohjoinen-kolliseen, koska rakennuksen todellista rakennuspaikkaa ei tiedetty.

Seuraavana arvona syötettiin ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde (%) sekä kohteen ilmanvuotoluku (1/h). Oletusarvoina käytettiin kaikissa taloissa IV-järjestelmän ominaissähkötehona 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s). Tämä SFP-luku varmistetaan yleensä LVIS-suunnittelun yhteydessä. Rakennuksen ilmanvaihtokertoimena käytettiin vakioarvoa 0,50 1/h.

Vuoden 2010 Kimara-talomallien vakiorakenteita on parannettu, ja kaikki tasauslaskelmissa määräykset täyttäneet rakenneyhdistelmät saavuttivat energiatodistuksissa vähintään D-luokan. Liiteessä 10 ja 11 on Kimara K112-talon energiatodistus laskettuna LH205x220 hirrellä ja maanvaraisella betonilaattalattialla vuoden 2010 arvoilla.

### 4.3 Sallittujen rakenteiden taulukko

Tasauslaskelmien ja energialaskelmien tulokset syötettiin taulukkoon, jota työn tilaaja Kontiotuote Oy kutsuu sallittujen rakenteiden taulukoksi. Taulukkopohja saatiin Kontiotuotteelta, jolla se on käytössä oman hirsitalomallistonsa arvoilla.

Taulukkoon syötettiin talomallin nimi, esimerkiksi Kimara K 112 ja mahdollinen tyyppi A, B tai C, jos talosta on erilaisia versioita. Seuraavaan ulkoseinärakenne sarakkeeseen laitettiin hirsikoko. Hirsikoot ryhmiteltiin kolmeen seinän lämmönläpäisykertoimen U mukaan. Neljännessä sarakkeessa oli valmiina energialuokat A, B, C ja D sekä määräysten minimitaso ja matalaenergiaratkaisu. Taulukon yläosassa oli energialuokkien jälkeen valmiina rakenneosat: neljä erilaista alapohjavaihtoehtoa; a) maanvarainen betonilaatta, b) koolattu maanvarainen betonilaatta, c) tuulettuva alapohja pienemmällä eristemäärällä ja d) tuulettuva alapohja suuremmalla eristemäärällä. Edellä mainittujen lisäksi taulukossa on kolme erilaista yläpohjavaihtoehtoa, vaihtoehtona kolme erilaista lämmöntalteenottolaitetta vuosihyötysuhteineen, lämpöpaketti vuonna 2009 ja tiivistyspaketti vuonna 2010. Viimeisessä sarakkeessa on mainittu huomautukset.

Jos laskelmissa käytettiin vuoden 2009 lämpöpakettia, talon tiiviyslukuna käytettiin arvoa 2, energiaikkunoita, joiden U-arvo on  $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ilmanvaihtokoneita, jonka vuosihyötysuhde on 48 prosenttia ja yläpohjaeristykseen lisättiin 30 mm:n SPU-levyä. Jos vuonna 2010 taloon valittiin tiivistyspaketti, laskelmissa käytettiin ilmantiiveyslukuna arvoa 2.

Lämpöhäviölaskelma laskettiin ensin lattiavaihtoehdolla a, joka on maanvarainen betonilaatta. Tämän alapohjasarakkeen kohdalle merkittiin a-kirjain minimiriville ja a-kirjain samalle riville siihen yläpohjan ja ilmanvaihtokoneen kohdalle, jota käytettäessä laskelma täytti määräykset minimissään. Jos laskelmassa tarvittiin tiivistyspakettia, laitettiin a-kirjan myös siihen sarakkeeseen. Näin käytiin läpi laskelmat muillakin erilaisilla alapohjavaihtoehdoilla ja merkittiin b, kun käytettiin koolattua maanvaraista alapohjarakennetta sekä c tai d käytettäessä erilaista tuulettuvaa alapohjaa.

Kun oli tutkittu, millä rakenteilla kyseinen talo täyttää määräykset minimissään eri lattia vaihtoehdoilla, tutkittiin täyttikö talomalli matalaenergiatalon määräykset. Tämä laskelma tehtiin myös lämpöhäviölaskelmalla. Jos matalaenergiatalon määräykset täytyivät, laitettiin taulukkoon lattiavaihtoehtoa kuvaava kirjain niiden rakenteiden sarakkeisiin, joita kyseissä laskelmassa tarvittiin.

Seuraavaksi laskettiin saavutettavat energialuokat, ja ne merkittiin taulukkoon. Vuoden 2009 laskelmissa käytettiin Energiajuniori-ohjelmaa ja vuoden 2010 laskelmissa Dof-Energia ohjelmaa. Laskelmat aloitettiin lattiavaihtoehdosta a, ja merkittiin a sille riville, mihin energialuokkaan kyseisellä lattialla päästiin ja mitä yläpohjarakennetta ja lämmöntalteenottolaitetta tarvittiin, jotta kyseinen energialuokka saavutettiin. Jos koolatulla maanvaraisella lattialla ei saavutettu parempia arvoja kuin ilman koolausta, jätettiin lattiavaihtoehdon b merkinnät tekemättä taulukkoon. Samoin meneteltiin tuulettuvan alapohjan kanssa. Jos paremmalla alapohjan eristeellä ei saavutettu parempaa energialuokkaa, sitä ei merkitty taulukkoon.

Huomautettavaa riville merkattiin erilaisia huomioitavia asioita, esimerkiksi jos laskelmissa oli käytetty parempia ikkunoita tai ulkoseinää oli koolattu ja lisäeristetty kalusteiden takaseiniltä.

