



Heidi Oijusluoma

**ENERGIAMÄÄRÄYSTEN 2012 VAIKUTUS HIRSITALOTEHTAAN
MALLISTOON JA TUOTEVALINTOIHIN**

ENERGIAMÄÄRÄYSTEN 2012 VAIKUTUS HIRSITALOTEHTAAN MALLISTOON JA TUOTEVALINTOIHIN

Heidi Oijusluoma
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinöörityö	48	+	45
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Rakennesuunnittelu	Kevät 2012			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Mammuttihirsi	Heidi Oijusluoma			
Työn nimi				
Energiamääräysten 2012 vaikutus hirsitalotehtaan mallistoon ja tuotevalintoihin				
Avainsanat				
Hirsirakentaminen, Energiamääräykset 2012, E-luku, Lämpöhäviölaskelma				

Ympäristöministeriö antoi vuonna 2011 uudet energiatehokkuutta koskevat rakentamismääräykset tai niiden luonnokset, jotka tulevat voimaan 1.7.2012. Opinnäytetyö käsittelee uusien energiamääräysten vaikutuksia hirsitalotehtaan mallistoon ja tuotevalintoihin. Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään Mammuttihirren Muuttovalmis-talomallistoa, joka käsittää yhteensä 18 talomallia. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää optimaaliset rakenne- sekä tuoteosaratkaisut, joilla varmistetaan, että Mammuttihirren Muuttovalmis-talomallisto täyttää uudet energiamääräykset.

Talomalleista kerättiin laskelmissa tarvittavat lähtötiedot, joista tarkastettiin määräysten täyttyminen lämpöhäviölaskelman sekä rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen tarkastelun eli E-luvun avulla. Laskenta aloitettiin vanhat määräykset täyttävillä rakenteilla ja tuoteosaratkaisulla. Energiatehokkuutta alettiin parantaa vähitellen, jotta parannusratkaisut olisivat myös kustannustehokkaita.

Opinnäytetyössä laadittiin uudet rakenne- ja tuoteosaratkaisut, joilla Mammuttihirren Muuttovalmis-talomallisto täyttää uudet energiamääräykset halutulla tavalla. Opinnäytetyössä todettiin, että Muuttovalmis-talomalliston mallien pääasiallisena lämmitysmuotona ei voida enää käyttää sähkölämmitystä. Jatkossa pääasiallisena lämmitysmuotona voidaan käyttää esimerkiksi kaukolämpöä, maalämpöpumppua, vesi-ilmalämpöpumppua tai puuta. Näillä lämmitysmuodoilla suurin osa malleista täyttää uudet määräykset vanhoilla vakiorakenteilla ja tuoteosaratkaisulla, mutta malliston vakioratkaisuja lähdettiin silti muuttamaan paremman energiatehokkuuden vuoksi. Opinnäytetyössä tehdyt johtopäätökset ovat lähtökohtana myös muissa talomalleissa. Tarkempi tarkastelu energiatehokkuuden suhteen täytyy kuitenkin tehdä aina rakennuskohtaisesti.

ABSTRACT

OULU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme	Thesis	Pages	+	Appendices
Civil Engineering	B.Sc.	48	+	45
Option	Term and year when the thesis was submitted			
Structural Engineering	Spring 2012			
Commissioned by	Author			
Mammuttihirsi	Heidi Oijusluoma			
Title of thesis				
Effects of Energy Efficiency Regulations 2012 on House Collection and Product Selection of Log House Factory				
Keywords				
Timberbuilding, Energy efficiency regulations 2012, E-count, Heat loss calculation				

In 2011 the Ministry of the Environment gave out new building regulations concerning energy efficiency, or their preliminary versions, which will be in effect starting 1st of July 2012. This thesis will discuss the effects the new energy regulations will have on the collection and product decisions of a log house factory. The thesis was limited to handle the Move-in-ready house collection by Mammuttihirsi that includes 18 house models. The objective of this thesis was to find the optimal structural and product selection solutions that will ensure that the new Move-in-ready house collection by Mammuttihirsi fulfils the new energy regulations.

Preliminary information required in the calculations was collected from the house models, in which it was made sure that the regulations were followed by using heat loss calculation and observing the total energy consumption of a building also known as E-count. The calculation was started with structures and product selection solutions that met the requirements of the old regulations. The energy efficiency was improved bit by bit so the improvement solutions would also be cost effective.

New structural and product selection solutions were made in this thesis with which Move-in-ready house collection by Mammuttihirsi will fulfil the requirements of the new regulations in the preferred way. The thesis came to the conclusion that electric heating can no longer be used as the main source of heating in the Move-in-ready house collection. In future, the main source of heating can be for example district heating, geothermal heating, water/air-heating or wood. With these methods of heating most of the models fulfil the new regulations with the old regular materials and product selection solutions, but there was interest in changing the usual solutions used in the collection for better energy efficiency. The conclusions made in this thesis can be adapted to other house models. Further observation concerning energy efficiency, however, must always be made in case by case basis.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 ENERGIAMÄÄRÄYKSET 2012	9
2.1 Soveltamisala	11
2.2 Rakennuksen kokonaisenergiankulutus ja sen laskennan kulku	11
2.3 Kesäajan huonelämpötilan hallinta	15
2.4 Rakennusvaipan ilmanpitävyys	16
2.5 Rakennuksen lämpöhäviöt ja vertailuarvot	16
2.6 Lämpöhäviöiden tasauslaskenta	18
2.7 Energialaskennan lähtötiedot	20
2.8 Määräysten mukaisuuden osoittaminen	21
3 MUUTTOVALMIS-TALOMALLISTO	22
3.1 Muuttovalmis-talomallit	22
3.2 Käytetyt vakiorakenteet, ilmanvuotoluku ja lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	23
4 ENERGIAMÄÄRÄYSTEN TÄYTTYMISEN TUTKIMINEN	26
4.1 Lähtötietojen kerääminen	26
4.2 Lämpöhäviölaskimen päivitys	28
4.3 Lämpöhäviölaskelma	29
4.4 Rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen laskenta	30
4.4.1 Ensimmäisen vaiheen E-luvun laskenta	30
4.4.2 Laskentatulosten analysointi	33
4.4.3 Muutosehdotukset	36
4.4.4 Toisen vaiheen E-luvun laskentatulosten analysointi	40
5 LÄMPÖHÄVIÖ- SEKÄ KOKONAISENERGIANKULUTUKSEN LASKENTATULOSTEN YHTEENVETO	44
5.1 Uudet vakiorakenne- ja tuoteosaratkaisut	44
5.2 Käytettävät lämmitysjärjestelmät	45
6 POHDINTA	46

LÄHTEET	47
LIITTEET	49

1 JOHDANTO

Rakentamista koskevat määräykset uudistuvat koko ajan, joten rakentamisteollisuuden sekä pientalorakentajien täytyy sopeutua niihin. Ympäristöministeriön antamat uudet rakennusten energiatehokkuutta käsittelevät määräykset astuvat voimaan 1.7.2012. Nämä määräykset on otettava huomioon myös opinnäytetyön tilaajana toimivan Mammutihirren toiminnassa. Uusien määräysten vaikutukset tulisi selvittää mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta määräysten astuessa voimaan järkevät ratkaisut, joilla uudet määräykset saadaan täytymään, olisivat tiedossa sekä Mammutihirren henkilökunnan käytössä.

Mammutihirsi eli Pohjois-Suomen Hirsitalokeskus Oy on Ylikiimingin Rekikylässä toimiva, vuonna 1991 perustettu, lamellihirsisiä omakotitaloja ja vapaa-ajan asuntoja toimittava hirsitalotehdas. Valikoimasta löytyy useita mallistoja, mutta myös asiakkaan oman mallin mukaisen paketin toimittaminen on yleistä. Toimituksen laajuus voi olla pelkästä hirsikehikosta muuttovalmiiseen taloon, asiakkaan tarpeiden mukaan räätälöitynä. Opinnäytetyön tutkimuksen kohteena on Muuttovalmis-talomallisto.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, miten uudet 2012 voimaan tulevat energiamääräykset vaikuttavat Mammutihirren Muuttovalmis-talomallistoon. Lisäksi tarkoituksena on selvittää optimaaliset rakenne- sekä tuoteosaratkaisut Mammutihirren näkökulmasta katsottuna niin, että rakentamisen laatu säilyy sekä ratkaisut palvelevat myös asiakkaan tarpeita.

Muuttovalmis-talomallisto käsittää yhteensä 15 talomallia. Vaihtoehtoina on 1-, 1½- ja 2-kerroksisia tasakertamallisia lamellihirsitaloja sekä lisäksi kolme 1½-kerroksisesta mallista muunnettua yläkertavarauksella varustettua 1-kerrosmallia. Mammutihirren tarjoamia talomalleja on rajattomasti, mutta Muuttovalmis-talomallisto on hyvä otanta eri vaihtoehtoista ja tästä syystä se valittiin tutkittavaksi opinnäytetyössä. Koska Muuttovalmis-talomallistoa myydään paljon, on hyvä olla valmiina vakioratkaisut, joilla mallisto täyttää uudet energiamääräykset.

Tutkimus aloitetaan perehtymällä uudistuviin määräyksiin. Malliston talomalleille on määritelty rakenne- ja tuoteosaratkaisut, joilla mallit täyttävät nykyiset määräykset. Tutkimuksen laskenta aloitetaan vanhat määräykset täyttävillä rakenteilla. Talomalleista kerätään laskennassa tarvittavat lähtötiedot ja lasketaan lämpöväiöläskelma sekä tehdään kokonaisenergiankulutuksen tarkastelu. Lopuksi analysoidaan tulokset ja tehdään johtopäätökset. Tarvittaessa tehdään uusi optimointi, laskenta ja johtopäätökset. Mallien energiatehokkuutta lähdetään parantamaan vähitellen, jotta saadaan selville optimaaliset ratkaisut, joilla uudet määräykset saadaan täyttymään.

Tutkimustulosten tulee olla Mammuttihirren tiedossa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta uudistuviin määräyksiin osataan varautua oikein. Kaikki kohteet, joihin haetaan rakennuslupa määräyksien voimaan astumisen jälkeen, tulee täyttää uudet määräykset. Uusien määräyksien ilmestyminen on viivästynyt huomattavasti alkuperäisestä aikataulusta, minkä vuoksi opinnäytetyö tehdään osaksi määräysluonnoksien pohjalta. Koska talonmyynti ja toimitus ovat aikaa vieviä prosesseja ja vaativat eri vaiheita, kuten tarjouslaskentaa, myyntiä ja suunnittelua, ei voida jäädä odottamaan lopullisia määräyksiä ja lykätä määräyksien vaikutuksien selvittämistä enempää.

2 ENERGIAMÄÄRÄYKSET 2012

Euroopan Unionin ilmasto- ja energiapolitiikka on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä 20 %:lla, nostamaan uusiutuvien energialähteiden käytön osuutta 20 %:iin energian loppukulutuksesta sekä parantamaan energiatehokkuutta 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä. Uusien energiamääräyksien tavoitteena on tukea näitä tavoitteita. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011, 1.)

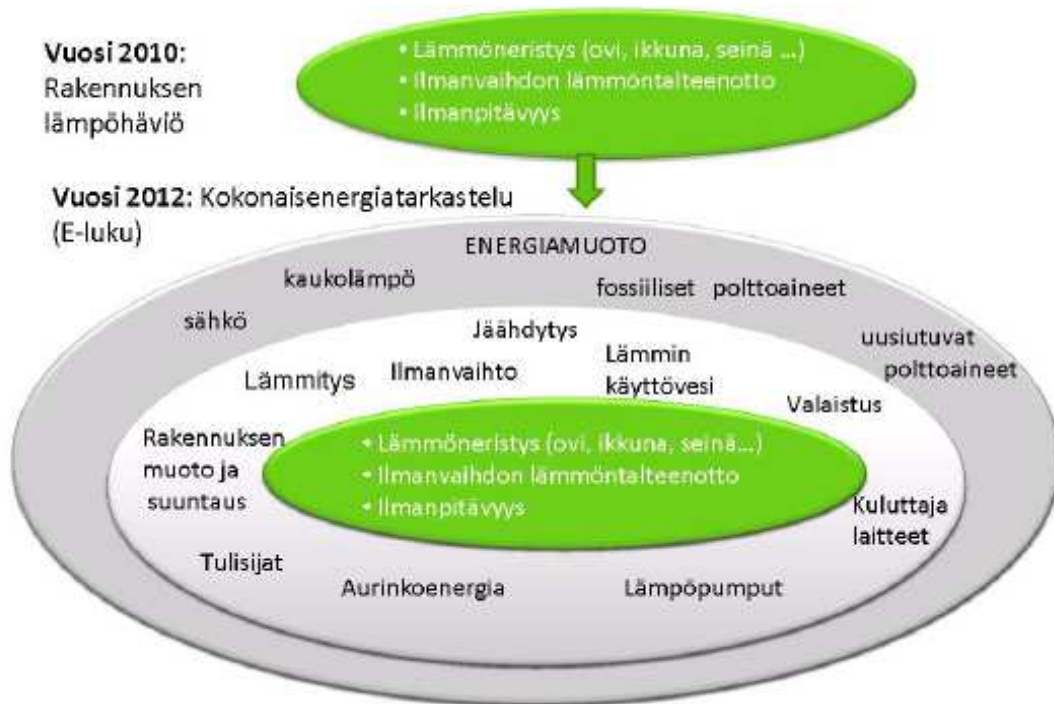
Suomelle asetettuna tavoitteena on lisätä uusiutuvan energian käytön osuutta 38 %:iin energian loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta oli vuonna 2005 jo 28,5 %. Jotta päästäisiin tavoitteeseen, täytyy uusiutuvan energian käyttöä lisätä 38 TWh:lla vuodessa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011, 1.)

Valtioneuvoston ilmasto- ja energiastrategia on asettanut Suomen strategiseksi tavoitteeksi energian loppukulutuksen kasvun pysäyttämisen ja kääntämisen laskuun niin, että energian loppukulutus olisi vuonna 2020 likimain nykyisen suuruinen eli noin 310 TWh. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011, 1.)

Rakennuskannan osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksesta on noin 40 %. Koska rakennukset suunnitellaan ja rakennetaan pitkäikäisiksi, nyt rakennettavien rakennusten energia- ja päästövaikutukset kestävät vielä pitkään. Esimerkiksi vuonna 2050 puolet rakennuskannasta on rakennettu vuoden 2012 jälkeen. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011, 1.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet 2012 uudistuksella pyritään parantamaan uudisrakentamisen energiatehokkuutta noin 20 % aikaisempaan määräystasoon verrattuna. Uudessa määräyksessä siirrytään rakennuksen lämpöhäviöiden tarkastelusta tarkastelemaan rakennuksen koko vuotuista energiankulutusta (kuva 1), jolle on asetettu yläraja. Energiankulutuksessa otetaan huomioon lämmitys, kuluttajalaitteet, aurinkoenergia, tulisijat, valaistus, lämpöpumput, jäähdytys, il-

manvaihto sekä rakennuksen muoto ja suuntaus. (Tekninen liite muistioon: Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011, 1.)



KUVA 1. Kokonaisenergiatarkasteluun siirtyminen (Tekninen liite muistioon: Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011, 1)

Laskettaessa vuotuista energiankulutusta otetaan huomioon myös lämmitystapa. Määräysuudistus tukee kaukolämmön ja uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Lisäksi määräysuudistus lisää eri energiamuotojen ja energiatehokkaiden ratkaisujen välistä kilpailemista. Rakennuksen lämpöhäviöiden tasauslaskelma säilyy kuitenkin lähes ennallaan. Näin voidaan varmistua, että rakennuksen energiatehokkuuteen vaikuttavat rakenteelliset ratkaisut ovat tarpeeksi hyviä. (Tekninen liite muistioon: Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011, 1.)

Uudet energiamääräykset ilmestyvät vuosien 2011–2012 aikana ja astuvat voimaan 1.7.2012. Uudistus koskee Suomen rakentamismääräyskokoelman osia C4 Lämmöneristys Ohjeet 2012, D3 Rakennusten energiatehokkuus Määräykset ja ohjeet 2012 sekä D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskenta Ohjeet 2012. Lisäksi Ympäristöministeriö julkaisee erilaisia

oppaita laskennan selkeyttämiseksi. Määräykset koskevat pelkästään uudisrakentamista ja niiden aiheuttama suurin muutos on siirtyminen rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen tarkasteluun. Määräyksien täyttymisen osoittamiseksi rakennuksesta täytyy laatia energiaselvitys, joka sisältää yleensä lämpö- ja viölaskelman, kokonaisenergiankulutuksen eli E-luvun laskennan ja energiatodistuksen. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 26.)

2.1 Soveltamisala

Rakennukset ja tilat jaetaan määräyksissä erilaisiin käyttötarkoituksiluokkiin. Kaikki Mammutihirren Muuttovalmis-talomalliston mallit kuuluvat Luokkaan 1, joka sisältää erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 3.) Luokitus vaikuttaa kokonaisenergiankulutuksen eli E-luvun sallittuun arvoon. Määräykset eivät kuitenkaan koske seuraavia rakennuksia:

- rakennus, jonka lämmitetty netto-ala on enintään 50 m²
- loma-asunto, johon ei ole suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettua lämmitysjärjestelmää
- loma-asunto, johon on suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettu lämmitysjärjestelmä, mutta jota ei ole tarkoitettu majoituselinkeinonharjoittamiseen.

Viimeiseksi mainitun tyyppisiä rakennuksia koskevat vain vaipan lämpö- ja viövaatimukset ja nekin eivät ole niin tiukat kuin muuten luokan 1 rakennuksilla. Todennäköisesti nämä poikkeukset eivät koske Mammutihirren Muuttovalmis-talomallistosta tilattuja taloja, mutta näitä helpotuksia voidaan käyttää hyväksi rajoitukset täyttävillä kohteilla.

2.2 Rakennuksen kokonaisenergiankulutus ja sen laskennan kulku

Rakennuksen kokonaisenergiankulutusta kutsutaan E-luvuksi. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuosittainen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä ajateltuna lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku saadaan summaamalla ostettavan energian sekä energiamuotojen ker-

toimien tulot energiamuodoittain. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 8.)

Energiamuotojen kertoimet ovat

- sähkö 1,7
- kaukolämpö 0,7
- kaukojäähdytys 0,4
- fossiiliset polttoaineet 1,0
- rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,5.