Näin merkattiin kaikille hirsitalomalleille saadut arvot sallittujen rakenteiden taulukkoon kolmen erilaisen hirsivaihtoehdon ja neljän erilaisen lattiavaihtoehdon yhdistelminä. Molemmille vuosille tehtiin omat taulukot. Lämpöhäviölaskelmien pohjat talletettiin talotyypeittäin kansioihin sähköisessä muodossa minimirakenteista sekä matalaenergiaratkaisuihin. Energialuokkalaskelmista talletettiin samaisiin kansioihin vain yksi laskentapohja. Talletettuja laskelmia on noin 1100 kappaletta. Liitteessä 6 ja 12 on vuoden 2009 ja 2010 sallittujen rakenteiden taulukosta Kimara K112-talomallin lasketut arvot.

## 5 PÄÄTELMÄT

Vuoden 2010 alusta voimaan tulleet ympäristöministeriön uudet asetukset rakentamisen lämmöneristyksestä sekä rakennusten energiatehokkuudesta aiheuttivat ennakkoon keskustelua hirsirakentamisen piirissä. Monella taholla pohdittiin, voiko hirsitaloja ja ympärivuotiseen käyttöön tulevia huviloita enää rakentaa massiivihirsiseinäisenä ilman lisäeristystä. Perinteinen hirsirakentaminen haluttiin kuitenkin turvata, ja hirsiseinien lämmöneristysvaatimuksesta tuli muita seinärakenteita lievempi, mikä mahdollistaa hirsitalojen rakentamisen myös jatkossa.

Tässä opinnäytetyössä käy ilmi, että vuonna 2010 voimaan astuneiden kiristyneiden energiamääräysten jälkeenkin on mahdollista rakentaa hirsitalonhirsitaloja pelkällä massiivihirsiseinällä ilman lisäeristystä. Rakennukset täyttävät tasauslaskelmien lämpöhäviön määräystenmukaisuuden. Laskelmat osoittavat myös, että hirsitalosta voidaan lisäeristämällä rakentaa jopa matalaenergiataloja.

Tasauslaskelmissa vuoden 2009 hirsiseinän vertailuarvo muuttui U-arvosta 0,24 W/m<sup>2</sup>K vuoden 2010 U-arvoon 0,40 W/m<sup>2</sup>K, joten eristämättömän hirsiseinän vertailuarvo suureni, mistä on etua hirsirakentamiselle. Tämän vuoksi voidaan edelleen rakentaa hirsitaloja ilman lisäeristettä jopa 180 mm:ä paksusta hirrestä, jos vain muut rakenteet ovat riittävän hyvät kompensoimaan hirsiseinän U-arvoa. Lisäeristetyn seinän vertailuarvo puolestaan pieneni arvosta 0,24 W/m<sup>2</sup>K arvoon 0,17 W/m<sup>2</sup>K, joten Kontiotuotteella päädyttiin lisäämään lisäeristeen vaatiomääräksi 190 mm entisen 140 mm:n sijasta.

Vastaavasti muiden vaipanosiin lämmöneristyskertoimien pienentäminen ja lämmöntalteenottolaitteen vuosihyötysuhteen vaatimusten tiukentaminen 30 prosentista 45 prosenttiin, hankaloittaa kompensaation tekemistä.

Opinnäytetyön laskelmissa myös ilmantiiviysluvun parantaminen neljästä kahdeksaan antaa joissain tapauksissa huomattavaa etua parempaan energialuokkaan

pääsemiseksi. Tämä oli jopa välttämätöntä, jotta joillakin talomalleilla ja hirsi-vaihtoehtoilla pystyy talon rakentamaan. Kontiotuotteen ohjeistus oli, että tiiveyden parantaminen on viimeinen vaihtoehto parantaa energialuokkaa. Kontiotuotteella on jo monia valmiiksi rakennettuja taloja, joiden ilmanvuotoluku on mitattu, mikä osoittaa, että hirsitalosta voi huolellisella rakentamisella tehdä tiiviin. Tämä tuo myös samalla lisää kustannuksia rakentajalle, koska tiiviyspaketin myynnin lisäksi kaikki parempaa tiiviysarvoa käyttävät talot myös mitataan talon valmistuttua.

Jatkossa on edelleen pohdittava ja laskettava, millä rakenteilla hirsitalon rakentaja edullisemmin saavuttaa paremmat energia-arvot rakennukselleen pienimmällä työn ja lisähinnan panostuksella. Talomalliston suunnittelussa luodaan jo edellytykset pienempään energiankulutukseen ja parempien energialuokkien saavuttamiseen.

Kontiotuote Oy:n valmistamat Kimara loma-asunnot jäävät tällä kertaa laskelmi- en ulkopuolelle, koska ne eivät vakiorakentein täytä ympärivuotisen loma-asunnon vaatimuksia, jotka ovat samat kuin omakotitaloilla. Kimarahuvilamalliston suurimpien mallien rakenteita on aloitettu parantaa, jotta kesäkäyttöön soveltuvan malliston rinnalle saadaan myös ympärivuotiseen käyttöön soveltuva mallisto.

Vuoden 2010 määräysten astuessa voimaan suurimmat rakenteelliset muutokset tapahtuvatkin loma-asunnoissa. Kimara-malliston huvilamallit on perinteisesti suunniteltu niin, että päätykolmio on hirsirakenteinen ja huvilassa sisällä ulkokattoa myötäilevä vino sisäkatto. Omakotitalomallistossa suurin osa malleista on tasakertaan asti hirttä ja päällä kattoristikot päällä, jolloin yläpohjaan on helpompi lisätä eristettä ja päätykolmion massiivihirsiseinää on vähemmän. Yläpohjassa on kattoristikkomallisissa taloissa enemmän tilaa asentaa myös ilmanvaihtoputkistot kuin sellaisissa taloissa, joissa yläpohja on lapepalkkirakenteinen.

Kimara-taloille lasketut arvot ja energialuokat ovat vain suuntaa antavia, koska talo täytyy lupakuvien valmistuttua laskea uudelleen ottaen huomioon raken-

nuksen todelliset ilmansuunnat sekä rakenteiden koko- ja geometriamäärät. Mahdolliset muutokset vakiomalleihin tuottavat hankaluuksia hirsitalon tarjousvaiheessa, koska taloa ei ole vielä suunniteltu, joten valmiita pinta-alatietoja ei vielä ole. Tasauslaskenta tehdään vasta lupakuvien valmistuttua, jolloin ehkä vielä joudutaan jotain rakennetta parantamaan.

Hirsitalon rakentaja ei ehkä ensisijaisesti hae taloltaan vähäistä energiankulutusta, vaan muita arvoja, kuten luonnonmukaisia ekologisia rakennusmateriaaleja, hyvää sisäilman laatua ja talon miellyttävää ulkonäköä.

Tulevaisuuden haaste onkin, miten hirsirakennuksista kehitetään vähemmän energiaa kuluttavampia heikentämättä niiden alkuperäisiä hyviä arvoja ja ulkonäköä. Puun hinnankorotus tulee ohjaamaan sitä, voidaanko hirren paksuutta lisätä, vai pitääkö muita rakenteita kehittää paremmiksi. Malliston hyvällä suunnittelulla voidaan pyrkiä näyttäviin, mutta samalla vähemmän energiaa kuluttavien taloihin ja näin ohjata rakentajia valitsemaan energiatasuisia talomalleja.

Tulevaisuuden rakennusmääräyksissä tullaan ehkä huomioimaan elinkaariajattelua, joka suosisi hirsirakentamisesta. Hirsitalon valmistaminen tuottaa enemmän energiaa kuin mitä sen valmistukseen kuluu, joten fossiilisten polttoaineiden kulutus pienenee. Hirsiseinään myös varastoituu hiiltä, joten hirsiseinän lämmönläpäisykerrointa voitaisiin kompensoida hiilinielun avulla.

Hirsitalojen tasauslaskenta on haastavaa, koska massiivihirsisen seinän U-arvo ei täytä vertailuarvoa. Hirsitaloja rakennetaan useilla erilaisilla hirsiseinävaihtoehtoilla, joilla on erilaiset U-arvot, eikä ole yhtä ainuttakaan vakiintunutta seinärakennetta, jota käytetään kuten monilla elementtitalojen valmistajilla. Hirsitaloissa on myös perinteisesti käytetty monia erilaisia alapohjarakenteita, joten näistä tulee useita erilaisia laskettavia rakenneyhdistelmiä.

Opinnäytetyön tekeminen on ollut itselleni erittäin opettavaista joutuessani tutustumaan uusiin vuoden 2010 energiamääräyksiin, tasauslaskentaan sekä energiatodistuksien tekemiseen. Opinnäytetyön lopputuloksena saatu sallittujen

rakenteiden taulukko tulee olemaan apuna omassa työssäni myydessäni hirsitaloja asiakkailleni.



## LÄHTEET

C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen lämmöneristys. Määräykset 2007. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen lämmöneristyksestä.

C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010. Ympäristöministeriön asetus rakennusten lämmöneristyksestä.

D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2007. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta.

D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2010. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta.

Nyman, M. & Saari, M. 2008. Energiatodistusopas 2007. Ympäristöministeriö.

Rakentamismääräykset ohjaavat energiatehokkuuteen. 2009. Ympäristöministeriön opas

<http://www.kontiotuote.fi> (Luettu 30.4.2010)

<http://www.kimara.fi> (Luettu 30.4.2010)

<http://www.rautakesko.com> (Luettu 30.4.2010)