E-lukua laskettaessa uusiutuvaa omavaraisenergiaa ei lueta ostoenergiaksi, vaan se pienentää ostoenergian tarvetta. Rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle on määrätty rakennustyyppikohtainen yläraja. Hirsitaloilla E-luku ei saa ylittää 155–229 kWh/m² vuodessa, riippuen lämmitetystä nettoalasta (taulukko 1). (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 9.)

TAULUKKO 1. Uudisrakennuksen E-luvun maksimi-arvot pientaloille ja hirsitaloille (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 9)

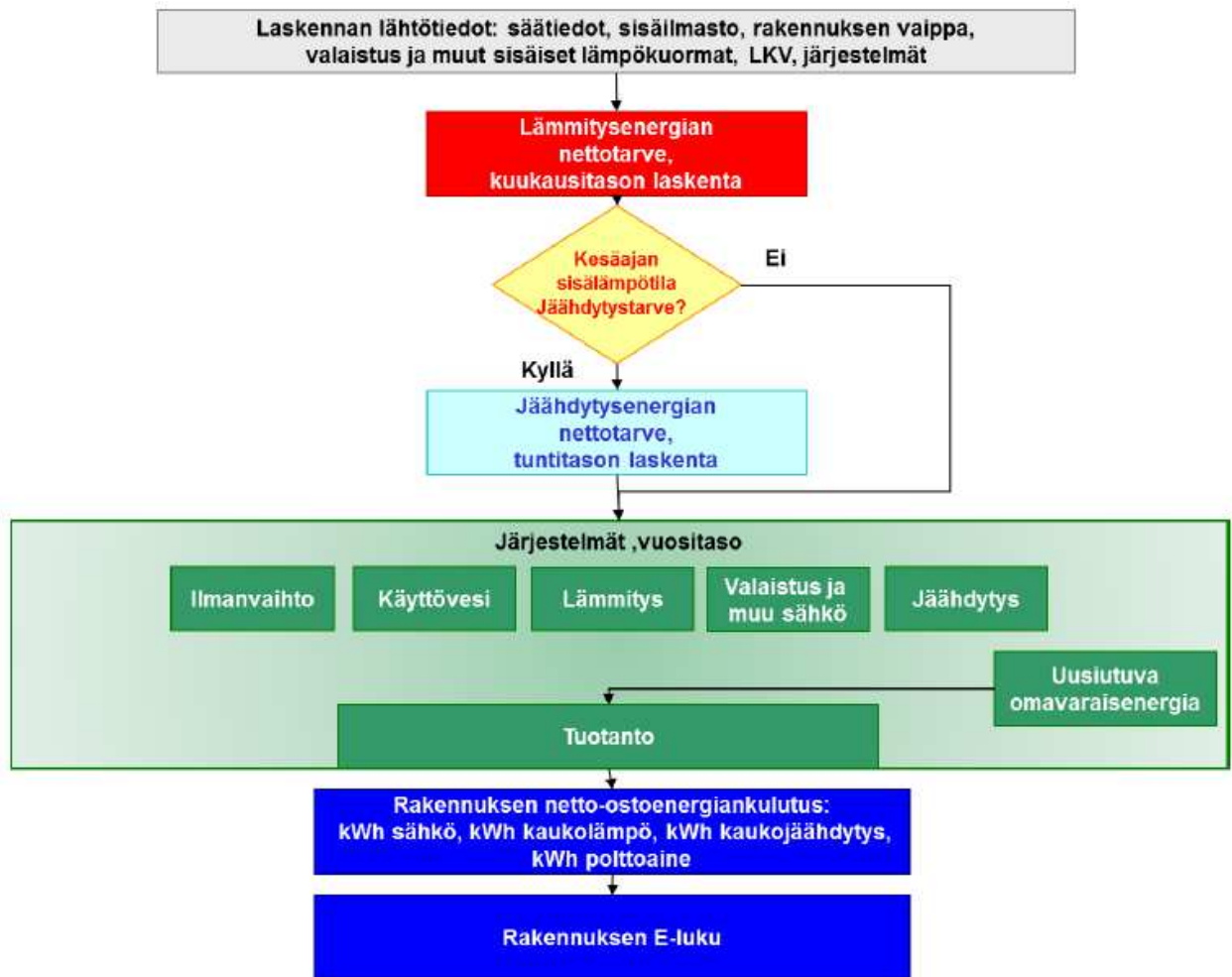
Uudisrakennuksen E-luku ei saa ylittää seuraavia arvoja:

Luokka 1	Erillinen pientalo, rivi- ja ketjutalo	Lämmitetty nettoala, A _{netto}	kWh/m ² vuodessa
	Pientalo	A _{netto} < 120 m ²	204
		120 m ² ≤ A _{netto} ≤ 150 m ²	372 - 1,4 * A _{netto}
		150 m ² ≤ A _{netto} ≤ 600 m ²	173 - 0,07 * A _{netto}
		A _{netto} > 600 m ²	130
	Hirsitalo	A _{netto} < 120 m ³	229
		120 m ² ≤ A _{netto} ≤ 150 m ²	397 - 1,4 * A _{netto}
		150 m ² ≤ A _{netto} ≤ 600 m ²	198 - 0,07 * A _{netto}
		A _{netto} > 600 m ³	155

Hirsirakenteisille taloille sallitun E-luvun raja-arvo on 25 kWh/m² suurempi kuin muilla runkorakennusratkaisuilla. Hirsitaloille on annettu määräyksissä helpotusta, koska halutaan turvata perinteikkään ja ympäristöystävällisen rakennustavan jatkuminen. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta.

2011, 6.) Hirsitaloksi määritellään rakennus, jossa ulkoseinien pääasiallinen rakennusmateriaali on keskimääräiseltä rakennepaksuudeltaan vähintään 180 mm paksu hirsi. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 4.)

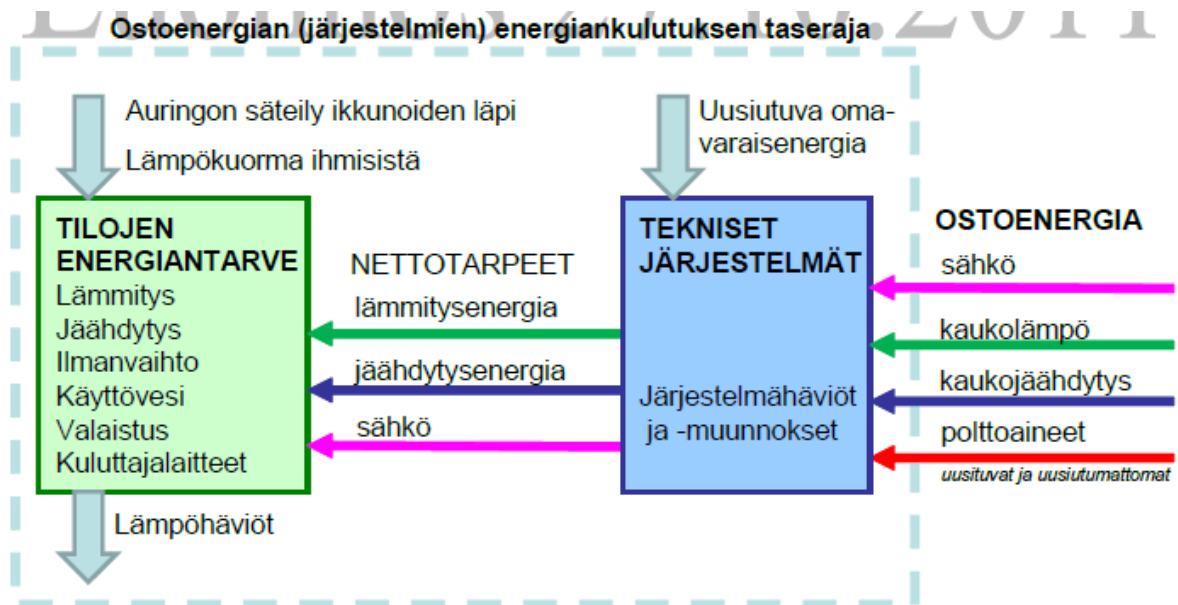
Rakennuksen ostoenergian kulutus on laskettava Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012 mainittuja ulkoilman säätietoja, sisäilmasto-olosuhteita, rakennuksen ja sen järjestelmien käyttö- ja käyntiaikoja sekä sisäisten lämpökuormien lähtöarvoja käyttäen, ja sen laskentaan löytyy ohjeet Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta Ohjeet 2012. Lisäksi laskentaan tarvitaan rakennuskohtaisia lähtötietoja, jotka saadaan rakennuksen suunnitteluasiakirjoista. Rakennuksen energiankulutuksen laskennan kulku noudattaa kuvassa 2 esitettyä kaavaa. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 8.)



KUVA 2. Rakennuksen energiankulutuksen laskennan kulku (Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, Ohjeet 2012. Luonnos 27.10.2011, 13)

Rakennuksen energiantarve koostuu tilojen, ilmanvaihdon ja käyttöveden lämmitystarpeesta, tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytystarpeesta sekä valaistuksen ja laitteiden sähköenergiantarpeesta. Lämmitysenergian nettotarve saadaan vähentämällä lämmitysenergian tarpeesta rakennukseen kohdistuvan auringon lämpösäteilyn, poistoilmasta talteen otettavan lämpöenergian ja sisäisten lämpökuormien aiheuttama lämpöenergia. Lämmitysenergian nettotarvetta vastava energiamäärä tuodaan lämmitysjärjestelmän välityksellä rakennuksen sisätiloihin, tuloilmaan sekä käyttöveteen. Jäähdytysenergian nettotarpeen mukainen energiamäärä tuodaan tiloihin ja tuloilmaan jäähdytysjärjestelmän välityksellä. Laskennassa käytettävät energiankulutuksen taserajat on esitetty kuvassa 3.

(Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, Ohjeet 2012. Luonnos 27.10.2011, 14.)



KUVA 3. Ostoenergian energiankulutuksen taserajat (Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, Ohjeet 2012. Luonnos 27.10.2011, 14)

2.3 Kesäajan huonelämpötilan hallinta

Uusien määräyksien mukaan uusi rakennus on rakennettava siten, että tiloissa ei ilmene haitallista lämpenemistä. Haitallista lämpenemistä voidaan estää ensisijaisesti rakenteellisia ja muita passiivisia keinoja käyttämällä, kuten auringolta suojautumISRatkaisut, ikkunoiden ja muiden lasipintojen koko sekä suuntaus. Lisäksi liiallista lämpenemistä voidaan estää käyttämällä yöaikaan tehostettua ilmanvaihtoa. Muilla kuin käyttöluokkiin 1 ja 9 kuuluvilla rakennuksilla kesäajan huonelämpötilan vaatimuksen mukaisuus täytyy osoittaa eri tilatyyppien lämpötilalaskennalla. Tätä laskentaa ei hirsirakenteisilta pientaloilta vaadita, koska ne kuuluvat luokkaan 1. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 9.)

2.4 Rakennusvaipan ilmanpitävyys

Rakennusvaipan ilmanpitävyydellä on tärkeä osa ajateltaessa rakennuksen energiatehokkuutta. Erityisesti rakennusvaiheessa täytyy kiinnittää huomiota rakenteiden välisiin liitoksiin ja läpivientien huolellisen tiivistämiseen sekä yleisesti rakennustyön huolellisuuteen. Rakennusvaipan sekä tilojen välisten rakenteiden täytyy olla niin tiiviitä, että mahdollisten vuotokohtien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset eivät aiheuta haittoja rakennuksen energiatehokkuudelle, rakenteille tai käyttäjille. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 10.)

Rakennusvaipan ilmanvuotoluku q_{50} saa olla enintään $4 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$. Mikäli laskelemissa käytetään pienempää ilmanvuotoluvun arvoa, täytyy ilmanpitävyys osoittaa mittauksella tai muulla hyväksyttävällä menetelmällä. Lämpöhäviöiden tasauslaskennassa ilmanvuotoluvun vertailuarvo on $2 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$. Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli ilmanvuotolukuna käytetään suurempaa kuin kaksi, täytyy suuremman ilmanvuodon aiheuttama lämpöhäviö tasata jotakin muuta keinoa käytämällä. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 12.)

2.5 Rakennuksen lämpöhäviöt ja vertailuarvot

Hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon lämpöhäviöitä on rajoitettu. Rakennuksen kokonaislämpöhäviö saa olla korkeintaan yhtä suuri kuin Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012 määritellyillä vertailuarvoilla laskettu vertailulämpöhäviö. Vaipan rakennusosille on asetettu lämmönläpäisykertoimien eli U-arvojen vertailuarvot, jotka on esitetty taulukossa 2. Rakennuksen vaippaan kuuluvan seinän, yläpohjan ja alapohjan tai puolilämpimään tilaan rajoittuvan rakennusosan lämmönläpäisykerroin saa kuitenkin olla enintään $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Lämpimän tilan ikkunan, oven tai umpinaisen savunpoisto- ja uloskäyntiluukun lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ja puolilämpimän $2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 11.)

TAULUKKO 2. Lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 13)

Lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot:	
seinä	0,17 W/(m ² K)
hirsiseinä (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm)	0,40 W/(m ² K)
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/(m ² K)
ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)	0,17 W/(m ² K)
maata vasten oleva rakennusosa	0,16 W/(m ² K)
ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- tai uloskäyntiluukku	1,00 W/(m ² K)
Puolilämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot:	
seinä	0,26 W/(m ² K)
hirsiseinä (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm)	0,60 W/(m ² K)
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,14 W/(m ² K)
ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)	0,26 W/(m ² K)
maata vasten oleva rakennusosa	0,24 W/(m ² K)
ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- tai uloskäyntiluukku	1,40 W/(m ² K)

Vertailuarvo rakennuksen yhteenlasketulle ikkunapinta-alalle on 15 % rakennuksen kokonaan tai osittain maanpäällisten kerrosten kerrostasoalojen summasta, mutta se saa olla kuitenkin enintään 50 % rakennuksen julkisivupinta-alasta. Ikkunoiden ja ovien pinta-ala tulee laskea kehän ulkomittojen mukaan. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 14.)

Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen vertailuarvona käytetään 45 %:n hyötysuhdetta. Vertailtaessa suunnitteluratkaisua ja vertailulämpöhäviötä tulee käyttää samoja ilmavirtoja. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 15.)

Jonkin osatekijän lämpöhäviö voi olla vertailuarvoa suurempi, jolloin tämä täytyy kompensoida pienentämällä jonkin toisen osatekijän lämpöhäviötä vähintään yhtä paljon. Esimerkiksi vaipan osana voidaan käyttää paikoitellen lämmönläpäisyarvoltaan huonompaa rakennetta, jos rakenteen suurempi lämpöhäviö kompensoidaan käyttämällä muualla vaipan osassa lämmönläpäisyarvoltaan parempaa rakennetta tai esimerkiksi kompensoimalla lämpöhäviö käyttämällä paremmalla lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteella varustettua ilmanvaihtokonetta. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 12.)

2.6 Lämpöhäviöiden tasauslaskenta

Lämpöhäviöiden määräysten mukaisuus osoitetaan lämpöhäviöiden tasauslaskelmalla, joka tehdään erikseen lämpimille ja puolilämpimille tiloille. Tasauslaskelmassa verrataan suunnitellun rakennuksen lämpöhäviöitä vertailuratkaisun lämpöhäviöihin. Suunnitellun rakennuksen lämpöhäviö saa olla korkeintaan samansuuruinen kuin vertailuratkaisun. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 12.)

Rakennuksen vaipan lämpöhäviöitä laskettaessa tarvitaan suunnitellun rakennuksen koko- ja rakenneratkaisutietoja. Tasauslaskennassa otetaan huomioon rakennusosissa esiintyvät säännölliset kylmäsillat, mutta ei rakenteiden välisiä liitoksia. Säännölliset kylmäsillat otetaan huomioon rakennusosan lämmönläpäisykerroin eli U-arvossa. U-arvon laskentaan löytyy ohjeet Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta C4 Lämmöneristys Ohjeet 2012. Rakennuksen vaipan lämpöhäviöt lasketaan suunnitellulle rakennukselle sekä vertailuratkaisulle (kaava 1). (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 12.)

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \quad \text{KAAVA 1}$$

$$\sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}})$$

$\sum H_{\text{joht}}$ = rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö (W/K)

U = rakennusosan lämmönläpäisykerroin (W/(m²K))

A = rakennusosan pinta-ala (m²)

Rakennuksen vuotoilman lämpöhäviö saadaan kaavasta 2 (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 14).

$$H_{vuotoilma} = \rho_i c_{pi} q_{v,vuotoilma} \quad \text{KAAVA 2}$$

$H_{vuotoilma}$ = vuotoilman ominaislämpöhäviö (W/K)

ρ_i = ilman tiheys (1,2 kg/m³)

c_{pi} = ilman ominaislämpökapasiteetti (1000 Ws/(kgK))

$q_{v,vuotoilma}$ = vuotoilmavirta (m³/s)

Kaavassa 2 tarvittava vuotoilmavirta saadaan laskelmalla kaavasta 3. Vertailuratkaisun ilmanvuotolukuna q_{50} käytetään arvoa 2,0 m³/(hm²) ja suunnitteluratkaisun ilmanvuotoluku saa olla korkeintaan 4,0 m³/(hm²). (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 23.)

$$q_{v,vuotoilma} = \frac{q_{50}}{3600x} A_{vaijppa} \quad \text{KAAVA 3}$$

$q_{v,vuotoilma}$ = vuotoilmavirta (m³/s)

q_{50} = rakennusvaijan ilmanvuotoluku (m³/(hm²))

$A_{vaijppa}$ = rakennusvaijan pinta-ala (m²)

x = kerroin, joka on yksikerroksisille rakennuksille 35, kaksikerroksisille 24 ja kolmi- ja nelikerroksisille 20

3600 = kerroin, joka muuttaa ilmavirran m³/h yksiköstä m³/s yksikköön

Rakennuksen ilmanvaihdon lämpöhäviö lasketaan kaavan 4 mukaisesti (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 14).

$$H_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{v,poisto} t_d t_v (1 - \eta_a) \quad \text{KAAVA 4}$$

H_{iv} = ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö (W/K)

ρ_i = ilman tiheys (1,2 kg/m³)

c_{pi} = ilman ominaislämpökapasiteetti (1000 Ws/(kgK))

$q_{v,poisto}$ = standardikäytön mukainen laskennallinen poistoilmavirta (m³/s)

t_d = ilmanvaihtojärjestelmän keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde (h/24h)

t_v = ilmanvaihtojärjestelmän viikoittainen käyntiaikasuhde (vrk/7vrk)

η_a = ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde, joka on lämmöntalteenottolaitteella vuodessa talteen otettavan ja hyödynnettävän energian suhde ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaan energiaan ilman lämmöntalteenottoa

Koska pientaloilla käyttöaika on 24 tuntia vuorokaudessa ja seitsemän päivää viikossa, supistuvat kaavoista kertoimet t_d ja t_v pois. Laskettaessa vertailulämpöhäviötä sekä suunnitteluratkaisun lämpöhäviöitä tulee käyttää samoja rakennuksen standardikäytöllä laskettuja ilmavirtoja. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 15.)

2.7 Energialaskennan lähtötiedot

Energialaskenta lasketaan suunnitellun rakennuksen standardikäytölle. Energiankulutusta laskettaessa ei siis käytetä kulutuksen todellisia arvoja, vaan rakennuksen kokoon ja pinta-alaan perustuvia oletettuja kulutusarvoja. Näin kulutukseksi saadaan sama, riippumatta rakennuksen käyttäjien energiakulutustotumuksista. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 6.)

E-luvun laskentaan tarvittavat standardikäytön ulkoilman säätiedot, sisäilmasto-olosuhteet sekä sisäisten lämpökuormien lähtöarvot löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D3 Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012, ja muut laskentaan tarvittavat tiedot saadaan laskettavan rakennuksen suunnitteluasiakirjoista. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 8.)

Kulutusarvojen laskenta pohjautuu rakennuksen lämmitettyyn nettoalaan eli A_{netto} , joka on lämmitettyjen kerrostasoalojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Lämmitetty nettoala voidaan myös laskea vähentämällä ulkoseinien rakennusosa-ala bruttoalasta. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 5.)

2.8 Määräysten mukaisuuden osoittaminen

Rakennuksen suunnitteluvaiheessa on tehtävä energiaselvitys. Energiaselvitys tulee päivittää ja pääsuunnittelijan on varmennettava se ennen kuin rakennus otetaan käyttöön. Energiaselvitys sisältää yleensä (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 26):

- rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen eli E-luvun laskennan
- energialaskennan lähtötiedot ja tulokset
- lämpöhäviöiden tasauslaskelman
- lämmitystehon mitoitustilanteessa
- energiatodistuksen.

Laskentatyökaluille on asetettu vaatimukseksi laskea vähintään lämmitysenergian nettotarve ja, mikäli rakennuksessa ei ole jäähdytystä, energialaskenta voidaan tehdä laskentatyökalulla, joka perustuu kuukausitason laskentamenetelmään. Kuukausitason laskentamenetelmästä löytyvät ohjeet Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta, Ohjeet 2012. (Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011, 26.)

3 MUUTTOVALMIS-TALOMALLISTO

Opinnäytetyön tutkimuksen kohteena on Mammuttihirren Muuttovalmis-talomallisto. Mallisto käsittää yhteensä 15 talomallia. Vaihtoehtoina on 1-, 1½- ja 2-kerroksisia tasakertamallisia lamellihirsitaloja sekä lisäksi kolme 1½-kerroksisesta mallista muunnettua yläkertavarausmallia. (Muuttovalmis-talomallisto. 2012.)

Tasakertamallilla tarkoitetaan hirsitaloa, jossa hirsiseinien yläpintojen taso on sama jokaisella seinällä ja yläpuolinen osa on rankarakenteinen. Yläkertavarausmallilla tarkoitetaan 1-kerroksista talomallia, jossa esimerkiksi ristikkosuunnittelussa on otettu huomioon varaus 2. kerroksen käyttöönottoa varten myöhemmässä vaiheessa. (Nylander 2012.)

Mammuttihirren tarjoamia talomalleja on rajattomasti, koska myös asiakkaan oman mallin mukaisen paketin toimitus on yleistä, mutta Muuttovalmis-talomallisto on hyvä otanta eri vaihtoehtoista. Koska kyseistä mallistoa myös myydään paljon, tulisi olla valmiina vakioratkaisut, joilla mallisto täyttää uudet energiamääräykset.

Muuttovalmiiseen talopakettiin kuuluu tarvikkeineen ja asennuksineen melkein kaikki, mitä talon rakentamiseen tarvitaan. Liitteessä 1 on Muuttovalmis-talomalliston tarkempi toimitussisältö. Asiakkaan omaksi työksi jäävät esimerkiksi tontin raivaus, maatyöt, ulkopuolinen maalaus, sisäpuoliset varusteet (esimerkiksi verhotangot), siivous ja pääsuunnittelu. (Muuttovalmis-hinnasto ja toimitussisältö. 2012, 1.)

3.1 Muuttovalmis-talomallit

Muuttovalmis-talomalliston mallien kerrosalat vaihtelevat 107–203 m²:n välillä ja huoneistoala on 96–186 m²:n välillä (taulukko 3). Esimerkin vuoksi liitteenä perspektiivikuvat ja pohjapiirustukset jokaisesta kerroslukumallista (liite 2). Esimerkkimalleiksi on valittu 1-kerroksinen Kissankulma, 1,5-kerroksinen Tornikammari, 1-kerroksinen yläkertavarauksella varustetuista Kotikontu ja 2-kerroksinen Linnunrata. Ajankohtaista tietoa mallistosta sekä esimerkiksi hinnat

löytyvät Mammuttihirren nettisivuilta osoitteesta www.mammuttihirsi.fi. (Muuttovalmis-talomallisto. 2012.)

TAULUKKO 3. Muuttovalmis-talomalliston mallit ja pinta-alat

Kerroslukku	Malli	Kerrosala m ²	Huoneistoala m ²	Huoneita
1	Rohkelikko	155	141	4H+K
1	Kissankulma	147	133,5	5H+K
1	Aarresaari	119	107	4H+K
1	Kultalampi	150	135	5H+K
1	Metkula	140	128	5H+K
1	Pikkuhukka	107	96	3H+K
1	Ruusutarha	125	112,5	4H+K
1+yk.var	Melukylä_yk.var	109	98	3H+K
1+yk.var	Kotikontu_yk.var	127	116	4H+K
1+yk.var	Huvikumpu_yk.var.	123	112	3H+K
1,5	Huvikumpu	199	184	7H+K
1,5	Tornikammari	203	186	5H+K
1,5	Kruunupuisto	169	156	5H+K
1,5	Onnenkehto	168	151	5H+K
1,5	Kotikontu	187	165	6H+K
1,5	Melukylä	158	137	5H+K
2	Pilvilinna	188	167	6H+K
2	Linnunrata	181	160	6H+K
	Keskiarvo	153	138	

3.2 Käytetyt vakiorakenteet, ilmanvuotoluku ja lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

Uusien energiamääräysten täyttymisen tutkiminen aloitetaan käyttämällä rakenteita, joilla vanhat määräykset ovat täyttyneet. Liitteessä 3 on esitetty rakenteiden detaljipiirustukset.

Hirsiseinärakenteet

Ulkoseinärakenteena käytetään 270x218 lamellihirttä, jonka U-arvo on 0,41 W/m²K. Kun hirsiseinää vasten on koolattu saunan seinä tai esimerkiksi keittiökaapiston tausta, voidaan 48x48 koolausväli lisäeristää puukuitueristeellä, ja U-arvo paranee 0,28 W/m²K:iin. Märkätilojen ollessa ulkoseinällä suunnitellaan vakioratkaisuna tiiliseinä hirsiseinää vasten, jolloin hirsiseinän ja tiiliseinän välinen 30 mm:n rako voidaan niin ikään lisäeristää, jolloin U-arvo on 0,30 W/m²K.

Rankarakenteiset seinärakenteet

1½-kerroksisissa malleissa käytetään toisen kerroksen päätyseinärakenteena puurankarakenteista seinää, jonka rakenne ulkoapäin lueteltuna on seuraavanlainen: 20 mm:n hirsipaneeli, 22x100 tuuletusrakolaudat, 12 mm:n tuulensuojalevy, 48x148 runko, 48x48 lisäkoolaus, rakennuspahvi ja sisäverhouksena käytettävä hirsipaneeli. Runko ja lisäkoolaus eristetään puukuitueristeellä ja näin lämmöneristeen kokonaispaksuus on noin 200 mm ja rakenteen U-arvoksi saadaan 0,20 W/m²K. Seinän kokonaispaksuus on 270 mm eli sama kuin alapuolisen hirsiseinän, joten se istuu hyvin hirsiseinän päälle.

Toisen kerroksen sivuseinillä käytetään samantapaista rakennetta kuin päädyissä, mutta ristikon pystysauvana käytetään 42x198 puutavaraa, jolloin eristepaksuutta saadaan kasvatettua noin 250 mm:iin ja U-arvoksi tulee 0,16 W/m²K.

Rankarakenteisen seinän sisäverhousmateriaalina voidaan käyttää hirsipaneelin sijasta esimerkiksi kipsilevyä, mutta tällä ei ole vaikutusta U-arvoon. Myös ulkoverhouksena voidaan käyttää muuta kuin suosittua hirsipaneelia, mutta tälläkään ei ole vaikutusta, koska ulkoverhous on tuuletusraon ulkopuolella eikä näin ollen vaikuta U-arvon laskentaan.

Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Yläpohjassa käytetään vakioratkaisuna 400 mm:n eristepaksuutta. Käytettäessä puukuitueristettä rakenteen U-arvo on 0,10 W/m²K. Katemateriaalivaihtoehtoja ovat tiili-, pelti- ja huopakate, mutta tällä ei ole merkitystä U-arvoon.

Ikkunat

Vakioratkaisuna käytetään MSE-tyyppisiä Pihla Varma -puualumiini-ikkunoita. Näiden ikkunoiden U-arvo vaihtelee 1,0–1,1 W/m²K:n välillä lasituksesta ja ikkunan koosta riippuen. Laskelmissa kuitenkin käytetään U-arvona 1,1 W/m²K eli huonompaa arvoa, koska erolla on lopputulokseen vähäinen merkitys ja aiheuttaisi aikaa vievää lisätyötä selvittää tarkka U-arvo erikseen jokaisesta ikkunasta.

Ovet

Ulko-ovina käytetään Kaskipuun laajaa ovimallistoa, jonka U-arvot ovat noin 1,0 W/m²K vakiorakenteella.

Alapohjarakenteet

Vakioalapohjarakenteena käytetään maanvaraista betonilaattaa. Betonilaatan paksuus on 85 mm ja alapohjaeristeenä käytetään EPS 100 eli polystyreenimuovia eristepaksuudella 250 mm. Näin U-arvoksi saadaan 0,10 W/m²K.

Tiiveysluku

Ilmanvuotolukuna on käytetty arvoa 4,0 l/h, koska se on pienin arvo, josta ei tarvitse vielä tehdä tiiveysmittausta valmiista rakennuksesta. Näin vältetään mitauksen aiheuttamilta lisäkuluilta.

Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

Tarvittava ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde vaihtelee eri kohteiden välillä ja selviää tehtäessä lämpöhäviölaskelmaa. Tarvittava vuosihyötysuhde on yleensä ollut kohteesta riippuen 50–60 %:n luokkaa. Vuosihyötysuhteen ylärajana on kuitenkin pidetty 70 %:a.

4 ENERGIAMÄÄRÄYSTEN TÄYTTYMISEN TUTKIMINEN

Selvitettäessä energiamääräysten täyttymistä jokaisesta Muuttovalmistalomalliston mallista kerätään lähtötiedot, joiden perusteella suoritetaan lämpöviölaskelman laatiminen ja E-luvun eli rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen laskeminen. Laskeminen aloitetaan nykyisten määräysten täyttävillä rakenteilla ja tuotevalinnoilla. Kun huomataan, että jokin talomalli ei täytä uusia määräyksiä, sen vaipparakenteita sekä muita laskelmiin vaikuttavia tekijöitä, kuten tiiveyslukua ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta, parannetaan vähitellen, jotta saataisiin selville Mammuttihirren näkökannalta katsottuna optimaalisin määräykset täyttävä ratkaisu.

4.1 Lähtötietojen kerääminen

Jokaisesta mallista kerätään mallikohtaiset tiedot, joita tarvitaan lämpöviölaskelmaan ja/tai E-luvun laskentaan. Jokaisesta mallista lasketaan ulkoseinä-, yläpohja- sekä alapohjapinta-alat kaikilta erilaisilta rakenneratkaisuilta. Pinta-alat lasketaan kokonaissisämittojen mukaan. Esimerkiksi seinän korkeudeksi katsotaan yläpohjan alapinnan ja alapohjan yläpinnan välinen etäisyys sekä leveydeksi seinän sisäpinnan nurkan etäisyys seuraavaan seinän sisänurkkaan.

Ikkunoiden ja ovien moduulikoot ja lukumäärät lasketaan ja syötetään Excel-laskentapohjaan, johon lisäksi määritetään ikkunoiden ilmansuunnat. Laskentapohja vähentää automaattisesti ikkunoiden ja ovien pinta-alat seinäpinta-alasta.

Laskennan lähtötietoihin tarvitaan myös rakennuksen pinta-ala- ja tilavuustietoja. Kerrostasoala lasketaan ulkoseinien ulkopintojen mukaan vähentäen siitä muut kuin vähäiset aukot, esimerkiksi porrasaukkoa ei vähennetä. Rakennustilavuus lasketaan ulkoseinien ulkopintojen, yläpohjan yläpinnan ja alapohjan alapinnan mukaan. Kun yläpohja liittyy vesikattoon ilman ullakkoa, katsotaan rakennustilavuutta rajoittavaksi pinnaksi vesikaton yläpinta suojauksineen.

Ilmatilavuudella tarkoitetaan sanansa mukaisesti lämmitettävän ilmatilan tilavuutta. Se lasketaan keskimääräisen huonekorkeuden ja sisämittojen mukaan lasketun huonealan tulona, vähentäen tilavuudesta väliseinien ja välipohjan tila-

vuuden. Tilavuudet lasketaan erikseen lämpimille ja puolilämpimille tiloille sekä sellaisille tiloille, joille ei ole asetettu ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vaatimusta.

E-luvun laskennassa tarvitaan rakennusosien välisten kylmäsiltojen pituudet eriteltyinä. Rakennusosien välisten kylmäsiltojen lisäkonduktanssin ohjearvo vaihtelee eri runkomateriaalien välillä (taulukko 4). Rakenteiden välisten viivamaisten kylmäsiltojen aiheuttama lämpöhäviö saadaan kertomalla kylmäsiltojen pituus sille ominaisella lisäkonduktanssin arvolla ja summaamalla näistä johtuvat lämpöhäviöt yhteen. Esimerkiksi betonirakenteisen maanvastaisen alapohjan ja hirsiseinän liitoksen lisäkonduktanssi on 0,11 W/(mK) ja hirsirakenteisten ulkoseinien välisen sisänurkan liitoksen lisäkonduktanssi on -0,05 W/(mK).

TAULUKKO 4. Viivamaisten kylmäsiltojen aiheuttaman lisäkonduktanssin ohjearvoja eri rakenteiden välisille liitoksille (Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, Ohjeet 2012. Luonnos 27.10.2011, 18)

Liitosmateriaali:	Seinäateriaali:	
	Hirsi [W/mK]	Puu [W/mK]
Puurakenteinen yläpohja	0,04	0,05
Puurakenteinen välipohja	0	0,05
Betonirakenteinen alapohja, maanvastainen	0,11	0,08
Puurakenteinen alapohja, ryömintätilalla	0,09	0,06
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka	0,05	0,04
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka	-0,05	-0,04
ikkuna- ja oviliitos, lämmöneristeen kohdalla	0,04	0,04

Taulukossa 4 esitettyjen viivamaisten kylmäsiltojen lisäkonduktanssien ohjearvojen tarkkuus on 1–1,5-kertainen todellisiin arvoihin nähden. Energiaoptimoinnin takia on kannattavaa tulevaisuudessa tehdä vakiorakenteiden välisistä liitoksista laskennallinen tarkastelu. Numeerisella laskennalla päästään tavallisesti ± 5 %:n tarkkuuteen. Ohjeet laskentaan löytyvät Ympäristöministeriön julkaisemasta Viivamaisten lisäkonduktanssien laskentaoppaasta. Liitokset voidaan mallintaa ja tehdä numeerinen tarkastelu tarkoitukseen sopivalla ohjelmalla.

Laskentaohjelman vähimmäisvaatimuksena on kaksiulotteisen lämpötilakentän laskentamahdollisuus jatkuvuustilassa. Soveltuvia ohjelmia ovat esimerkiksi Therm, Comsol ja Heat. Ohjelmat jaetaan yleiskäyttöisiin ja yksinkertaisempiin johtumislämmönsiirron ohjelmiin. Soveltuvat laskentaohjelmat on mainittu kyseisessä oppaassa. (Viivamaisten lisäkonduktanssien laskentaopas. 2012, 11, 13, 14.)

4.2 Lämpöhäviölaskimen päivitys

Mammuttihirren käytössä on Excel-laskentapohja lämpöhäviölaskelmien laatimista varten. Laskentapohjassa on erillisiä välilehtiä esimerkiksi alapohjan U-arvon laskentaa varten. Laskentapohjassa on myös erillinen välilehti energialaskennan lähtötiedoille, johon kerätään myös E-luvun laskennassa tarvittavat tiedot, jotka eivät ilmene itse lämpöhäviölaskelmasta. Osana opinnäytetyötä päivitetään laskentapohja vastaamaan nykyisiä tarpeita. Liitteestä 4 löytyvät esimerkkimallien lämpöhäviölaskelmista asiakkaille tulostettavat ja rakennuslu-pahakemukseen liitettävät sivut sekä energialaskentaa varten tulostettava energialaskennan lähtötiedot -sivu.

Lämpöhäviölaskelman etusivulle (kuva 4) on lisätty rakennustyyppin vaihtoehtoiksi

- erillinen pientalo
- loma-asunto, johon ei ole suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettua lämmitysjärjestelmää
- loma-asunto ympärivuotiseen käyttöön
- loma-asunto ympärivuotiseen käyttöön, mutta jota ei ole tarkoitettu majoi-tuselinkeinon harjoittamiseen.