## **LIITTEET**

Liite 1 Tasauslaskelma 2009

Liite 2 Tasauslaskelman tarkistuslista 2009

Liite 3 Energiajunior, kohdetiedot

Liite 4 Energiatodistuksen lähtötiedot 2009

Liite 5 Energiatodistus 2009

Liite 6 Sallitut rakenteet 2009, Kimara K112

Liite 7 Tasauslaskelma 2010


Liite 8 Tasauslaskelman tarkistuslista 2010


Liite 9 Dof-Energia, kohdetiedot

Liite 10 Energiatodistuksen lähtötiedot 2010

Liite 11 Energiatodistus 2010

Liite 12 Sallitut rakenteet 2010, Kimara K 112

Lähtötiedot							 <b>KONTIO</b> Ranuantie 224, 93100 Pudasjärvi puh. 020 770 7400	
Asiakas:	LH205, MV-laatta							
Malli:	Kimara 112							
Kerrostasoa	122,2	m <sup>2</sup> Lämmin huonetila,m <sup>3</sup>	294,9					
Vertailuikkunapinta-ala	18,3	(=15 % kerrostasoaalasta)						
Rakennuksen vaippa							Lämpöhäviöiden tasaus	
Rakennusosa	Pinta-alat, m <sup>2</sup> [A]		U-arvot, W/m <sup>2</sup> K [U]			Ominaislämpöhäviö, W/K [H <sub>om</sub> =AxU]		
LÄMPIMÄT TILAT	VERTAILU	ASIAKAS	VERTAILU	max	ASIAKAS	VERTAILU	ASIAKAS	
<b>ULKOSEINÄ 1</b>								
US1 Hirsiseinä		99,8	0,24	0,60	0,53			
<b>ULKOSEINÄ 1-lisäeristetty</b>								
US11 Hirsiseinä+lisäeristys		11,3	0,24	0,60	0,33			
<b>ULKOSEINÄ 2</b>								
US4 Pystyrunkoseinä		6,7	0,24	0,60	0,19			
<b>ULKOSEINÄ 3</b>								
US5 Kellarin ulkoseinä		0,0	0,24	0,60	0,25			
<b>ULKOSEINÄ KESKIMÄÄRIN</b>	115,1	117,8	0,24	0,60	0,49	27,6	57,9	
<b>YLÄPOHJA</b>								
YP1m Kattotuolit (min.villa 350 mm)	113,2	113,2	0,15	0,60	0,11	17,0	12,5	
<b>ALAPOHJA</b>								
AP3 ryömintätilaan rajoittuva	0,0	0,0	0,19	0,60	0,14	0,0	0,0	
AP1 maanvastainen	111,7	111,7	0,24	0,60	0,14	26,8	15,6	
<b>IKKUNAT</b>	18,3	15,6	1,40	1,80	1,19	25,7	18,5	
<b>OVET</b>	5,9	5,9	1,40	-	1,10	8,2	6,5	
<b>KATTOIKKUNAT</b>	0,0	0,0	1,50	1,80	1,50	0,0	0,0	
<b>LÄMPIMÄT TILAT YHTEENSÄ</b>	364,2	364,2	ero		1,05	105,3	111,0	
<b>PUOLILÄMPIMÄT TILAT</b>								
Hirsiseinä		0,0	0,38	0,60	0,60			
Pystyrunkoseinä		0,0	0,38	0,60	0,20			
<b>ULKOSEINÄ KESKIMÄÄRIN</b>	0,0	0,0	0,38	0,60	0,00	0,0	0,0	
<b>YLÄPOHJA</b>	0,0	0,0	0,28	0,60	0,11	0,0	0,0	
ALAPOHJA,ryömintätilaan rajoittuva	0,0	0,0	0,28	0,60	0,14	0,0	0,0	
ALAPOHJA, maanvastainen	0,0	0,0	0,34	0,60	0,15	0,0	0,0	
Muu maanvastainen rakennusosa	0,0	0,0	0,34	0,60	0,15	0,0	0,0	
<b>IKKUNAT</b>	0,0	0,0	1,80	2,80	1,19	0,0	0,0	
<b>OVET</b>	0,0	0,0	1,80	-	1,10	0,0	0,0	
<b>KATTOIKKUNAT</b>	0,0	0,0	1,80	2,80	1,10	0,0	0,0	
<b>PUOLILÄMPIMÄT TILAT YHTEENSÄ</b>	0,0	0,0	ero			0,0	0,0	
	Vaipan ilmanvuotoluku, [n <sub>50</sub> ]	Vuotoilmavirta, m <sup>3</sup> /s [qv,v=n <sub>50</sub> /25*V/3600]			Ominaislämpöhäviö, W/K [H <sub>vuotoilma</sub> =1200xqv,v]			
<b>VAIPAN ILMAVUODOT</b>	vertailu- arvo	u- arvo	vertailu- arvo	suunnittelu- arvo	vertailu- arvo	suunnittelu- arvo		
Vuotoilma								
Lämpimät tilat	4,0	4,0	0,0131	0,0131	15,7	15,7		
Puolilämpimät tilat	4,0							
<b>Rakennuksen ilmanvaihto</b>	Huoneistoala m <sup>2</sup>	IV-kone	Kohteen siiainti					
	100-150	ILTO 430/440	Itä-Suomen ja Oulun lääni					
	Poistoilmavirta	LTO :n vuosihyötysuhde	Ominaislämpöhäviö, W/K					

<b>Lähtötiedot</b>		 Ranuantie 224, 93100 Pudasjärvi puh. 020 770 7400					
Asiakas:	LH205, MV-laatta						
Malli:	Kimara 112						
<b>Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista</b>							
<b>Pinta-alat (osa C3)</b>							
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta	<table border="1"><tr><td>kyllä</td><td>ei</td></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x			
kyllä	ei						
x							
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa							
- lämpimissä tiloissa	<table border="1"><tr><td>x</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	x					
x							
- puolilämpimissä tiloissa	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>						
<b>Rakennusosien U-arvot ja vaipan lämpöhäviö (osa C3)</b>							
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuria	<table border="1"><tr><td>kyllä</td><td>ei</td></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x		Enimmäis-	Toteutunut
kyllä	ei						
x							
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,2		arvo	arvo				
- lämpimissä tiloissa 1,2	<table border="1"><tr><td>x</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	x				1,2	1,05
x							
- puolilämpimissä tiloissa 1,2	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>					1,2	
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (D3)</b>							
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<table border="1"><tr><td>kyllä</td><td>ei</td></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x		Vertailu-	Suunnittelu-
kyllä	ei						
x							
- lämpimissä tiloissa		arvo	arvo				
- puolilämpimissä tiloissa	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>					165,5	158,7
<b>Tarkistuslistan yhteenveto</b>							
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	<table border="1"><tr><td>kyllä</td><td>ei</td></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x			
kyllä	ei						
x							
<b>Lisäselvitykset</b>							
<b>Rakennuksen vuotoilma (osa D3)</b>							
Jos lämpöhäviölaskelmissa vaipan ilmanvuotoluvun n50 suunnitteluarvo on alle 4 l/h, ilmanpitävyydestä on esitettävä lisäselvitys							
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)</b>							
Jos lämpöhäviölaskelmissa LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluarvo on suurempi kuin 30 %, vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys							
<b>Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso</b>							
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 60 % ominaislämpöhäviöstä	<table border="1"><tr><td>kyllä</td><td>ei</td></tr><tr><td></td><td>x</td></tr></table>	kyllä	ei		x	60 % vertailu-	Suunnittelu-
kyllä	ei						
	x						
- lämpimissä tiloissa		arvo	arvo				
- puolilämpimissä tiloissa	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>					99,3	158,7
Suunnitteluratkaisu vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa	<table border="1"><tr><td></td><td>x</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>		x				
	x						