Makrot on poistettu käytöstä. Ota sisältö käyttöön	
Rakennustyyppi	
C	D
Rakennuskohde:	Kohde Katuosoite postinumero ja postitoimipaikka
Rakennustyyppi:	Rakennustyyppi Rakennustyyppi Erillinen pientalo Loma-asunto, johon ei ole suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettua Loma-asunto ympärivuotiseen käyttöön Loma-asunto ympärivuotiseen käyttöön, mutta jota ei ole tarkoitettu m...
Pääsuunnittelija:	
Tasauslaskelman tekijä:	
Päiväys:	
Tulos: Suunnitteluratkaisu	#JAKO/0! 22.12.2008 arvoja
Rakennuksen yleistiedot	(määräykset voimaan 2012)
Rakennustilavuus	rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasoalat yht.	krs-taso-m ²

valitse luettelosta tai kirjoita muu vaihtoehto suoraan soluun

KUVA 4. Rakennustyyppin valinta lämpöhäviölaskelmaa tehtäessä

Käytännössä kaikki Muuttovalmis-talomalliston mukaan toimitettavat talot luokitellaan erillisiksi pientaloiksi, mutta laskentapohjaa käytetään myös muiden mallien lämpöhäviövaatimusten täyttämisen esittämiseen. Rakennustyyppi on tärkeä esittää, koska määräysten vaatimustaso on erilainen.

Tulostettavalle lämpöhäviölaskelman sivulle on lisätty lämmitettävä nettoala, jota tarvitaan E-luvun laskentaan. Energialaskennan lähtötiedot -välilehdeltä löytyvät tiedot rakennuksessa käytettävästä lämmitysjärjestelmästä sekä tiedot mahdollisesta takasta ja ilmalämpöpumpusta. Välilehdelle myös merkitään tieto mahdollisesta lämpimän käyttöveden kiertoputkesta.

Ikkunoiden ja ovien moduulikoot sekä ikkunoiden ilmansuunnat merkitään niille tarkoitetuille välilehdille. Excel-taulukko laskee automaattisesti ikkunoiden ja ovien sekä ulkoseinän välisten kylmäsiltojen pituudet energialaskennan lähtötiedot -sivulle. Muiden rakenteiden välisten liitosten ja seinien nurkkien kylmäsiltojen pituudet täytyy laskea manuaalisesti, mutta myös näille on varattu paikka energialaskennan lähtötiedot -välilehdeltä.

4.3 Lämpöhäviölaskelma

Lämpöhäviölaskelman laatiminen ei ole paljoa muuttunut edellisiin määräyksiin verrattuna. Jokaisesta rakennuksesta lämpöhäviölaskelma on kuitenkin laadittava ja osoitettava näin lämpöhäviövaatimusten täytyminen. Lämpöhäviölaskelma ja sen liitteenä toimitettava energialaskennan lähtötiedot -lomake toimivat

lähtötietopohjana energialaskentaa varten. Liitteestä 4 löytyvät lämpöhäviölaskelmat sekä lähtötiedot energialaskentaa varten esimerkkimalleista Kissankulma, yläkertavarauksella varustettu Kotikontu, Tornikammari, ja Linnunrata.

4.4 Rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen laskenta

Tässä opinnäytetyössä rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen eli E-luvun laskenta suoritetaan alihankintana, käyttäen Vesitaito Oy:tä eli samaa alihankkijaa kuin Mammutihirsi aikoo jatkossakin käyttää. Alihankkijan käyttöön päädyttiin laskentatyökalun puuttuessa. Vesitaito Oy:n käytössä on energialaskentaan soveltuva DOF-Energia-ohjelma, joka noudattaa kuukausitason laskentaa.

E-luvun laskentaa varten alihankkijalle toimitetaan kaikista malleista rakennuspiirustukset, lämpöhäviölaskelma sekä energialaskennan lähtötiedot, joista selviävät kaikki laskelmissa tarvittavat rakennuskohtaiset tiedot. Alihankkija laskee ja toimittaa annettujen lähtötietojen perusteella E-luvun ja energiatodistuksen. Liitteessä 5 on osa esimerkkimallien kokonaisenergiankulutuksen laskelmista, jotka saadaan alihankkijalta. Laskelmat tekevää ohjelmaa ei ole vielä tässä vaiheessa hiottu lopulliseen muotoonsa, koska lopulliset määräykset eivät ole vielä ilmestyneet.

4.4.1 Ensimmäisen vaiheen E-luvun laskenta

Ensimmäisen vaiheen E-luvun laskenta tehdään helmikuussa 2012, 27.10.2011 ilmestyneiden luonnosten perusteella. Laskenta aloitetaan ennen lopullisten määräyksien ilmestymistä, koska lopullisten määräysten ilmestymisajankohta ei ole tiedossa ja tarvitaan tuloksia, jotta osataan valmistautua oikein määräysten aiheuttamiin muutoksiin.

Ensimmäisen vaiheen E-luvun laskenta suoritetaan Mammutihirren vakiorakenteilla, jotka mainittiin jo luvussa 3.2, tiiveysluvulla 4,0 1/h ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteella 70 %. Lämmitysvaihtoehtoina käytetään seuraavia lämmitysmuotoja tai niiden yhdistelmiä:

- kaukolämpö
- maalämpöpumppu
- vesi-ilmalämpöpumppu + takka

- puu
- sähkö + ilmalämpöpumppu + takka.

Myös poistoilmalämpöpumppu oli tarkoitus ottaa mukaan laskelmiin yhdeksi lämmitysmuodoksi, mutta tämän osalta on energiamääräysten luonnoksissa huomattu laajalti epäselvyyttä laskentasäännöissä ja -tavoissa. Virheellisen tuloksen välttämiseksi kyseinen vaihtoehto on jätetty pois laskuista. Ympäristöministeriöön on lähetetty palautetta asian tiimoilta usealta taholta ja näin ollen on todennäköistä, että asia selkeytyy lopullisiin määräyksiin. Asian selvittyä täytyy tehdä laskelmat myös kyseisen lämmitysjärjestelmän osalta.

Osalle lämmitysjärjestelmistä on otettu avuksi ilmalämpöpumppu ja takka, joista saa laskennassa helpotusta, koska laskenta ei ole muuten näyttänyt menevän lävitse. Vuositasolla helpotus on 2 000 kWh takasta ja 1 000 kWh ilmalämpöpumpusta. Tästä johtuen E-luvut eivät ole täysin vertailukelpoisia toisiinsa nähden. Lisäksi muutamassa mallissa, pääasiallisen lämmitysjärjestelmän ollessa vesi-ilmalämpöpumppu, on otettu avuksi ilmastoinnin vesikiertoinen jälkilämmityspatteri, koska E-luvun raja-arvo on alitettu sen avulla.

Taulukossa 5 on esitetty jokaisen Muuttovalmis-talomalliston mallin E-luku eri lämmitysmuodoilla laskettuna sekä E-luvun raja-arvo. Raja-arvon alittavat tulokset on merkitty vihreällä ja rajan ylittävät arvot punaisella. Tuloksista nähdään, että kaikki mallit menevät laskennasta läpi käytettäessä lämmitysjärjestelmänä kaukolämpöä, maalämpöpumppua tai puuta. Suurin osa malleista täyttää määräysten vaatimukset myös vesi-ilmalämpöpumpun ja takan yhdistelmällä. Tällä lämmitysjärjestelmällä viidessä mallissa jouduttiin ottamaan lisäksi käyttöön vesikiertoinen jälkilämmityspatteri, mutta kaksi mallia ylitti silti E-luvun raja-arvon. Lisäksi laskettiin mallisto lämmitysvaihtoehdolla, jossa pääasiallinen lämmitysjärjestelmä on sähkökäyttöinen ja lisäksi käytössä on ilmalämpöpumppu ja takka. Mikään malli ei täyttänyt määräyksiä tällä lämmitysmuodolla.

TAULUKKO 5. Ensimmäisen vaiheen E-luvun laskennan tulokset

krs	malli	KL	MLP	VILP+T	Puu	S+ILP+T	Raja-arvo
1	Aarresaari	172	165	200	172	261	229
1	Pikkuhukka	174	167	203	175	264	229
1	Ruusutarha	175	167	204	175	269	229
1	Metkula	172	164	199	170	264	219
1	Kissankulma	173	165	201	171	268	211
1	Kultalampi	173	164	200	171	268	207
1	Rohkelikko	171	163	198	169	264	201
1 + var	Huvikumpu YK	155	148	178	152	235	184
1 + var	Melukylä YK	166	159	193	165	255	198
1 + var	Kotikontu YK	165	157	182*	163	255	186
1,5	Kotikontu	171	163	199	170	260	229
1,5	Melukylä	174	167	203	175	264	229
1,5	Huvikumpu	178	169	207	177	275	229
1,5	Kruunupuisto	161	154	186	159	246	186
1,5	Onnenkehto	167	159	185*	165	258	187
1,5	Tornikammari	164	156	180*	161	254	184
2	Linnunrata	176	166	195*	172	279	185
2	Pilvilinna	182	171	202*	178	291	186
	Keskiarvo	170,5	162,4	195,3	168,9	262,8	206,0
* = Vesikiertoinen jälkilämmityspatteri							
KL = Kaukolämpö							
MLP = Maalämpöpumppu							
VILP = Vesi-ilmalämpöpumppu							
T = Takka							
S = Sähkö							
ILP = Ilmalämpöpumppu							

Lämmitysjärjestelmistä keskiarvoltaan parhaimpiin tuloksiin päästiin maalämpöpumpulla E-luvun keskiarvolla 162 kWh/m² ja seuraavaksi parhaisiin puulla 169 kWh/m² ja kaukolämmöllä 171 kWh/m². Vesi-ilmalämpöpumpun ja takan sekä joissakin malleissa käytetyn ilmastoinnin vesikiertoisen jälkilämmityspatterin yhdistelmällä E-luvun keskiarvoksi tuli 195 kWh/m². Sähkölämmityksen, takan ja ilmalämpöpumpun yhdistelmällä mallien E-luvun keskiarvoksi saatiin 263 kWh/m² E-luvun raja-arvon keskiarvon ollessa 206 kWh/m².

Lämmitysmuotojen E-luvut eivät ole kuitenkaan täysin verrattavissa toisiinsa, koska takkaa ja ilmalämpöpumppua voidaan käyttää hyväksi myös muissa lämmitysjärjestelmissä kuin tässä laskelmassa on käytetty.

4.4.2 Laskentatulosten analysointi

Ensimmäisen vaiheen laskentatuloksia analysoidaan Excel-laskentataulukoon tehdyn suodattimen avulla (liite 6). Suodattimeen on laitettu jokaisen Muuttovalmis-talomallin kohdalle sen E-luvun laskentatulokset eri lämmitysmuodoilla, kerrosluku, lämmitetty nettoala, lämmin tilavuus, ikkunoiden pinta-ala, ikkunoiden prosentuaalinen osuus lämmitetystä nettoalasta, ikkunoiden ja ovien sekä ulkoseinän välisten liitosten aiheuttama lämpöhäviö, lisäeristämättömän hirsiseinän prosentuaalinen osuus ulkoseinäpinta-alasta sekä ulkoseinien, yläpohjan ja alapohjan välisten liitosten aiheuttamat lämpöhäviöt.

Jokaisen ominaisuuden kohdalla energiatehokkuuden kannalta suotuisin arvo on merkitty vihreällä ja epäedullisin punaisella. Väliin jäävissä arvoissa väri muuttuu lineaarisesti niin, että mediaani on valkoisella. Suodattimen avulla voidaan listata mallit suuruusjärjestykseen esimerkiksi ikkunoiden pinta-alan mukaan ja tarkastella, korreloiko kyseinen ominaisuus E-luvun muutoksen kanssa. Tämän perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä seikoista, jotka vaikuttavat suotuisasti tai epäsuotuisasti E-lukuun. Jonkin yksittäisen mallin laskentatuloksiin vaikuttaa tietenkin kokonaisuus, mutta tulosten perusteella pyritään seulomaan yhdistäviä tekijöitä esimerkiksi laskennassa huonoiten menestyneiden mallien välillä.

Kaksikerroksiset mallit, joissa ulkoseinät ovat kokonaan hirttä, eroavat huomattavasti muista malleista huonommalla E-luvulla. Kyseiset mallit poikkeavat muista malleista myös suuremmalla ikkunoiden suhteellisella pinta-alalla, joka molemmissa malleissa on noin 20 % lämmitetystä nettoalasta verrattuna muihin malleihin, joissa ikkunoiden osuus noin 10–18 %.

Koska kaksikerroksisissa malleissa on paljon ikkunapinta-alaa, kasvaa myös ikkunoiden ja ovien liitoksista aiheutuva viivamaisten kylmäsiltojen lämpöhäviö suuremmaksi kuin muissa malleissa. Kuitenkin alapohja-ulkoseinä, ulkoseinä-ulkoseinä sekä ulkoseinä-yläpohja välisten liitosten viivamaisten kylmäsiltojen aiheuttamat lämpöhäviöt ovat vastaavasti pienemmät kuin muissa malleissa. Taulukossa 6 on esitetty osa tarkastelussa käytetystä suodattimesta, ja siihen on korostettu liitosten aiheuttamia lämpöhäviöitä.

TAULUKKO 6. Osa E-luvun laskentatulosten tarkasteluun käytetystä suodattimesta

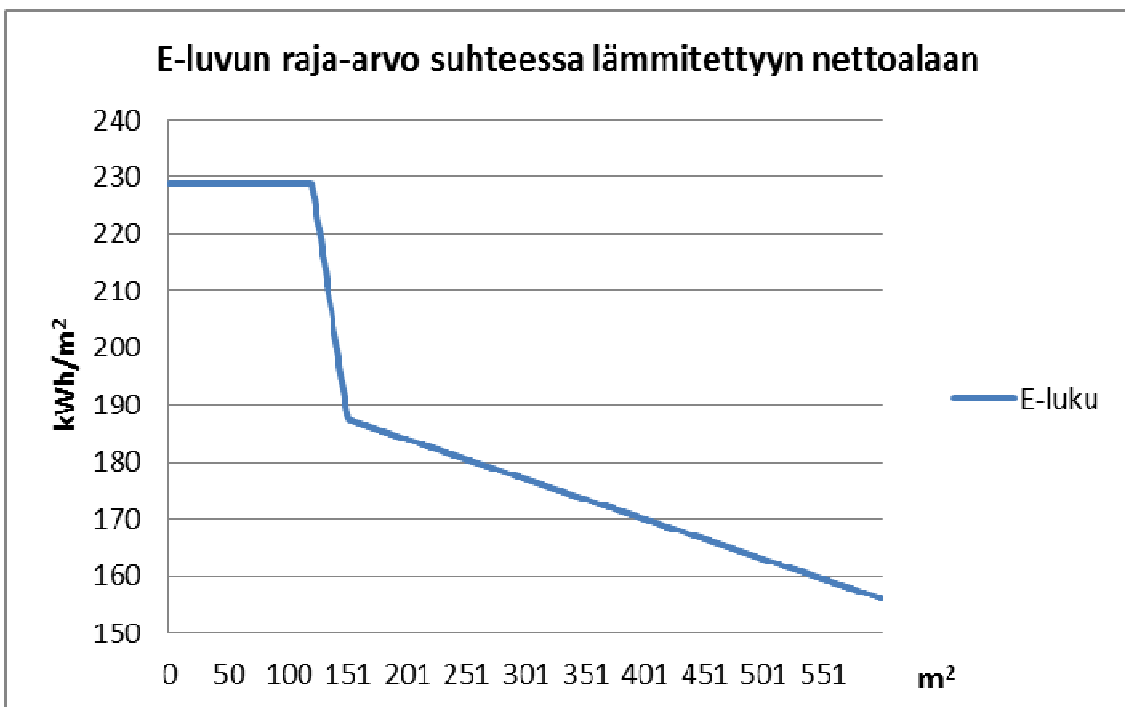
Kerrosluvu		E-luvun ero Sähkö + Ilmalämpöpumppu + Takka -lämm.jär. raja-arvoon	Muuttovalmismalli	lämmitetty nettoala [m ²]	lämmintilavuus [m ³]	ikkunapinta-ala [m ²]	ikkunoi ta nettoalasta	ikkuna- ja oviliitosten lämpöhäviöt [W/K]	yp, ap, us välisten liitosten lämpöhäviöt [W/K]	ikkuna, ovi, us, ap, yp liitosten lämpöhäviöt yhteensä [W/K]	Rakennusosien, tiiveyden ja ilmanvaihdon lämpöhäviöt [W/K]	ikkuna, ovi, us, ap, yp liitosten osuus kokonaislämpöhäviöistä	us, ap, yp liitosten osuus kokonaislämpöhäviöistä	ulkoseinästä lisäeristämätöntä hiirselinää
1	Aarresaari	-12 %		106	258	12,3	11,6 %	2,38	6,98	9,37	101,4	8,5 %	6,3 %	76 %
1,5	Kotikontu	-12 %		168	387	18,2	10,8 %	3,53	10,76	14,29	139,6	9,3 %	7,0 %	46 %
1	Pikkuhukka	-13 %		97	232	13,7	14,1 %	2,66	6,56	9,22	95,4	8,8 %	6,3 %	85 %
1,5	Melukylä	-13 %		142	338	17,6	12,4 %	2,94	9,42	12,37	121,8	9,2 %	7,0 %	48 %
1	Ruusutarha	-15 %		112	298	15,4	13,8 %	2,70	7,15	9,85	113,6	8,0 %	5,8 %	79 %
1	Metkula	-17 %		127	327	14,3	11,3 %	2,70	8,40	11,10	121,5	8,4 %	6,3 %	78 %
1,5	Huvikumpu	-17 %		198	486	27,3	13,8 %	4,24	10,74	14,99	159,9	8,6 %	6,1 %	56 %
1	Kissankulma	-21 %		133	354	18,9	14,2 %	3,30	8,73	12,03	132,1	8,3 %	6,1 %	70 %
1+	Melukylä YK	-22 %		98	232	14,0	14,3 %	2,75	6,59	9,35	96,6	8,8 %	6,2 %	85 %
1+	Huvikumpu YK	-22 %		111	309	19,7	17,7 %	2,57	7,03	9,59	123,3	7,2 %	5,3 %	87 %
1	Kultalampi	-23 %		136	357	20,3	14,9 %	3,58	8,09	11,67	136,7	7,9 %	5,4 %	80 %
1	Rohkelikko	-24 %		140	357	23,4	16,7 %	3,89	9,36	13,26	137,7	8,8 %	6,2 %	83 %
1,5	Kruunupuisto	-24 %		169	402	19,7	11,7 %	3,83	9,94	13,78	134,6	9,3 %	6,7 %	47 %
1+	Kotikontu YK	-27 %		115	277	15,6	13,6 %	3,01	7,31	10,33	110,6	8,5 %	6,0 %	84 %
1,5	Onnenkehto	-28 %		156	399	19,6	12,6 %	4,38	9,93	14,31	135,3	9,6 %	6,6 %	48 %
1,5	Tornikammari	-28 %		201	545	26,0	12,9 %	4,41	11,54	15,95	170,6	8,6 %	6,2 %	43 %
2	Linnunrata	-34 %		182	470	37,5	20,6 %	5,52	7,16	12,68	185,6	6,4 %	3,6 %	86 %
2	Pilvilinna	-36 %		170	479	34,2	20,1 %	5,52	6,98	12,50	181,1	6,5 %	3,6 %	80 %

Sekä 1- että 2-kerroksissa malleissa ulkoseinien, yläpohjan ja alapohjan välisen liitosten kylmäsiltojen aiheuttamat lämpöhäviöt ovat suuruudeltaan 6,5–8,7 W/K. Poikkeuksena on 1-kerrosmalli Rohkelikko, jossa arvo on 9,4 W/K. Sen sijaan 1,5-kerroksisissa malleissa, joissa on enemmän liitoksia, lämpöhäviöt ovat 9,4–11,5 W/K. Prosentuaalisesti 2-kerroksisissa malleissa ulkoseinä-, alapohja- ja yläpohjaliitosten aiheuttamien lämpöhäviöiden osuus on vain 3,6 % kokonaislämpöhäviöistä ja muissa malleissa 5,3–7,0 %.