## KOHDETIEDOT

[Takaisin etusivulle](#)[Energiatodistus](#)

Tässä lomakkeessa esitetään kohteesta riippuvat tiedot, joilla on vaikutusta lämmitysenergian kulutukseen. (Muuta tämän sivun tiedot vastaamaan omaa taloasi)

Kohteen nimi	LH205 MV-laatta		
Sijaintipaikkakunta, säävyöhyke ks D5, liite1	Jyväskylä	Vyöhyke -->	3 (1...4)
Rakennustunnus ja -vuosi			2009
Todistuksen antaja ja päivämäärä			

	Yks	Määrä
Asuntopinta-ala (huoneistoala)	asm <sup>2</sup>	111,4
Bruttopinta-ala (lämpimät ja puolilämpimät tilat)	brm <sup>2</sup>	122,2
Rakennustilavuus (lämpimät ja puolilämpimät tilat)	rm <sup>3</sup>	430,1
Lämmin ilmatilavuus (lämpimät ja puolilämpimät tilat)	rm <sup>3</sup>	294,4
Asukasmäärä (makuuhuoneiden lukumäärä + 1)	hlö	4

## Rakenteet

	Yks	Määrä	u-arvo
Ulkoseinän pinta-ala, US 1	m <sup>2</sup>	117,8	0,49
Ulkoseinän pinta-ala, US 2	m <sup>2</sup>		
Alapohjan pinta-ala, AP 1, maanvarainen	m <sup>2</sup>	111,7	0,14
Alapohjan pinta-ala, AP 2 /ryömintatila	m <sup>2</sup>	0	0
Yläpohjan pinta-ala, YP 1	m <sup>2</sup>	113,2	0,11
Yläpohjan pinta-ala, YP 2	m <sup>2</sup>		
Ikkunoiden pinta-ala, IKK 1	m <sup>2</sup>	15,6	1,19
Ikkunoiden pinta-ala, IKK 2	m <sup>2</sup>		
Ulko-ovien pinta-ala, UO 1	m <sup>2</sup>	5,9	1,1
Ulko-ovien pinta-ala, UO 2	m <sup>2</sup>		

U-arvo vaatimus*
0,24
0,24
0,24
0,19
0,15
0,15
1,4
1,4

HUOM

maanvaraisen alapohjan u-arvossa ei oteta maan lämmönvastusta huomioon

\*1.12008 alkaen

## Ikkunoiden suuntaus

	Yks	Määrä
kaakko-etelä-lounas	%	25
Länsi	%	25
Itä	%	25
luode-pohjoinen-koillinen	%	25

	Yks	ilmoitus
Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	%	51,9
IV-järjestelmän ominaissähköteho (SFP)*	kW/(m <sup>3</sup> /s)	2,5
Kohteessa mitattu ilmapuotoluku	1/h	4,00
Rakennuksen ilmanvaihtokerroin	1/h	0,50

Tyyd 2,5 /Hyvä 2,0 / Erinom 1,5

Vertailu tason arvo

30

4,0

\* SFP-luku varmistetaan LVIS-suunnittelun yhteydessä

## ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

## Rakennuksen laajuustiedot

Bruttoala	122,2	brm <sup>2</sup>		
Rakennustilavuus	430,1	rak-m <sup>3</sup>	Ilmatilavuus	294,4 m <sup>3</sup>
Huoneistoala	111,4	hum <sup>2</sup>	Henkilömäärä	4

## Rakenteet

Rakennusosat	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K
Ulkoseinät	117,8	0,49
	0	0
Alapohja	111,7	0,14
	0	0
Yläpohja	113,2	0,11
	0	0
Ovet	5,9	1,1
	0	0
Ikkunat	15,6	
Pohjoiseen (%)	25	1,19
Itään (%)	25	1,19
Etelään (%)	25	1,19
Länteen (%)	25	1,19

Tehollinen lämpökapasiteetti  $C_{rak\ omin} = Wh/brm^2 K$

## Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku $n_{50}$	4,00	1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta ( LVI-suunnittelija ilmoittaa)		dm <sup>3</sup> /s, m <sup>2</sup>
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	51,9	%

## Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	55,7	m <sup>3</sup> /vuosi
Huoneistokohtainen kulutusmittaus ja -laskutus	Kyllä	
	Ei	

## Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	Sisältää käyttöveden lämmityksen	
	Kyllä	
	Ei	
Lämmönjakotapa		
Lämmönvaraajat		
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo	Kyllä	Ei
Kiertojohdtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita		

## Energiatohokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	21906	kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	6110	kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus (LVI-suunnittelija ilmoittaa)		kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä ( ilman jäähdytysenergiaa)	28016	kWh/vuosi
Rakennuksen energiatohokkuusluku	229	kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi

# ENERGIATODISTUS

(VTTenergiajunior 6\_2\_ kehitysversio 6.2.08)

## Rakennus

Rakennustyyppi  
Osoite

Omakotitalo

Valmistumisvuosi

2009

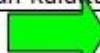






Rakennustunnus

Asuntojen lkm

1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
-150	<b>A</b> 	-
151-170	<b>B</b> 	-
171-190	<b>C</b> 	-
191-230	<b>D</b> 	<b>D</b>
231-270	<b>E</b> 	-
271-320	<b>F</b> 	-
321-	<b>G</b> 	-

Paljon kuluttava

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi): **229**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: PIIENET ASUINRAKENNUKSET

Energiatehokkuusluku perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen. Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.


**KIMARA TALOT 2009**  
**Sallitut rakenteet**




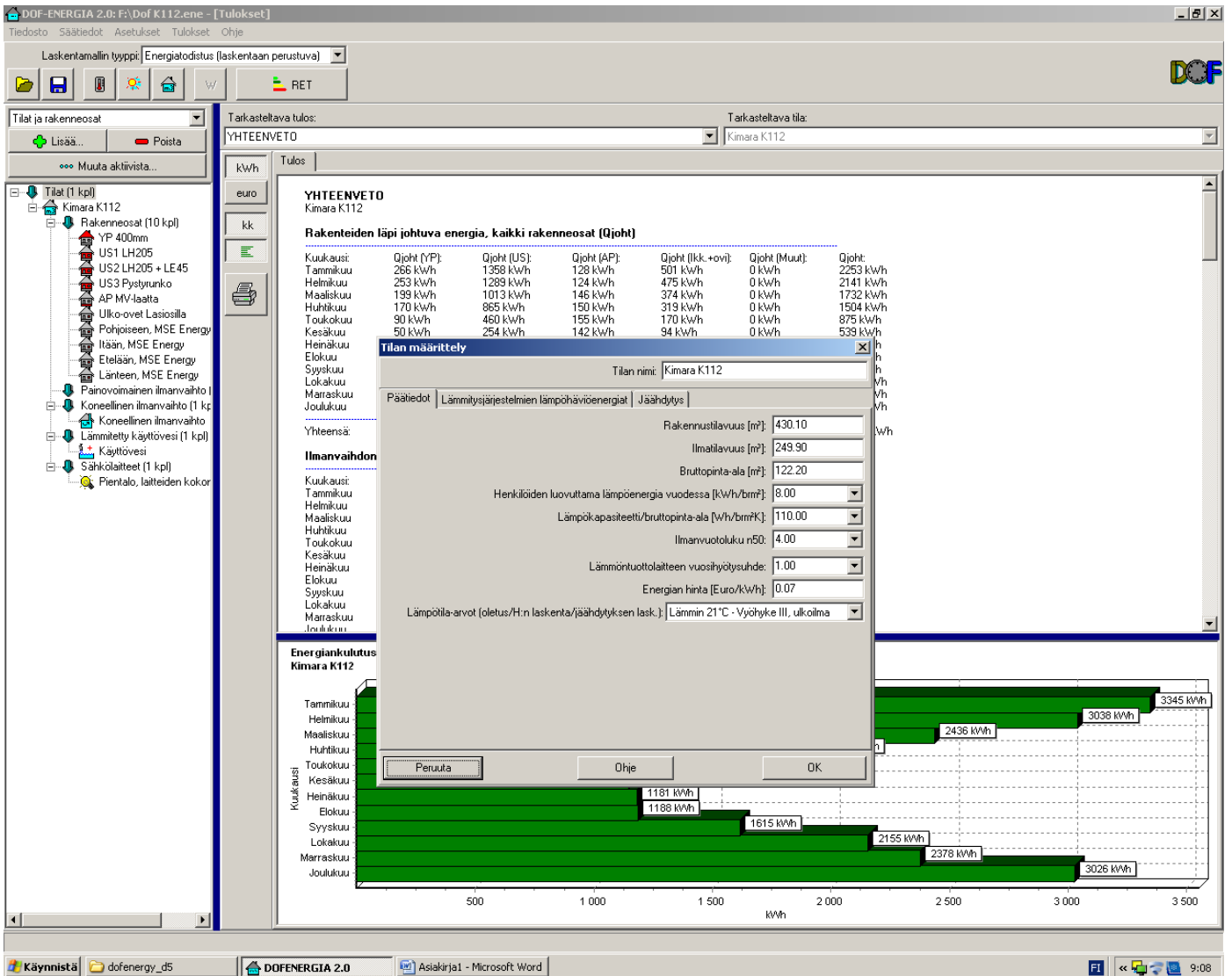
MALLI	TYYPPI	ULKOSEINÄRAKENNE	ENERGIA- LUOKKA*	RAKENNEOSAT					YLÄPOHJA			ILMANVAIHTO			LÄMPÖ- PAKETTI **	HUOMAUTUKSET
				a	b	c	d		a	b	c	ILMANVAIHTO	Jäätömittaus- vaihtoehdot	50 (vuosihöyrysuhte 30%) tai LTO:n vähimmäis- vaatimus		
			RAK.	MV-laatta (150+50) U=0,13	Koaliattu MV (100+50+125)	Rossi 300 U=0,14	Rossi 350 U=0,12	350 mm U=0,11	400 mm U=0,10	450 mm U=0,09	ILTO 270	ILTO 440	ILTO X100	Yp:ssä SPU HS levy 30 mm Energiakikkunat U= 0,9 ILTO X100	Koalaus + 50 mm eristettä ulkoseinälle KT=kalust. taakse AK=alaketä S=seinä (+aina keittiökalkitaakse mass.hirsuulkoseinillä)	

Kimara	K 112	LH205 / PH230	D	a	b	c		abc			abc					
			C													
			B													
			A													
			MIN.	a	b	c		abc			ac					
			MAT. E.	-	-	-	-									
		LH180/PH210	D	a	b	c	d	adb	c				acdb			
			C													
			B													
			A													
			MIN.	a	b	c	d	adb	c		a	cdb				
			MAT. E.	-	-	-	-									
		Lisälämmönieristetty (LH95+95 mm)	D	a	b	c		acb			acb					
			C	a	b	c		abc			abc					
			B	a	b	c		abc			abc					
			A													
			MIN.	a	b	c		abc			abc					
			MAT. E.	a	b			b	a		abc	ab				ab