Taulukosta 6 nähdään, että yhteenlaskettu viivamaisten kylmäsiltojen (sisältää myös ikkuna- ja oviliitokset) aiheuttama lämpöhäviö kokonaislämpöhäviöistä jää

2-kerroksisilla malleilla 6,4–6,5 %:iin, kun muilla malleilla sama osuus on 7,2–9,6 %. Tästä voidaan päätellä, että viivamaisten kylmäsiltojen aiheuttama lämpöhäviö ei ole ratkaisevassa asemassa näissä malleissa. Laskelmissa parhaiten menestyneellä mallilla (Kotikontu) oli jopa verrattain suurimmasta päästä oleva yhteenlaskettu viivamaisten kylmäsiltojen aiheuttama lämpöhäviö.

Laskentatulosten perusteella huomataan yhteys mallin laajuustietojen ja E-luvun välillä. Lämmitetty nettoala ja lämmitetty ilmatila ovat suoraan verrannollisia toisiinsa, ja näiden kasvaessa voidaan huomata myös E-luvun kasvaminen. Tämä johtuu esimerkiksi lämmityksen tarpeen kasvamisesta. Lämmitetty nettoala toimii E-luvun laskennassa jakajana, mutta sen kasvaminen vaikuttaa E-lukuun epäsuotuisasti, koska E-luvun raja-arvo on sidottu rakennuksen lämmitettyyn nettoalaan niin, että E-luvun raja-arvo on tiukempi suurilla rakennuksilla. E-luvun raja-arvon sidonnaisuus lämmitettyyn nettoalaan on esitetty kuvassa 5. Kuvan pystyakselilla on E-luku ja vaaka-akselilla lämmitetty nettoala.



KUVA 5. E-luvun raja-arvon suhde lämmitettyyn nettoalaan

Rakennuksen ollessa yksikerroksinen on yleensä lisäeristämätöntä hirsiseinää enemmän suhteessa lisäeristettyyn hirsiseinään tai rankarakenteiseen ulkoseinään. 1- ja 2-kerroksisilla malleilla, joissa ei ole rankarakenteista ulkoseinää,

lisäeristämättömän hirsiseinän osuus on 70–87 % seinäpinta-alasta, kun 1,5-kerroksisilla malleilla se on 43–48 %. Lisäeristämättömällä hirsiseinällä on huonompi U-arvo, mikä huonontaa näin omalta osaltaan laskentatulosta, mutta koska yksikerroksiset mallit ovat yleensä myös yksinkertaisia muodoltaan, tämä kompensoituu pienemmällä liitoksien välisten viivamaisten kylmäsiltojen aiheuttamalla lämpöhäviöllä.

Etsittäessä yhteisiä tekijöitä laskennassa parhaiten menestyneistä malleista hajonta oli suurta. Voidaan silti arvioida, että kun malli on kooltaan pienemmästä päästä ja ikkunapinta-alaa kohtuullisesti täyttyvät määräykset helpommin. Tämä johtuu siitä, että nettoalan ollessa pieni E-luvun raja-arvo on suhteellisesti suurempi ja lämmitysenergiaa kuluttavaa lämmitettävää ilmatilaa on yleensä vähemmän. Poikkeuksena voi olla 1,5- tai 2-kerroksiset rakennukset, joissa välipohjassa on enemmän kuin vähäisiä aukkoja esimerkiksi olohuoneen kohdalla. Lisäksi jos huonomman U-arvon omaavaa ikkunapinta-alaa on kohtuullisesti, ikkunoista aiheutuvat lämpöhäviöt sekä ikkunoiden liitosten viivamaisten kylmäsiltojen aiheuttamat lämpöhäviöt pysyvät pienempinä.

Laskentaan vaikuttavat oleellisesti rakennuksen koko ja laajuus. Nämä ovat kuitenkin mallikohtaisia ominaisuuksia, joita muuttamalla koko malli muuttuisi. Muuttovalmis-talomalliston malleja täytyy lähteä parantamaan muulla keinoin. Tulevaisuudessa kehiteltäessä uusia malleja kannattaa rakennuksen muodon ja ikkunapinta-alan vaikutus energiatehokkuuteen ottaa huomioon jo malliston suunnitteluvaiheessa.

4.4.3 Muutosehdotukset

Rakeneratkaisujen ja muiden energiatehokkuuteen vaikuttavien asioiden parannusehdotuksia miettiessä on otettava huomioon hinta-laatusuhde, jolla tarkoitetaan saavutettavaa energiatehokkuuden parannusta verrattuna parannuksen hintaan. Lisäksi täytyy ottaa huomioon parannuksen vaatima työ tai muu esimerkiksi ulkonäköön tai asennettavuuteen liittyvä seikka. Muutosehdotusten täytyy olla myös hyvän rakennustavan mukaisesti toteutettavissa. Tässä opinäytetyössä ei tehdä rakeneratkaisuille kustannuslaskentaa vaan käytetään hyödyksi Mammutihirren jo aiemmin tekemää kustannustarkastelua.

Koska kyseessä on hirsitalotehdas, joka toimittaa vuositasolla paljon malliston mukaisia pientaloja tehtaan toimintaa helpottaa, jos malliston rakenne- ja tuotesaratkaisuja muutetaan kautta linjan eikä mallikohtaisesti.

Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

Ensisijaisesti vuosihyötysuhteeseen vaikuttaa ilmanvaihtokoneen teho, mutta myös muut asiat. Vuosihyötysuhteeseen vaikuttaa muun muassa rakennuksen tilat ja tilavuus eli ilmamäärä, koska mitä enemmän ilmaa on vaihdettavana, sitä enemmän se vaatii tehoja koneelta ja näin hyötysuhde voi jäädä pienemmäksi, vaikka kone olisikin tehokas. Ilmanvaihtokoneen tulee vaihtaa vähintään puolet rakennuksen ilmamäärästä joka tunti, mutta lopulliset mitoitusilmavirrat määrää LVI-suunnittelija.

Vuosihyötysuhteeseen vaikuttaa myös sääalue, eli lämpimällä ilmastoalueella esimerkiksi Etelä-Suomessa sijaitsevan rakennuksen vuosihyötysuhteeksi saadaan parempi arvo kuin Pohjois-Suomessa, koska ulkoa otettava ilma on keskimäärin lämpimämpää kuin pohjoisessa eikä energiaa kulu niin paljon sen lämmittämiseen.

Pyörivän lämmönsiirtimen ansiosta Enerventin ilmanvaihtokoneilla lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi voidaan saada jopa 80 %. Vaihtelevien tekijöiden vuoksi lämpöhäviölaskelmaan ilmoitettavaan hyötysuhteeseen on syytä jättää pelivaraa. Tästä syystä lämpöhäviölaskelmaan ilmoitettavan ja laskelmissa käytettävän ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteena voidaan käyttää tapauskohtaisesti jopa 75 %.

Tiiveysluku

Hirsitaloteollisuus ry on kerännyt jo rakennettujen hirsitalojen tiiveysluvusta tietoa eri hirsitalovalmistajilta vuosien 2010 ja 2011 aikana. Mitattuja kohteita oli yhteensä 38 kappaletta. Mitattujen kohteiden keskihajonnaksi saatiin 0,53 1/h ja keskiarvoksi 1,5 1/h. (Tietopaketti hirsitaloja koskevista vuoden 2012 energiatehokkuusmääräyksistä. 2011, 3.) Jo rakennetuissa Mammuttihirren kohteissa on saatu tiiveysluvun keskiarvoiksi noin 1 1/h. Pientaloissa hyvä ilmanpitävyys on 1–3 1/h. (Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, Ohjeet 2012. Luonnos 27.10.2011, 21.)

Kun tiiveyslukuksi ilmoitetaan luku, joka on pienempi kuin 4 1/h, täytyy tiiveys todeta mittauksella tai muulla hyväksyttävällä menetelmällä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että Mammuttihirren täytyy tilata kohteeseen tiiveysmittaus, josta aiheutuu lisäkuluja. Tiiveysluvun pienennys on kuitenkin merkittävä tekijä laskelmissa. Koska mittaus on kuitenkin tehtävä, kannattaa tiiveysluku ilmoittaa niin pieneksi kuin mahdollista. Tiiveyslukuksi uskalletaan varmuudella luvata 1,5 1/h. Se on luku, jonka alle Mammuttihirsi tietää pääsevänsä, ja se on myös linjassa Hirsitaloteollisuus ry:n teettämien mittaustulosten kanssa.

Yläpohja

Yläpohjan eristepaksuutta voidaan lisätä. Ainakin yksikerrosmalleissa yläpohjan eristepaksuutta voidaan lisätä melkein rajattomasti, mutta täytyy miettiä, mikä on vielä järkevä eristepaksuus. Eristepaksuutta miettiessä täytyy ottaa huomioon rakennusfysikaaliset ilmiöt sekä lisäeristämisestä aiheutuvien kustannuksien suhde saatavaan energiatehokkuuden parannukseen.

Alapohja

Alapohjassa käytetään jo nyt 250 mm:n eristettä ja jo rakennuksen ympäröimään routivuuden estämiseksi alapohjan eristepaksuutta ei kannata enää lisätä. Mikäli alapohjan lämmönläpäisevyyttä vielä pienennetään, eli U-arvoa parannetaan, rakennuksen ympäröimään routaeristetyistä todennäköisesti täytyy lisätä, koska alapohjasta ei vapaudu riittävästi hukkalämpöä pitämään rakennuksen ympäröimään routimattomana. Ympäröimään routaeristykset eivät kuulu yleensä Muuttovalmistaloissa toimitukseen, eikä lisäroutaeristyksestä näin ollen aiheutuisi Mammuttihirrelle lisäkuluja, mutta asiakkaalle kyllä.

Ikkunat ja ovet

Ikkunoiksi ja oviksi voidaan valita lämmönläpäisyarvoltaan paremmat tuotteet. Ikkunoiksi voidaan valita Pihlan Termo-ikkuna U-arvolla 0,9 W/m²K tai Hybridi-ikkuna U-arvolla 0,76 W/m²K. Ulko-oviksi voidaan ottaa normiovien sijasta Kaskipuun Termo-ovet, joissa U-arvo vaihtelee 0,6–0,75 W/m²K.

Rankarakenteiset seinät

Toisen kerroksen päädyn rankarakenteiset seinät ovat nyt alapuolisen hirsiseinän kanssa saman paksuisia ja istuvat hyvin yhteen. Esimerkiksi jos mallissa on välipohjassa aukko ulkoseinän kohdalla, kulkee seinä samassa linjassa alhaalta ylös asti eikä seinien liitoskohtaan synny häiritsevää ulkonemaa. Tarvittaessa toisen kerroksen päätyseinässä voidaan käyttää paksumpaa 48x198 runkoa, jolloin myös eristepaksuus kasvaisi 50 mm. Näin päätyseinän U-arvoksi saataisiin sama kuin toisen kerroksen sivuseinillä eli 0,16 W/m²K.

Hirsiseinät

Hirsirakenteisten ulkoseinien U-arvoa voidaan parantaa lisäeristyksellä, mutta se ei ole tarkoituksen mukaista muuten kuin silloin, kun esimerkiksi keittiön koolattu kalustetausta, saunan koolattu seinä tai pesuhuoneen seinä ovat hirsiseinää vasten. Näissä tapauksissa lisäeristys on otettu huomioon jo ensimmäisessä laskentavaiheessa.

Ei ole kuitenkaan kustannustehokasta parantaa mallistoa kaikin mahdollisin keinoin, mikäli määräykset saadaan täyttymään vähemmälläkin. Joten parannetaan mallistoa jonkin verran ja suoritetaan uusi laskenta. Uusien tuloksien perusteella tehdään jatkotoimenpidepäätökset.

Yhteenveto edellä mainituista toisen laskentavaiheen rakenne- ja tuoteosaratkaisuksista sekä ehdotuksista uusiksi vakioratkaisuiksi on seuraavanlainen:

- ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde 70–75 %
- tiiveysluku 1,5 1/h
- yläpohjaeriste 400 mm, U-arvo 0,10 W/m²K (ei muutu)
- alapohjaeriste EPS 100 250 mm, U-arvo 0,10 W/m²K (ei muutu)
- Pihla Varma -ikkunat, U-arvo 1,0 W/m²K (ei muutu)
- Kaskipuu Termo -ulko-ovet, U-arvo 0,75 W/m²K
- 2. krs:n päädyt 200 mm:n eristeellä U-arvo 0,20 W/m²K (ei muutu)
- 2. krs:n sivuseinät 250 mm:n eristeellä U-arvo 0,16 W/m²K (ei muutu).

Jos toisessa laskentavaiheessa havaitaan malleja, joille voisi olla hyötyä vielä paremmista rakenneratkaisuista kokeillaan vielä seuraavien kohtien parannusta:

- yläpohjaeriste 600 mm, U-arvo 0,06 W/m²K
- Pihla Hybridi -ikkunat, U-arvo 0,76 W/m²K.

Edellä mainittua energiatehokkuudeltaan parempaa ratkaisua voidaan myös myydä asiakkaille, vaikkei periaatteessa olisikaan pakko, jos on tilanne, että halutaan parantaa energiatehokkuutta esimerkiksi paremman energiatodistuksen takia.

4.4.4 Toisen vaiheen E-luvun laskentatulosten analysointi

Toisen vaiheen kokonaisenergiankulutuksen laskenta tehtiin luvussa 4.4.3 ehdotetuilla uusilla vakioratkaisuilla. Taulukon 7 tuloksista nähdään, että nyt kaikki mallit täyttävät määräykset myös vesi-ilmalämpöpumpun ja takan yhdistelmällä. Linnunradassa ja Pilvilinnassa täytyy olla lisäksi vesikiertoinen jälkilämmityspatterit.

TAULUKKO 7. Toisen vaiheen E-luvun laskentatulokset uusilla vakiorakenteilla laskettuna

krs	malli	KL	MLP	VILP+T	Puu	S+ILP+T	Raja-arvo
1	Aarresaari	162	156	189	163	241	229
1	Pikkuhukka	164	159	192	166	245	229
1	Ruusutarha	164	158	191	164	248	229
1	Metkula	160	154	186	160	242	219
1	Kissankulma	162	156	189	162	248	211
1	Kultalampi	162	155	188	161	247	207
1	Rohkelikko	161	154	187	160	245	201
1 + var	Huvikumpu YK	142	138	164	140	210	184
1 + var	Melukylä YK	154	149	179	154	232	198
1 + var	Kotikontu YK	152	147	176	151	230	186
1,5	Kotikontu	161	155	187	161	241	229
1,5	Melukylä	164	159	192	165	245	229
1,5	Huvikumpu	166	160	194	166	252	229
1,5	Kruunupuisto	148	143	171	147	220	186
1,5	Onnenkehto	153	147	182	152	230	187
1,5	Tornikammari	150	144	174	148	228	184
2	Linnunrata	163	155	181*	160	254	185
2	Pilvilinna	167	158	186*	164	261	186
	Keskiarvo	158,6	152,6	183,8	158,0	239,9	206,0

* = Vesikiertoinen jälkilämmityspatteri

KL = Kaukolämpö

MLP = Maalämpöpumppu

VILP = Vesi-ilmalämpöpumppu

T = Takka

S = Sähkö

ILP = Ilmalämpöpumppu

Vaikka sähkö + ilmalämpöpumppu + takka -lämmitysyhdistelmän E-luku pieni keskimmäin 8,7 % ensimmäisen laskentavaiheen tuloksiin nähden, ei kyseinen lämmitysyhdistelmä vielä täytä sille asetettuja vaatimuksia. Taulukossa 8 on esitetty mallien toisen laskentavaiheen E-lukujen prosentuaaliset erot raja-arvoon nähden. Osassa malleista E-luku jää jopa 40 %:n päähän sallitusta arvosta. Malleja, joissa E-luku jää alle 10 % raja-arvosta, ovat Aarresaari, Melukylä, Pikkuhukka, Ruusutarha, Huvikumpu ja Kotikontu. Näille kokeiltiin laskentaa vielä luvussa 4.4.3 mainituin parempien rakenneratkaisujen kanssa eli yläpohjaeristettä lisättiin ja ikkunat vaihdettiin U-arvoltaan parempiin. Lisälaskenta teh-

tiin myös Linnunradalle ja Pilvilinnalle eli malleille, joissa vesi-ilmalämpöpumppu + takka -lämmitysyhdistelmällä lisäksi täytyi laittaa vesikiertoinen jälkilämmityspatteri. Lisälaskennan tulokset on esitetty taulukossa 9.

TAULUKKO 8. Toisen laskentavaiheen E-lukujen erot raja-arvoon nähden

krs	malli	KL	MLP	VILP+T	Puu	S+ILP+T
1	Aarresaari	29 %	32 %	17 %	29 %	-5 %
1	Pikkuhukka	28 %	31 %	16 %	28 %	-7 %
1	Ruusutarha	28 %	31 %	17 %	28 %	-8 %
1	Metkula	27 %	30 %	15 %	27 %	-11 %
1	Kissankulma	23 %	26 %	10 %	23 %	-18 %
1	Kultalampi	22 %	25 %	9 %	22 %	-19 %
1	Rohkelikko	20 %	23 %	7 %	20 %	-22 %
1 + var	Huvikumpu YK	23 %	25 %	11 %	24 %	-14 %
1 + var	Melukylä YK	22 %	25 %	10 %	22 %	-17 %
1 + var	Kotikontu YK	18 %	21 %	5 %	19 %	-24 %
1,5	Kotikontu	30 %	32 %	18 %	30 %	-5 %
1,5	Melukylä	28 %	31 %	16 %	28 %	-7 %
1,5	Huvikumpu	28 %	30 %	15 %	28 %	-10 %
1,5	Kruunupuisto	20 %	23 %	8 %	21 %	-18 %
1,5	Onnenkehto	18 %	21 %	3 %	19 %	-23 %
1,5	Tornikammari	18 %	22 %	5 %	20 %	-24 %
2	Linnunrata	12 %	16 %	2 %	14 %	-37 %
2	Pilvilinna	10 %	15 %	0 %	12 %	-40 %
KL = Kaukolämpö						
MLP = Maalämpöpumppu						
VILP = Vesi-ilmalämpöpumppu						
T = Takka						
S = Sähkö						
ILP = Ilmalämpöpumppu						

Taulukossa 9 esitetyistä lisälaskentatuloksista käy ilmi, että Pilvilinna tarvitsee edelleen vesikiertoisen jälkilämmityspatterin, mutta Linnunrata täyttää määräykset juuri ja juuri E-luvun arvolla 185 kWh/m² raja-arvon ollessa sama. Sähkö + ilmalämpöpumppu + takka -lämmitysyhdistelmällä mallien E-luvut ylittävät edelleen raja-arvot. Kyseisten mallien keskimääräinen ero raja-arvoon 229 kWh/m² on vielä noin 3 %.

TAULUKKO 9. Toisen vaiheen E-luvun laskentatulokset parannetuilla rakenteilla laskettuna

krs	malli	KL	MLP	VILP+T	Puu	S+ILP+T	Raja-arvo
1	Aarresaari					231	229
1	Melukylä					235	229
1	Pikkuhukka					235	229
1	Ruusutarha					238	229
1,5	Huvikumpu					241	229
1,5	Kotikontu					231	229
2	Linnunrata			185			185
2	Pilvilinna			182*			186
	Keskiarvo			183,5		235,2	218,1

* = Vesikiertoinen jälkilämmityspatteri

KL = Kaukolämpö

MLP = Maalämpöpumppu

VILP = Vesi-ilmalämpöpumppu

T = Takka

S = Sähkö

ILP = Ilmalämpöpumppu

5 LÄMPÖHÄVIÖ- SEKÄ KOKONAISENERGIANKULUTUKSEN LASKENTATULOSTEN YHTEENVETO

Laskentatulosten perusteella päätetään uudet Muuttovalmis-talomalliston vakioratkaisut vaipparakenteiden, ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen, laskelmissa käytettävän tiiveyden sekä mahdollisten lämmitysjärjestelmien suhteen. Hirsitalotehtaan toiminnan helpottamiseksi malliston rakenne- ja tuoteosaratkaisuja muutetaan kautta linjan eikä mallikohtaisesti. Osa malleista ei tarvitse rakenne- ja tuoteosaratkaisuiden parannusta määräysten täyttymisen takia, mutta ratkaisuja parannetaan tästä huolimatta, koska mallien energiatehokkuuden parantuessa saadaan parempia tuloksia esimerkiksi energiatodistukseen. Myös asiakkaiden kiinnostus energiatehokkuutta kohtaan kasvaa koko ajan, joten se voi vaikuttaa ratkaisevasti myös ostopäätökseen.

5.1 Uudet vakiorakenne- ja tuoteosaratkaisut

Muuttovalmis-talomallistossa käytettäviä vakiorakenneratkaisuja muutetaan. Uusien vakiovaipparakenteiden detaljipiirustukset on esitetty liitteessä 3. Rakenteet ovat

- hirsiseinä 270x218, U-arvo 0,41 W/m²K
- hirsiseinä 270x218 + lisäeriste 50 mm, U-arvo 0,28 W/m²K, käytetään silloin, kun koolattu kalustetausta tai saunan seinä on hirsiseinää vasten
- hirsiseinä 270x218 + lisäeriste 30 mm + tiiliseinä 85, U-arvo 0,30 W/m²K, käytetään, kun märkätilan seinä on hirsiseinää vasten
- yläpohjaeriste 400 mm, U-arvo 0,10 W/m²K
- alapohjaeriste EPS 100 250 mm, U-arvo 0,10 W/m²K
- Pihla Varma -ikkunat, U-arvo 1,0 W/m²K
- Kaskipuu Termo -ulko-ovet, U-arvo 0,75 W/m²K
- 2. krs:n päädyt 200 mm:n eristeellä U-arvo 0,20 W/m²K
- 2. krs:n sivuseinät 250 mm:n eristeellä U-arvo 0,16 W/m²K.

Tiiveyslukuna laskennassa käytetään arvoa 1,5 1/h. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on kohteesta ja sen ympäröivistä sääolosuhteista riippuen 70–75 %.

Asiakkaan halutessa vielä parantaa energiatehokkuutta otetaan käyttöön energiapaketti, jossa yläpohjaeristettä lisätään ja ikkunat vaihdetaan U-arvoltaan parempaan ratkaisuun. Energiapaketin muutokset vakiovaipparakenteisiin nähden ovat

- yläpohjaeriste 600 mm, U-arvo 0,06 W/m²K
- Pihla Hybridi -ikkunat, U-arvo 0,76 W/m²K.

5.2 Käytettävät lämmitysjärjestelmät

Käytettäessä uusia vakioratkaisuja pääasiallisina lämmitysjärjestelminä voidaan käyttää jatkossa kaukolämpöä, maalämpöpumppua sekä puuta ilman erityistöimenpiteitä. Myös vesi-ilmalämpöpumpun ja takan yhdistelmä soveltuu lämmitysjärjestelmäksi, mutta Linnunradassa sekä Pilvilinnassa täytyy olla lisäksi vesikiertoinen ilmastoinnin jälkilämmityspatteri. Linnunradassa jälkilämmityspatteria ei tarvita, mikäli käytössä on energiapaketti. Poistoilmalämpöpumpun käytettävyys täytyy vielä tutkia lopullisten määräyksen ilmestyttyä.

Muuttovalmis-talomalliston nimellistä energiatehokkuutta voidaan vielä parantaa selvittämällä rakenteiden välisten viivamaisten kylmäsiltojen lisäkonduktanssien todelliset arvot. Laskelmissa käytetyt taulukkoarvot ovat selkeästi suuremmat todellisiin arvoihin nähden.

Opinnäytetyössä tehtyjä johtopäätöksiä voidaan käyttää hyväksi myös muissa kuin Muuttovalmis-talomalleissa, mutta tarkempi tarkastelu energiatehokkuuden suhteen täytyy tehdä aina rakennuskohtaisesti.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Energiamääräysten 2012 vaikutus Mammutihirren Muuttovalmis-talomallistoon ja tuotevalintoihin. Laskelmat jouduttiin tekemään 27.10.2011 ilmestyneiden luonnoksien perusteella, koska vielä helmikuussa 2012, kun ensimmäisen vaiheen laskenta tehtiin, lopulliset määräykset eivät olleet ilmestyneet. Laskenta päätettiin kuitenkin aloittaa, koska tarvittiin jo tuloksia, jotta osattaisiin varautua mahdollisiin muutoksiin ajoissa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin Muuttovalmis-talomalliston malleille rakenne- ja tuoteosaratkaisut, joilla uudet määräykset saadaan täyttymään halutuilla lämmitysmuodoilla, sähkölämmityksen jäädessä jatkossa pois valikoimasta. Saatuja tuloksia sekä johtopäätöksiä voidaan käyttää hyväksi myös muissa talomalleissa. Koska tutkimusaineisto oli kuitenkin suppea, täytyy tuloksiin suhtautua varauksella. Lisäksi tarkempi energiatehokkuuden tarkastelu täytyy tehdä aina rakennuskohtaisesti.

Lopullisten määräyksien ilmestyttyä täytyy tarkistaa, onko määräyksiin tullut tuloksiin vaikuttavia muutoksia. Juuri ennen opinnäytetyön valmistumista Ympäristöministeriö julkaisi Lämpöpumppujen energialaskentaoppaan. Seuraavaksi täytyy laskea Muuttovalmis-talomalliston mallien E-luvut myös kyseisen lämmitysmuodon osalta. Oppaan myöhäisen julkaisuajankohdan vuoksi laskentatulokset eivät kerenneet osaksi opinnäytetyötä. Toisena jatkotoimenpidekehottuksena voidaan mainita vakiorakenteiden välisten liitosten viivamaisten kylmäsiltojen todellisten lisäkonduktanssien määrittäminen esimerkiksi tilaamalla aiheesta uusi opinnäytetyö.

LÄHTEET

Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012. Vesitaito Oy.

Muuttovalmis-hinnasto ja toimitussisältö. 2012. Mammutihirsi. Saatavissa: http://www.mammutihirsi.fi/DowebEasyCMS/Sivusto/Dokumentit/mh_muuttovalmis_hinnasto.pdf. Hakupäivä 2.4.2012.

Muuttovalmis-talomallisto. 2012. Mammutihirsi. Saatavissa: www.mammutihirsi.fi. Hakupäivä 22.3.2012.

Nylander, Hermanni 2012. Suunnittelun työnjohtaja, Mammutihirsi.

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, Ohjeet 2012. Luonnos 27.10.2011. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=131112&lan=fi>. Hakupäivä 27.11.2011.

Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja Ohjeet 2012. 2011. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 27.11.2011.

Tekninen liite muistioon: Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=128426&lan=fi>. Hakupäivä 12.4.2012.

Tietopaketti hirsitaloja koskevista vuoden 2012 energiatehokkuusmääräyksistä. 2011. Hirsitaloteollisuus (HTT) ry.

Viivamaisten lisäkonduktanssien laskentaopas. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135713&lan=fi>. Hakupäivä 20.4.2012.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=126233&lan=fi>. Hakupäivä 8.3.2012.

LIITTEET

Liite 1 Muuttovalmis-talomalliston toimitussisältö

Liite 2 Esimerkkimallien perspektiivikuvat ja pohjapiirustukset

Liite 3 Rakenteiden detaljipiirustukset

Liite 4 Esimerkkimallien lämpöhäviölaskelmat ja energialaskennan lähtötiedot

Liite 5 Esimerkkimallien kokonaisenergiankulutuksen laskelmia

Liite 6 Laskentatulosten analysointiin käytettävä suodatin

Muuttovalmis-talomalliston toimitussisältö

Rakennusosa	Tarvikkeet	Asennus
Tontin raivaus ja LVIS-liittymät		
Maatyöt, salaojitus, maan tiivistys		
Talon perustus	x	x
Sisäpuolen soratäyttö, ulkopuolinen routaeristys, sadevesiputket		
Runkotyövaihe	x	x
Aluskate ja ruoteet	x	x
Lattiaeristys	x	x
Lattiaraudoitus ja valu	x	x
Savuhormi	x	x
Muurattu tulisija	x	x
Peltikate	x	x
Ikkunat ja pintahelat	x	x
Ulko-ovet ja lukot	x	x
Katosten aluslaudoitus	x	x
Ikkuna- ja ovikoristeet	x	x
Kaiteet ja kaidetolpat	x	x
Palkit ja pilarit	x	x
Puuterassit	x	x
Vesikaton läpiviennit	x	x
Talotikkaat, kulkusillat ja lumiesteet	x	x
Sadevesikourut ja syöksytorvet	x	x
Savupiipun pellitys	x	x
Yläpohjan lämpöeristys	x	x
Sisäseinät	x	x
Sisäkatot	x	x
Saunaosaston panelointi	x	x
Saunan lauteet	x	x
Talon sähkötyöt	x	x
Ulkopuoliset TV-kaapeli, -antenni ja pihavalot		
Ilmanvaihtotyöt	x	x
Vesi- ja viemärytyöt	x	x
Väliovet, pintahelat ja väliovilasitukset	x	x
Keittiö- ja wc-kalusteet	x	x
Muut kiintokalusteet	x	x
Sisäportaot, 1,5- ja 2-kerroksisiin	x	x
Pesupöydän altaat	x	x
Kodinkoneet	x	x
Lattiapinnoitteet	x	x
Laatoitustyöt	x	x

Rakennusosa	Tarvikkeet	Asennus
Levyttöjen tasaus	x	x
Tapetointi työt	x	x
Sisämaalaukset	x	x
Ulkopuoliset pintakäsittelyt		
Listoitustyöt	x	x
Verhokiskot ym. varusteet		
Pihatyöt, roskien poisto, siivous		
Työmaasähkö ja -vesi		
Valvonnat ja pääsuunnittelu		

(Muuttovalmis-hinnasto ja toimitussisältö. 2012, 1)



Kissankulma, Perspektiivikuva 1 (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Kissankulma, Perspektiivikuva 2 (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Kissankulma, Pohjapiirustus 1. kerros (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Kotikontu, Perspektiivikuva 1 (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Kotikontu, Perspektiivikuva 2 (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Kotikontu, Pohjapiirustus 1. kerros (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Kotikontu, Pohjapiirustus 2. kerros (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Tornikammari, Perspektiivikuva 1 (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Tornikammari, Perspektiivikuva 2 (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Tornikammari, Pohjapiirustus 1. kerros (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Tornikammari, Pohjapiirustus 2. kerros (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Linnunrata, Perspektiivikuva 1 (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Linnunrata, Perspektiivikuva 2 (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



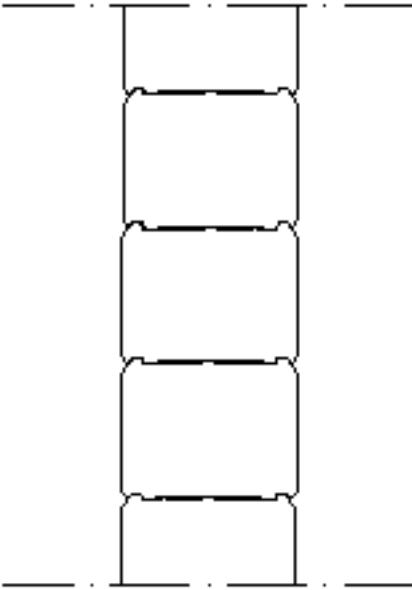
Linnunrata, Pohjapiirustus 1. kerros (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)



Linnunrata, Pohjapiirustus 2. kerros (Muuttovalmis-talomallisto. 2012)

Rakennuskohde MUUTTOVALMISMALLISTO	Työnumero	Piiritys Muutos	Tunnus US1
Suunnittelutila/tila	Suunnittelija	Rakennetyyppi nro ULKOSEINÄ 1	

Rakennetyyppikuvaus (piirros ja selostus).
Mittakaava 1:10

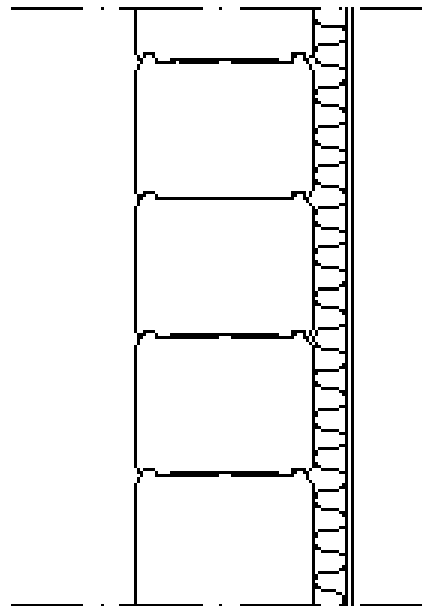


Rakennekerrokset
LAMELLIHIRSI 270x218

Orinaisuudet
Paloluokka
Ääneneristävyyssi
U-arvo 0,41 W/m²K

Rakennuskohde MUUTTOVALMISMALLISTO	Työnumero	Piiritys Muutos	TUNNUS US2
Suunnittelutaho	Suunnittelija	Rakennetyyppi KALUSTETAUSTA ULKOSEINÄ	

Rakennetyyppikuvaus (piirros ja selustus),
mittakaava 1:10



Rakennekerrokset

LAMELLIHIRSI 270x218
LISÄKODLAUS 48x48
PUUKUITUERISTE 50
KIPSILEVY 13

Ominaisuudet:

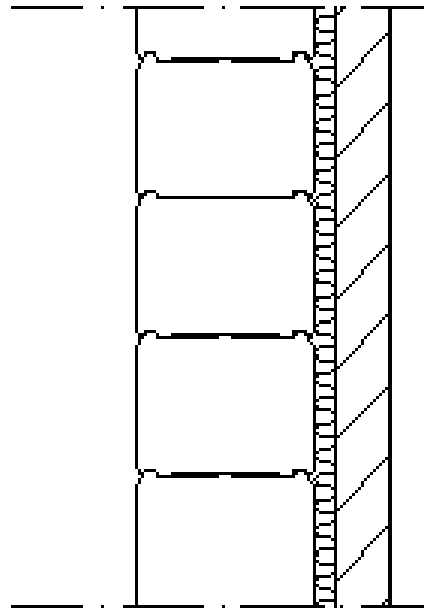
Paloluokka

Riikeneristävyyssi

U-arvo: 0,28 W/m²K

Rakennuskohde MUUTTOVALMISMALLISTO	Työnumero	Päivitys Muutos	Tunnus US3
Suunnittelutoimisto	Suunnittelija	Rakennetyyppi PESUHUONEEN ULKOSEINÄ	

Rakennetyypinkuvaus (piirros ja seloitus), mittakaava 1:10



Rakennekerrokset

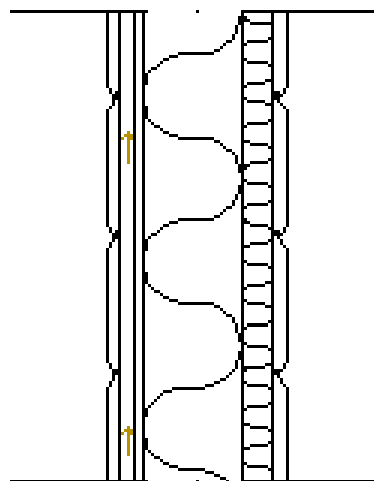
LAMELLIHIRSI 270x218
ERISTE 30
TIILI 65
VESIERISTE
PINTAMERIAALI

Ominaisuudet

Palausluokka
Mineneristävyyden
U-arvo 0,30 W/m²K

Rakennuskohde MUUTTOVALMISMALLISTO	Työnumero	Päivitys Muutos	Tunnus US4
Suunnittelutoimisto	Suunnittelija	Rakennustyyppi nimi 2. KERROKSEN PÄÄTYSEINÄ	