Lähtötiedot		Asiakas: 2010				Malli: Kimara K 112, LH205, MV-laatta		Kerrostasoa 122,2 m <sup>2</sup> Lämmin huonetila, m <sup>3</sup> 249,9		Vertailuikkunapinta-ala 18,3 (=15 % kerrostasoaalasta)	
 <p>Ranuantie 224, 93100 Pudasjärvi puh. 020 770 7400</p>											
Rakennuksen vaippa							Lämpöhäviöiden taseus				
Rakennusosa		Pinta-alat, m <sup>2</sup> [A]		U-arvot, W/m <sup>2</sup> K [U]			Ominaislämpöhäviö, W/K [H <sub>loss</sub> =AxU]				
LÄMPIMÄT TILAT		VERTAILU	ASIAKAS	VERTAILU	max	ASIAKAS	VERTAILU	ASIAKAS			
ULKOSEINÄ 1											
US101	Hirsiseinä		99,8	0,40	0,60	0,53					
ULKOSEINÄ 1-lisäeristetty											
US102	Hirsiseinä ≥ 180mm+lisäer.		11,3	0,40		0,33					
ULKOSEINÄ 2-lisäeristetty											
US102	Hirsiseinä ≤ 180mm+lisäer.		0,0	0,17	0,60	0,00					
ULKOSEINÄ 3											
US107	Pystyrunkoseinä		6,7	0,17	0,60	0,17					
ULKOSEINÄ 4											
US5	Kellarin ulkoseinä		0,0	0,17	0,60	0,00					
ULKOSEINÄ KESKIMÄÄRIN		115,1	117,8	0,39	0,60	0,49	44,5	57,8			
YLÄPOHJA											
YP102	Kattotuolit (min.villa 400 mm)	113,2	113,2	0,09	0,60	0,10	10,2	11,3			
ALAPOHJA											
AP3	ryömintätilaan rajoittuva	0,0	0,0	0,17	0,60	0,14	0,0	0,0			
AP109	maanvastainen	111,7	111,7	0,16	0,60	0,11	17,9	12,3			
IKKUNAT		18,3	15,6	1,00	1,80	0,95	18,3	14,8			
OVET		5,9	5,9	1,00	-	1,10	5,9	6,5			
KATTOIKKUNAT		0,0	0,0	1,00	1,80	0,00	0,0	0,0			
LÄMPIMÄT TILAT YHTEENSÄ		364,2	364,2	ero		1,06	96,8	102,7			
PUOLILÄMPIMÄT TILAT											
Hirsiseinä			0,0	0,60	0,60	0,00					
Pystyrunkoseinä			0,0	0,26	0,60	0,00					
ULKOSEINÄ KESKIMÄÄRIN		0,0	0,0	0,00	0,60	0,00	0,0	0,0			
YLÄPOHJA		0,0	0,0	0,14	0,60	0,00	0,0	0,0			
ALAPOHJA, ryömintätilaan rajoittuva		0,0	0,0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0			
ALAPOHJA, maanvastainen		0,0	0,0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0			
Muu maanvastainen rakennusosa		0,0	0,0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0			
IKKUNAT		0,0	0,0	1,40	2,80	0,00	0,0	0,0			
OVET		0,0	0,0	1,40	-	0,00	0,0	0,0			
KATTOIKKUNAT		0,0	0,0	1,40	2,80	0,00	0,0	0,0			
PUOLILÄMPIMÄT TILAT YHTEENSÄ		0,0	0,0	ero			0,0	0,0			
VAIPAN ILMAVUODOT		Vaipan ilmanvuotoluku [n <sub>50</sub> ]		Vuotoilmavirta, m <sup>3</sup> /s [qv,v=n <sub>50</sub> /25*V/3600]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H <sub>vuotoilms</sub> =1200xq <sub>v,v</sub> ]					
Vuotoilma		vertailu-arvo	u-arvo	vertailu-arvo	suunnittelu-arvo	vertailu-arvo	suunnittelu-arvo				
Lämpimät tilat		2,0	4,0	0,0056	0,0111	6,7	13,3				
Puolilämpimät tilat		2,0									
Rakennuksen ilmanvaihto		Huoneistoala m <sup>2</sup> 100-150		IV-kone Syötä Lämpöti		Kohteen siiainti Itä-Suomen ja Oulun lääni					
Poistoilmavirta q <sub>v,p</sub> [m <sup>3</sup> /s]		LTO :n vuosihyötysuhde (=0.6 x lämpötilahyötysuhde) n <sub>e</sub> [%]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H <sub>iv</sub> =1200xq <sub>v,p</sub> x(1-n <sub>e</sub> )]							

Lähtötiedot		 Ranuantie 224, 93100 Pudasjärvi puh. 020 770 7400					
Asiakas:	2010						
Malli:	Kimara K 112, LH205, MV-laatta						
<b>Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista</b>							
<b>Pinta-alat (osa C3)</b>							
Vertailukunnapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta	<table border="1"><tr><th>kyllä</th><th>ei</th></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x			
kyllä	ei						
x							
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	<table border="1"><tr><th>kyllä</th><th>ei</th></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x			
kyllä	ei						
x							
- lämpimissä tiloissa							
- puolilämpimissä tiloissa							
<b>Rakennusosien U-arvot ja vaipan lämpöhäviö (osa C3)</b>							
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	<table border="1"><tr><th>kyllä</th><th>ei</th></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x		Enimmäis-	Toteutunut
kyllä	ei						
x							
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,2		arvo	arvo				
- lämpimissä tiloissa 1,3	<table border="1"><tr><th>kyllä</th><th>ei</th></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x		1,3	1,06
kyllä	ei						
x							
- puolilämpimissä tiloissa 1,3		1,3					
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (D3)</b>							
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<table border="1"><tr><th>kyllä</th><th>ei</th></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x		Vertailu-	Suunnittelu-
kyllä	ei						
x							
- lämpimissä tiloissa		arvo	arvo				
- puolilämpimissä tiloissa		138,5	135,0				
<b>Tarkistuslistan yhteenveto</b>							
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	<table border="1"><tr><th>kyllä</th><th>ei</th></tr><tr><td>x</td><td></td></tr></table>	kyllä	ei	x			
kyllä	ei						
x							
<b>Lisäselvitykset</b>							
<b>Rakennuksen vuotoilma (osa D3)</b>							
Jos lämpöhäviölaskelmissa vaipan ilmanvuotoluvun n50 suunnittelu-arvo on alle 4 l/h, ilmanpitävyydestä on esitettävä lisäselvitys							
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)</b>							
Jos lämpöhäviölaskelmissa LTO:n vuosihyötysuhteen suunnittelu-arvo on suurempi kuin 30 %, vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys							
<b>Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso</b>							
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 % ominaislämpöhäviöstä	<table border="1"><tr><th>kyllä</th><th>ei</th></tr><tr><td></td><td>x</td></tr></table>	kyllä	ei		x	85 % vertailu-	Suunnittelu-
kyllä	ei						
	x						
- lämpimissä tiloissa		arvo	arvo				
- puolilämpimissä tiloissa		117,7	135,0				
Suunnitteluratkaisu vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa	<table border="1"><tr><th>kyllä</th><th>ei</th></tr><tr><td></td><td>x</td></tr></table>	kyllä	ei		x		
kyllä	ei						
	x						



ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
<b>Rakennuksen laajuustiedot</b>				
Bruttoala	122 brm <sup>2</sup>			
Rakennustilavuus	430 rak-m <sup>3</sup>	Ilmatilavuus	250 m <sup>3</sup>	
Huoneistoala	70 hum <sup>2</sup>	Henkilömäärä	3	
<b>Rakenteet</b>				
<b>Rakennusosat</b>		<b>Pinta-ala (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U-arvo (W/m<sup>2</sup>K)</b>	
Ulkoseinät	US1 LH205	99.80	0.53	
	US2 LH205 + LE45	11.30	0.33	
	US3 Pystyrunko	6.70	0.17	
Yläpohjat	YP 400mm	113.20	0.10	
Alapohja	AP MV-laatta	111.70	0.11	
<b>Ovet</b>				
Ikkunat	Ulko-ovet Lasiosilla	5.90	1.10	$g_{\text{kohtisuora}}$ 0.61 $F_{\text{kehä}}$ 0.33
	Pohjoiseen, MSE Energy	3.90	0.95	0.56 0.75
	Itään, MSE Energy	3.90	0.95	0.56 0.75
	Etelään, MSE Energy	3.90	0.95	0.56 0.75
	Länteen, MSE Energy	3.90	0.95	0.56 0.75
<b>Tehollinen lämpökapasiteetti C<sub>Rak omin.</sub></b>		110 Wh/(brm <sup>2</sup> K)		
<b>Ilmanvaihto</b>				
Rakennuksen ilmanvuotoluku n50				4.0 1/h
Ilmanvaihdon poistovirta				0.035 m <sup>3</sup> /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyhötysuhde				70 %
<b>Vedenkulutus</b>				
Lämpimän käyttöveden kulutus				73.00 m <sup>3</sup> /vuosi
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus		Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>		Ei <input type="checkbox"/>
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>				
Lämmönkehitys	Sähkölämmitys	Sisältää käyttöveden lämmityksen	Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Sähkölämmityspatterit			
Lämmönvaraajat				
Lämpimän käyttöveden kiertajohto			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>
- Kiertajohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Energiatohokkuusluvun laskenta</b>				
Lämmitysenergian kulutus		18827 kWh/vuosi		
Laitesähköenergian kulutus		6110 kWh/vuosi		
Jäähdytysenergian kulutus		0 kWh/vuosi		
Rakennuksen energiankulutus yhteensä		24937 kWh/vuosi		
<b>Rakennuksen energiatohokkuusluku</b>		<b>205 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>		

# ENERGIATODISTUS

## Rakennus









Rakennustyyppi: **Erilliset pientalot (enintään 6 asuntoa)**  
 Osoite:

Valmistumisvuosi: **2010**  
 Rakennustunnus:

Asuntojen lukumäärä: **1**

**Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu**

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150		
151 - 170		
171 - 190		
191 - 230		
231 - 270		
271 - 320		
321 -		
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi):

**205**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.  
 Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

KIMARA - talot 2010 Sallitut rakenteet																
MALLI	TYYPPI	ULKOKOSENÄRAKENNE	ENERGIA- LUOKKA* / MÄÄ- RÄYSTEIN MINIMI TASO / MATALA- ENERGIA RATK.	RAKENNEOSAT				ILMAINVAIHTO			TIIVISTYS- PAKETTI	HUOMAUTUKSET				
				ALAPOHJA				YLÄPOHJA					LTO:n vähimmäis- vaatimus			
				a	b	c	d	400 mm U=0,10	450 mm U=0,09	450 mm + SPU 30 mm U=0,08	Vuositysuhde 50% Esim. ILTO 440	Vuositysuhde 60% Esim. ILTO V80 & W100	Vuositysuhde 70% Esim. ILTO R80 & R100			
Kimara K 112	LH205 / PH230		D	a		c		ac					ac			
			C													
			B													
			A													
			MIN.	a		c		ac						ac		KT
			MAT. E.	-		-										
			D	a	b	c	d	acd	b					abcd	ac	
			C													
			B													
			A													
LH180/PH210			D	a	b	c	d	acd	b				abcd	ac		
			C													
			B													
			A													
			MIN.	a	b	c		ac	b					abc	ac	
			MAT. E.	-		-										
			D					cd						d		
			C	a	b	c	d	ad	c					cd		
			B	a	b			ad								
			A	a	b					ab						
Lisälämmöeristetty (LH95+190 mm)			D	a	b	c	d	acd								
			C													
			B	a	b											
			A	a	b											
			MIN.	a	b	c	d	ad						c		
			MAT. E.	-		-		bc						abcd		
			D													
			C													
			B													
			A													