Rakennustyyppikuvaus (piirros ja selostus),
mittakaava 1:10



Rakennekerrokset

HIRSIPANEELI 20x220
 TUULETUSRAKOLAUDAT 22x100 k600
 TUULENSUOJALEVY 12
 RUNKO 48x148
 SISÄPUOLINEN LISÄKODLAUS 48x48 k600
 PUUKUITUERISTE 200
 RAKENNUSPAHVI
 HIRSIPANEELI 20x220

Ohutvuodeti

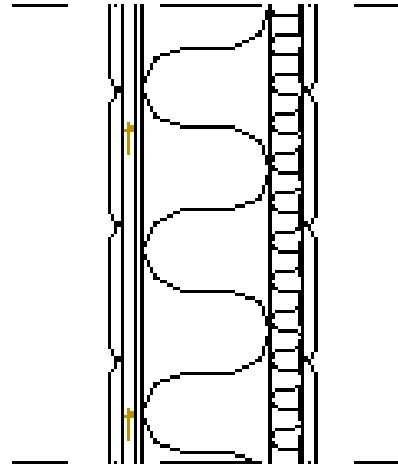
Paloluokka

Rakennestäivyyssi

U-arvo 0,20 W/m²K

Rakennuskohde MUUTTOVALMISMALLISTO	Työnumero	Rakenteen Muutos	TUNNUS US5
Seuraavaksi toteutetaan	Seuraavaksi	Rakennustyypin nimi 2. KERROKSEN SIVUSEINÄ	

Rakennustyypin kuvaus (piirros ja seloitus),
mitat kaava 1:10



Rakennusmateriaalit

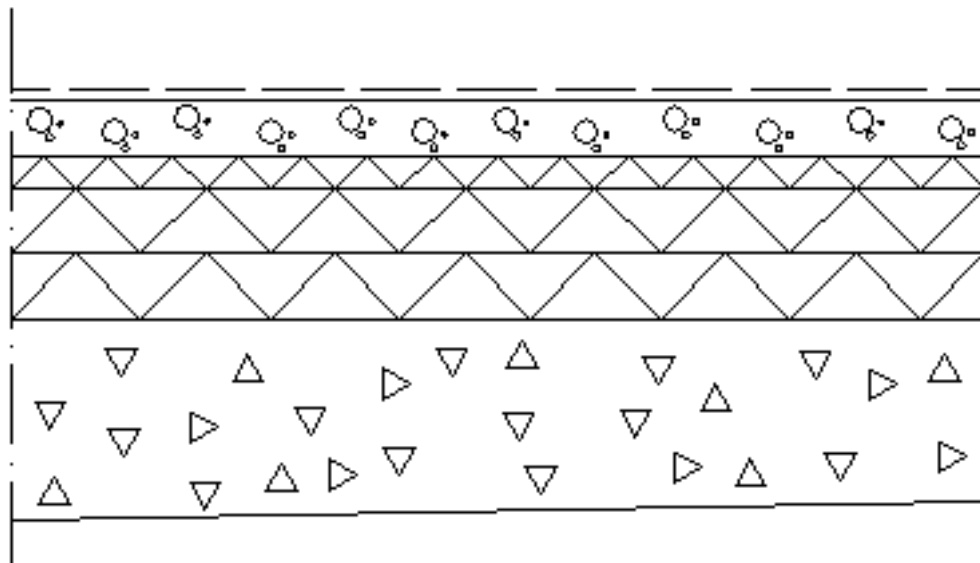
HIRSIPANEELI 80x220
 TUULETUSRAKOLAUDOAT 22x100 k600
 TUULENSUOJALEVY 12
 RISTIKÖN PYSTYSAUVA 42x198
 SISÄPUOLINEN LISÄKOORLAUS 48x48 k600
 PUUKUITUERISTE 250
 RAKENNUSPÄHVI
 HIRSIPANEELI 80x220

Ohjeisuudet

Palauskohti
 Mineraalivillä
 U-arvo 0,16 W/m²K

Rakennuskohde MUUTTOVALMISMALLISTO	Työnumero	Päivitys Muutos	Tunnus AP
Suunnittelutoimisto	Suunnittelija	Rakennetyyppi nimi ALAPOHJA	

Rakennetyypinkuvaus (piirros ja selustus).
mittakaava: 1:10



Rakennekerrokset

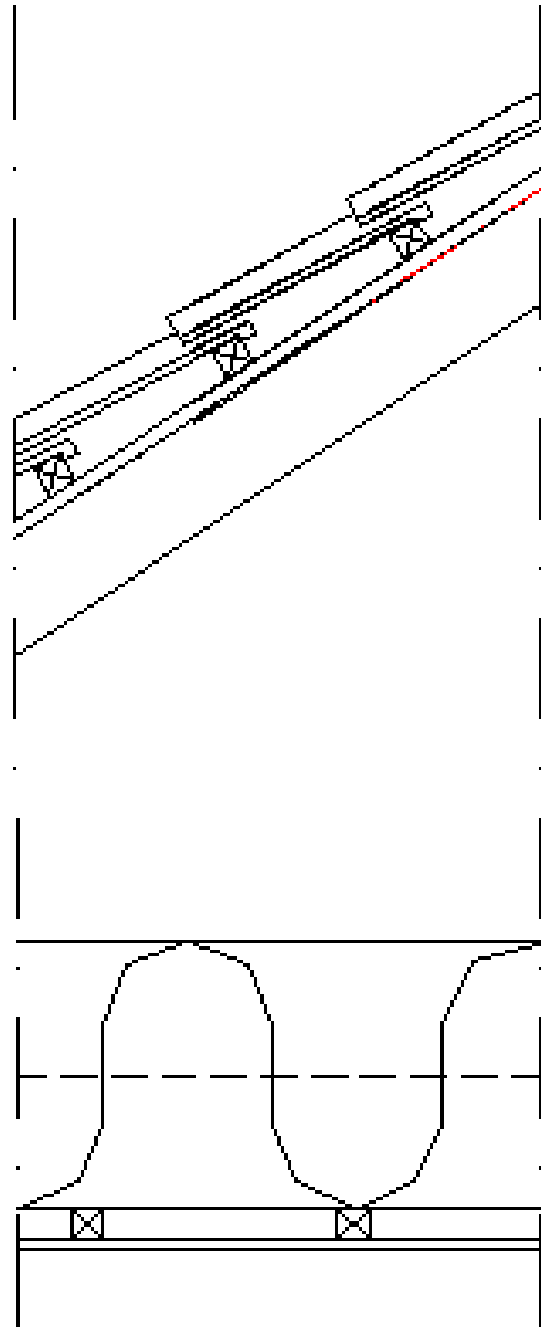
PINTAMATERIAALI 15
 TERÄSBETONILAATTA 85
 EPS 100, 250
 SALAOJASORA MIN. 250
 SALAOJIIN KALLISTETTU PERUSMAA

Ominaisuudet:

Paloluokka
 Käytännöllisyys
 U-arvo: 0,10 W/m²K

Rakennusohje MUUTTOVALMISMALLISTO	Työnumero	Riikiväsi Muutos	Tunnus YP1
suunnitteluala Ii	suunnittelija	Rakennustyyppi YLÄPOHJA	

Rakennustyyppikoulu (pöytä ja erokäsi),
näkösäe 100



Rakennelamokat

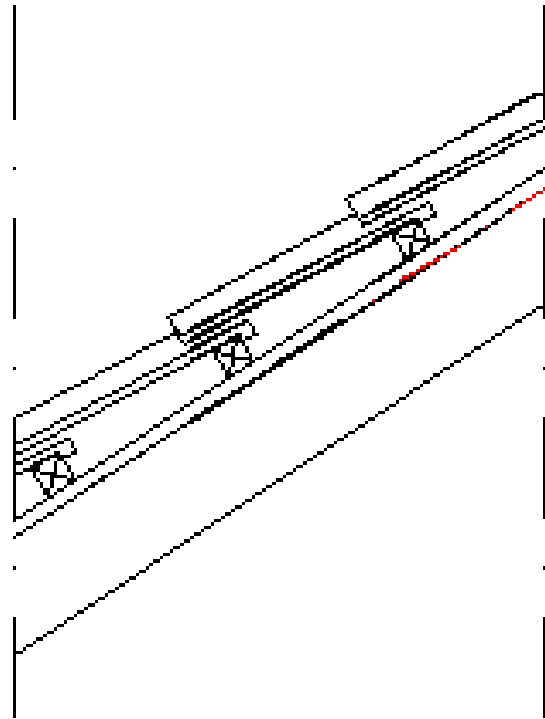
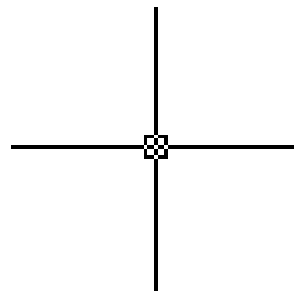
- TIILIKATE
- KATTORUOTEET
- ALUSKATTEEN KINNITYSRIMA
- ALUSKATE
- KATTORISTIKOT
- TUULETTUVA ULLAKKOTILA
- PUUKUITUERISTE 400
- RAKENNUSPAHVJ
- HARVARIIMITUS 48x48 k400
- SISÄKATTOPANEELI

Orinotusudet:

- Pääläeläe
- Rakenneläeläe
- U-arvo 0,10 W/m²K

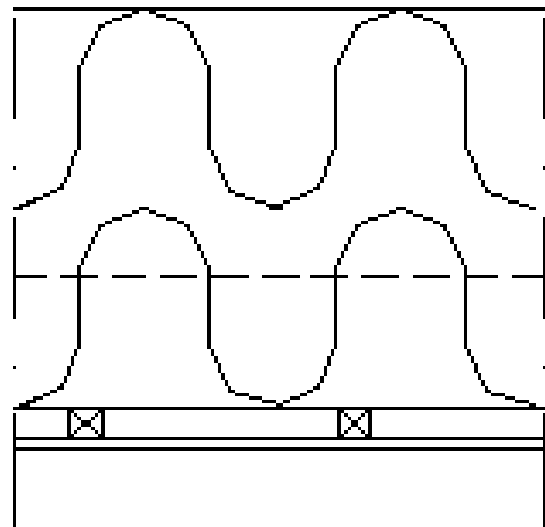
Rakennuskohde MUUTTOVALMISMALLISTO	Työnumero	Pöytätyö huhtas	TURKAS YP2
Suunnittelutoimisto	Suunnittelija	Rakennustyypin nimi YLÄPOHJA	

Rakennustyypinkuvaus (piirros ja selostus), mittakaava 1:100



Rakenneläinrakent

- TIILIKATE
- KATTORUOTEET
- ALUSKATTEEN KIINNITYSRIMA
- ALUSKATE
- KATTORISTIKOT
- TUULETTUVA ULLAKKOTILA
- PUUKUITUERISTE 600
- RAKENNUSPAHVI
- HARVARIIMOITUS 48x48 k400
- SISÄKATTORANEELI



Orinaisuudet

Palauskerro

Ääneneristettyys

U-arvo 0,06 W/m²K

MammuttiHirsi

Aina vahvempi.

POHJOIS-SUOMEN HIRSITALOKESKUS OY

Ouluntie 972

FIN-91300 YLIKIIMINKI

puh. +358 (0)20 733 4320

fax. +358 (0)20 733 4344

Laskelmassa käytetty RakMK D3**30.3.2011 arvoja**

(määräykset voimaan 2012)

RAKENNUKSEN LÄMPÖHÄVIÖLASKELMA (KOMPENSAATIOLASKELMA)

Rakennuskohde: **Kissankulma**
Katuosoite
postinumero ja postitoimipaikka

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista

	Täyttykö?		Vaatus-	Suunnittelu-
	kyllä	ei	arvo	arvo
Pinta-alat (osa C3)				
Vertailuikkunapinta-alaa on enintään 15 % yteenlaketusta maanpäällisistä kerrostasoaloista	X		15 %	13,0 %
Vertailuikkunapinta-alaa on enintään 50 % julkisivupinta-alasta	X		50 %	13,0 %
Valoaukon pinta-ala on asuinhuoneissa vähintään 10 % lattiapinta-alasta (osa G1)	X		(suunnittelijan ilmoitus)	
Rakennusosien U-arvot ja johtumishäviö (osa C3)				
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	X			
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,3			Enimmäisarvo	Toteutunut arvo
-lämpimissä tiloissa	X		1,30	0,94
-puolilämpimissä tiloissa	X		1,30	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus (D3)			Vertailu-	Suunnittelu-
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	kyllä	ei	arvo	arvo
-lämpimissä tiloissa	X		143 W/K	132 W/K
-puolilämpimissä tiloissa	X		0 W/K	0 W/K
Täyttääkö suunnitteluratkaisu rakennuksen lämpöhäviövaatimukset?	X			

Lisäselvitykset**Rakennuksen vuotoilma (osa D3)**Jos lämpöhäviölaskelmissa vaipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnitteluarvo on alle 4 1/h, ilmapitävyydestä on esitettävä lisäselvitys**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)**

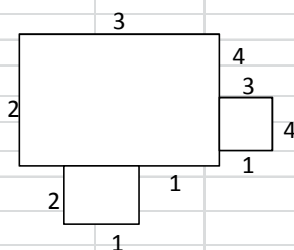
Jos lämpöhäviölaskelmissa LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluarvo on suurempi kuin 45 % vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys

Maanvastaisen alapohjan U-arvo ENERGIATODISTUKSEN laskentaan (ilman perusmaan lämmönvastusta): **0,13**

Ikkunoiden ilmansuunnat ENERGIATODISTUKSEN laskentaan:

Ikkunoiden pinta-alat ilmansuuntaa osoittavin tunnuksittain eriteltynä (ilmansuunnat eivät tiedossa lask.vaiheessa):

1	2	3	4
5,7	2,9	8,7	1,6



Jos ilmansuuntia ei laskentavaiheessa ole ollut käytettävissä, on ne esitetty kuvan mukaisesti numerotunnuksilla 1...4 siten, että tunnuksella 1 on esitetty pohjakuvaesityksessä alaspäin avautuvien julkisivujen ikkunat. Tästä myötöpäivään julkisivuja kiertäen ikkunat ovat saaneet kuvan mukaisesti tunnuksat 2, 3 ja 4.

Rakennuskohde:	Kissankulma						
	Katuosoite						
	postinumero ja postitoimipaikka						
Rakennustyyppi:	Erillinen pientalo						
Pääsuunnittelija:			S.posti:				
Tasauslaskelman tekijä:	H.O.						
Päiväys:	7.2.2012						
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET					Laskelmassa käytetty RakMK D3	
Rakennuksen yleistiedot						30.3.2011 arvoja	
						(määräykset voimaan 2012)	
Rakennustilavuus	513	rak-m ³					
Maanpäälliset kerrostasosalat yht.	148	m ²					
Julkisivun pinta-ala	142	m ²					
Kerroskorkeus	0,0	m					
Huonekorkeus	0,0	m					
Ilmatilavuus, lämpimät tilat	354	m ³ , josta	0			m ³ ei LTO-vaatimusta	
Ilmatilavuus, puoliämpimät tilat	0	m ³ , josta	0			m ³ ei LTO-vaatimusta	
Lämmitetty nettoala	133	m ²					
Perustiedot						Lämpöhäviöiden tasaus	
	Pinta-alat, m²		U-arvot, W/(m²K)			Lämpöhäviö, W/K	
	[A]		[U]			[H_{oh} = A x U]	
RAKENNUSOSAT	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä US1 (hirsi ≥ 180 mm)	83	83	0,40	0,60	0,41	33,3	34,2
Ulkoseinä US2 (hirsi ≥ 180 mm)	16	16	0,40	0,60	0,28	6,3	4,4
Ulkoseinä US3	6	6	0,17	0,60	0,20	1,0	1,2
Ulkoseinä US4	13	13	0,17	0,60	0,30	2,1	3,8
Ulkoseinä US5	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0
Yläpohja	135	135	0,09	0,60	0,10	12,1	13,5
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0	0	0,09	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (maanvastainen)	134	134	0,16	0,60	0,10	21,4	13,5
Muu maanvastainen rakennusosa	0	0	0,16	0,60	0,00	0,0	0,0
Ikkunat	18,9	18,9					
Ikkunat alle 15 % Krs-tasosalasta	18,9	18,9	1,00	1,80	1,00	18,9	18,9
Ikkunat yli 15 % Krs-tasosalasta	0,0	0,0	0,36	1,80	1,00	0,0	0,0
Ulko-ovet	5,8	5,8	1,00		1,03	5,8	6,0
Kattoikkunat	0,0	0,0	1,00	1,80	0,00	0,0	0,0
Lämpimät tilat yhteensä	410,9	410,9				101,1	95,5
<i>Puoliämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä US6, hirsi > 180 mm	0	0	0,60	0,60	0,00	0,0	0,0
Ulkoseinä US7	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Ulkoseinä US8	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva AP	0	0	0,14	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (maanvastainen matalaper.)	0	0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0
Muu maanvastainen rakennusosa	0	0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0
Ikkunat ja kattoikkunat	0,0	0,0	1,40	2,80	0,00	0,0	0,0
Ulko-ovet	0,0	0,0	1,40		0,00	0,0	0,0
Puoliämpimät tilat yhteensä	0,0	0,0				0,0	0,0
	Vaipan ilmanvuotoluku		Vuotoilmavirta, m³/s		Ominaislämpöhäviö, W/K		
	[n_{sv}]		[q_{v,v} = n_{sv} / 25 x V / 3600]		[H_{vuotoilma} = 1200 x q_{v,v}]		
VAIPAN ILMAVUODOT	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	
<i>Vuotoilma</i>							
Lämpimät tilat	2,0	4,0	0,0079	0,0157	9,4	18,9	
Puoliämpimät tilat	2,0	4,0	0,0000	0,0000	0,0	0,0	
	Poistilmavirta, m³/s		LTO:n vuosiyötysuhde, %		Ominaislämpöhäviö, W/K		
	[q_{v,p}]		[η_a]		[1,2 x 1000 x q_{v,p} x (1 - η_a)]		
ILMANVAIHTO	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
<i>Hallittu ilmanvaihto</i>							
Lämpimät tilat	0,049		45	70	32,5	17,7	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatim.	0,000			0	0,0	0,0	
Puoliämpimät tilat	0,000		45	45	0,0	0,0	
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatim.	0,000			0	0,0	0,0	
						Ominaislämpöhäviö, W/K	
						[H = H_{oh} + H_{vuotoilma} + H_v]	
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus						Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviöt yhteensä						143,0	132,1
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviöt yhteensä						0,0	0,0

Mammutti Hirsi Aina vahvempi.				
Lähtötiedot energiaselvityksen laadintaa varten				
Kissankulma				
Katuosoite				
postinumero ja postitoimipaikka				
Asiakkaan sähköpostiosoite:				
Asiakkaan nimi ja postiosoite, jos asiakkaalla ei ole s.postiosoitetta:				
Rakennuspaikkakunta:				
Lämmöntuottolaite:				
valitse				
Lämmönjakotapa:				
valitse				
Takka:				
valitse				
Ilmalämpöpumppu:				
valitse				
Vedenmittaus, kyllä (kunnan verkko tai vesiosuskunta) vai ei (käyttövesi omasta kaivosta):				
valitse				
Lämpimän käyttöveden kiertojohto:				
valitse				
Jos tulee lämpimän käyttöveden kiertojohto, niin onko siihen liitetty märkätilojen lämm.laitteita?:				
valitse				
Pääsuunnittelijan nimi ja sähköpostiosoite (ei pakoll.):				

Kylmäsiilat:				
	Pituus, m	ψ_k		
Ikkunat ja ovet	82,52	0,04		
Runkomateriaali:	Puu		Hirsi	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,04	12,45	0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,04	2,49	-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos	15,83	0,05	53,44	0,04
Välipohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,05		0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,08	53,44	0,11
Alapohjan (puu, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,06		0,09
Runkomateriaali:	Betoni		Kevytbetoni	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,06		0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,06		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,04		0,04
Välipohjan (betonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0		0,1
Välipohjan (kevytbetonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos				0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,24		0,09
Alapohjan (betoni, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,28		0,08
Alapohjan (kevytbet. ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos				0,03
Runkomateriaali:	Kevytsementtibetoni		Tiili	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,05		0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,05		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,04		0,04
Välipohjan (betonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,07		0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,15		0,17
Alapohjan (betoni, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,11		0,06

MammuttiHirsi

Aina vahvempi.

POHJOIS-SUOMEN HIRSITALOKESKUS OY

Ouluntie 972

FIN-91300 YLIKIIMINKI

puh. +358 (0)20 733 4320

fax. +358 (0)20 733 4344

Laskelmassa käytetty RakMK D3

30.3.2011 arvoja

(määräykset voimaan 2012)

RAKENNUKSEN LÄMPÖHÄVIÖLASKELMA (KOMPENSAATIOLASKELMA)

Rakennuskohde: **Kotikontu_yk.var**
Katuosoite
postinumero ja postitoimipaikka

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista

	Täyttyykö?		Vaatus-	Suunnittelu-
	kyllä	ei	arvo	arvo
Pinta-alat (osa C3)				
Vertailuikkunapinta-alaa on enintään 15 % yteenlaketusta maanpäällisistä kerrostasoaaloista	X		15 %	12,0 %
Vertailuikkunapinta-alaa on enintään 50 % julkisivupinta-alasta	X		50 %	13,0 %
Valoaukon pinta-ala on asuinhuoneissa vähintään 10 % lattiapinta-alasta (osa G1)	X		(suunnittelijan ilmoitus)	
Rakennusosien U-arvot ja johtumishäviö (osa C3)	kyllä	ei		
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	X			
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,3			Enimmäisarvo	Toteutunut arvo
-lämpimissä tiloissa	X		1,30	0,93
-puolilämpimissä tiloissa	X		1,30	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus (D3)			Vertailu-	Suunnittelu-
	kyllä	ei	arvo	arvo
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	X		121 W/K	111 W/K
-lämpimissä tiloissa	X		0 W/K	0 W/K
-puolilämpimissä tiloissa				
Täyttääkö suunnitteluratkaisu rakennuksen lämpöhäviövaatimukset?	X			

Lisäselvitykset**Rakennuksen vuotoilma (osa D3)**Jos lämpöhäviölaskelmissa vaipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnitteluarvo on alle 4 1/h, ilmapitävyydestä on esitettävä lisäselvitys**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)**

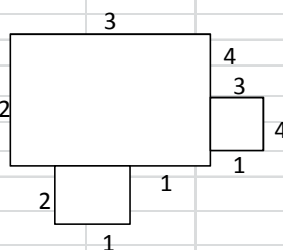
Jos lämpöhäviölaskelmissa LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluarvo on suurempi kuin 45 % vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys

Maanvastaisen alapohjan U-arvo ENERGIATODISTUKSEN laskentaan (ilman perusmaan lämmönvastusta): 0,14

Ikkunoiden ilmansuunnat ENERGIATODISTUKSEN laskentaan:

Ikkunoiden pinta-alat ilmansuuntaa osoittavin tunnuksittain eriteltynä (ilmansuunnat eivät tiedossa lask.vaiheessa):

1	2	3	4
5,8	0,7	7,1	2,0



Jos ilmansuuntia ei laskentavaiheessa ole ollut käytettävissä, on ne esitetty kuvan mukaisesti numerotunnuksilla 1...4 siten, että tunnuksella 1 on esitetty pohjakuvaesityksessä alaspäin avautuvien julkisivujen ikkunat. Tästä myötöpäivään julkisivuja kiertäen ikkunat ovat saaneet kuvan mukaisesti tunnuksat 2, 3 ja 4.

Rakennuskohde:	Kotikontu_ yk.var						
	Katuosoite						
	postinumero ja postitoimipaikka						
Rakennustyyppi:	Erillinen pientalo						
Pääsuunnittelija:			S.posti:				
Tasauslaskelman tekijä:	H.O.						
Päiväys:	7.2.2012						
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET					Laskelmassa käytetty RakMK D3	
Rakennuksen yleistiedot						30.3.2011 arvoja	
						(määräykset voimaan 2012)	
Rakennustilavuus	424	rak-m ³					
Maanpäälliset kerrostasoalat yht.	128	m ²					
Julkisivun pinta-ala	116	m ²					
Kerroskorkeus	0,0	m					
Huonekorkeus	0,0	m					
Ilmatilavuus, lämpimät tilat	277	m ³ , josta	0			m ³ ei LTO-vaatimusta	
Ilmatilavuus, puoliilämpimät tilat	0	m ³ , josta	0			m ³ ei LTO-vaatimusta	
Lämmitetty nettoala	115	m ²					
Perustiedot						Lämpöhäviöiden tasaus	
	Pinta-alat, m ²		U-arvot, W/(m ² K)			Lämpöhäviö, W/K	
	[A]		[U]			[H _{ohi} = A x U]	
RAKENNUSOSAT	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä US1 (hirsi ≥ 180 mm)	80	80	0,40	0,60	0,41	31,9	32,7
Ulkoseinä US2 (hirsi ≥ 180 mm)	10	10	0,40	0,60	0,28	4,0	2,8
Ulkoseinä US3 (hirsi ≥ 180 mm)	5	5	0,40	0,60	0,30	1,9	1,4
Ulkoseinä US4	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0
Ulkoseinä US5	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0
Yläpohja	116	116	0,09	0,60	0,10	10,4	11,6
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0	0	0,09	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (maanvastainen)	116	116	0,16	0,60	0,10	18,5	11,9
Muu maanvastainen rakennusosa	0	0	0,16	0,60	0,00	0,0	0,0
Ikkunat	15,6	15,6					
Ikkunat alle 15 % Krs-tasoaalasta	15,6	15,6	1,00	1,80	1,00	15,6	15,6
Ikkunat yli 15 % Krs-tasoaalasta	0,0	0,0	0,40	1,80	1,00	0,0	0,0
Ulko-ovet	5,8	5,8	1,00		1,01	5,8	5,8
Kattoikkunat	0,0	0,0	1,00	1,80	0,00	0,0	0,0
Lämpimät tilat yhteensä	347,5	347,5				88,2	82,0
<i>Puoliilämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä US6, hirsi > 180 mm	0	0	0,60	0,60	0,00	0,0	0,0
Ulkoseinä US7	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Ulkoseinä US8	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva AP	0	0	0,14	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (maanvastainen matalaper.)	0	0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0
Muu maanvastainen rakennusosa	0	0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0
Ikkunat ja kattoikkunat	0,0	0,0	1,40	2,80	0,00	0,0	0,0
Ulko-ovet	0,0	0,0	1,40		0,00	0,0	0,0
Puoliilämpimät tilat yhteensä	0,0	0,0				0,0	0,0
	Vaipan ilmanvuotoluku		Vuotoilmavirta, m ³ /s		Ominaislämpöhäviö, W/K		
	[n _{sp}]		[q _{v,v} = n _{sp} / 25 x V / 3600]		[H _{vuotoilma} = 1200 x q _{v,v}]		
VAIPAN ILMAVUODOT	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	
<i>Vuotoilma</i>							
Lämpimät tilat	2,0	4,0	0,0062	0,0123	7,4	14,8	
Puoliilämpimät tilat	2,0	4,0	0,0000	0,0000	0,0	0,0	
	Poistolmavirta, m ³ /s		LTO:n vuosihyötysuhde, %		Ominaislämpöhäviö, W/K		
	[q _{v,p}]		[η _p]		[1,2 x 1000 x q _{v,p} x (1 - η _p)]		
ILMANVAIHTO	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
<i>Hallittu ilmanvaihto</i>							
Lämpimät tilat	0,038		45	70	25,4	13,9	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatim.	0,000			0	0,0	0,0	
Puoliilämpimät tilat	0,000		45	45	0,0	0,0	
Puoliilämpimät tilat, ei LTO-vaatim.	0,000			0	0,0	0,0	
						Ominaislämpöhäviö, W/K	
						[H = H _{ohi} + H _{vuotoilma} + H _v]	
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviöt yhteensä					121,0	110,6	
Puoliilämpimien tilojen ominaislämpöhäviöt yhteensä					0,0	0,0	

Mammutti Hirsi Aina vahvempi.				
Lähtötiedot energiaselvityksen laadintaa varten				
Kotikontu_yk.var				
Katuosoite				
postinumero ja postitoimipaikka				
Asiakkaan sähköpostiosoite:				
Asiakkaan nimi ja postiosoite, jos asiakkaalla ei ole s.postiosoitetta:				
Rakennuspaikkakunta:				
Lämmöntuottolaite:				
valitse				
Lämmönjakotapa:				
valitse				
Takka:				
valitse				
Ilmalämpöpumppu:				
valitse				
Vedenmittaus, kyllä (kunnan verkko tai vesiosuskunta) vai ei (käyttövesi omasta kaivosta):				
valitse				
Lämpimän käyttöveden kiertojohto:				
valitse				
Jos tulee lämpimän käyttöveden kiertojohto, niin onko siihen liitetty märkätilojen lämm.laitteita?:				
valitse				
Pääsuunnittelijan nimi ja sähköpostiosoite (ei pakoll.):				

Kylmäsiilat:				
	Pituus, m	ψ_k		
Ikkunat ja ovet	75,32	0,04		
Runkomateriaali:	Puu		Hirsi	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,04	9,97	0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,04		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,05	45,44	0,04
Välipohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,05		0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,08	45,44	0,11
Alapohjan (puu, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,06		0,09
Runkomateriaali:	Betoni		Kevytbetoni	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,06		0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,06		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,04		0,04
Välipohjan (betonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0		0,1
Välipohjan (kevytbetonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos				0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,24		0,09
Alapohjan (betoni, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,28		0,08
Alapohjan (kevytbet. ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos				0,03
Runkomateriaali:	Kevytsementtibetoni		Tiili	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,05		0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,05		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,04		0,04
Välipohjan (betonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,07		0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,15		0,17
Alapohjan (betoni, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,11		0,06

MammuttiHirsi
Aina vahvempi.

POHJOIS-SUOMEN HIRSITALOKESKUS OY

Ouluntie 972
FIN-91300 YLIKIIMINKI
puh. +358 (0)20 733 4320
fax. +358 (0)20 733 4344

Laskelmassa käytetty RakMK D3
30.3.2011 arvoja

(määräykset voimaan 2012)

RAKENNUKSEN LÄMPÖHÄVIÖLASKELMA (KOMPENSAATIOLASKELMA)

Rakennuskohde: **Tornikammari**
Katuosoite
postinumero ja postitoimipaikka

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista

	Täyttykö?		Vaatus-	Suunnittelu-
	kyllä	ei	arvo	arvo
Pinta-alat (osa C3)				
Vertailuikkunapinta-alaa on enintään 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista	X		15 %	11,0 %
Vertailuikkunapinta-alaa on enintään 50 % julkisivupinta-alasta	X		50 %	12,0 %
Valoaukon pinta-ala on asuinhuoneissa vähintään 10 % lattiapinta-alasta (osa G1)	X		(suunnittelijan ilmoitus)	
Rakennusosien U-arvot ja johtumishäviö (osa C3)	kyllä	ei		
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	X			
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,3			Enimmäisarvo	Toteutunut arvo
-lämpimissä tiloissa	X		1,30	0,94
-puolilämpimissä tiloissa	X		1,30	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus (D3)			Vertailu-	Suunnittelu-
	kyllä	ei	arvo	arvo
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	X		186 W/K	171 W/K
-lämpimissä tiloissa	X		0 W/K	0 W/K
-puolilämpimissä tiloissa				
Täyttääkö suunnitteluratkaisu rakennuksen lämpöhäviövaatimukset?	X			

Lisäselvitykset

Rakennuksen vuotoilma (osa D3)

Jos lämpöhäviölaskelmissa vaiipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnitteluarvo on alle 4 1/h, ilmapitävyydestä on esitettävä lisäselvitys

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)

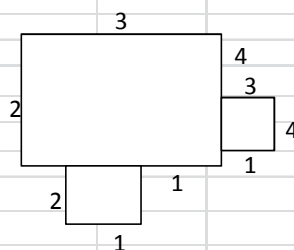
Jos lämpöhäviölaskelmissa LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluarvo on suurempi kuin 45 % vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys

Maanvastaisen alapohjan U-arvo ENERGIATODISTUKSEN laskentaan (ilman perusmaan lämmönvastusta): **0,13**

Ikkunoiden ilmansuunnat ENERGIATODISTUKSEN laskentaan:

Ikkunoiden pinta-alat ilmansuuntaa osoittavin tunnuksittain eriteltynä (ilmansuunnat eivät tiedossa lask.vaiheessa):

1	2	3	4
11,0	7,7	3,4	3,9



Jos ilmansuuntia ei laskentavaiheessa ole ollut käytettävissä, on ne esitetty kuvan mukaisesti numerotunnuksilla 1...4 siten, että tunnuksella 1 on esitetty pohjakuvaesityksessä alaspäin avautuvien julkisivujen ikkunat. Tästä myötöpäivään julkisivuja kiertäen ikkunat ovat saaneet kuvan mukaisesti tunnuksat 2, 3 ja 4.

Rakennuskohde:	Tornikammari							
	Katuosoite							
	postinumero ja postitoimipaikka							
Rakennustyyppi:	Erillinen pientalo							
Pääsuunnittelija:			S.posti:					
Tasauslaskelman tekijä:	H.O.							
Päiväys:	7.2.2012							
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET			Laskelmassa käytetty RakMK D3 30.3.2011 arvoja				
Rakennuksen yleistiedot				(määräykset voimaan 2012)				
Rakennustilavuus	719	rak-m ³						
Maanpäälliset kerrostasosalat yht.	226	m ²						
Julkisivun pinta-ala	225	m ²						
Kerroskorkeus	0,0	m						
Huonekorkeus	0,0	m						
Ilmatilavuus, lämpimät tilat	545	m ³ , josta	0	m ³ ei LTO-vaatimusta				
Ilmatilavuus, puoliilämpimät tilat	0	m ³ , josta	0	m ³ ei LTO-vaatimusta				
Lämmitetty nettoala	201	m ²						
Perustiedot						Lämpöhäviöiden tasaus		
	Pinta-alat, m ²		U-arvot, W/(m ² K)			Lämpöhäviö, W/K		
	[A]		[U]			[H _{oh} = A x U]		
RAKENNUSOSAT	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
<i>Lämpimät tilat</i>								
Ulkoseinä US1 (hirsi ≥ 180 mm)	83	83	0,40	0,60	0,41	33,0	33,9	
Ulkoseinä US2 (hirsi ≥ 180 mm)	23	23	0,40	0,60	0,28	9,3	6,5	
Ulkoseinä US3	37	37	0,17	0,60	0,20	6,3	7,4	
Ulkoseinä US4	41	41	0,17	0,60	0,16	7,0	6,6	
Ulkoseinä US5 (hirsi ≥ 180 mm)	9	9	0,40	0,60	0,30	3,7	2,8	
Yläpohja	125	125	0,09	0,60	0,10	11,3	12,5	
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0	0	0,09	0,60	0,00	0,0	0,0	
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0	
Alapohja (maanvastainen)	119	119	0,16	0,60	0,10	19,0	12,1	
Muu maanvastainen rakennusosa	0	0	0,16	0,60	0,00	0,0	0,0	
Ikkunat	26,0	26,0						
Ikkunat alle 15 % Krs-tasosalasta	26,0	26,0	1,00	1,80	1,00	26,0	26,0	
Ikkunat yli 15 % Krs-tasosalasta	0,0	0,0	0,31	1,80	1,00	0,0	0,0	
Ulko-ovet	6,2	6,2	1,00		1,06	6,2	6,6	
Kattoikkunat	0,0	0,0	1,00	1,80	0,00	0,0	0,0	
Lämpimät tilat yhteensä	469,1	469,1				121,7	114,2	
<i>Puoliilämpimät tilat</i>								
Ulkoseinä US6, hirsi > 180 mm	0	0	0,60	0,60	0,00	0,0	0,0	
Ulkoseinä US7	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0	
Ulkoseinä US8	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0	
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva AP	0	0	0,14	0,60	0,00	0,0	0,0	
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0	
Alapohja (maanvastainen matalaper.)	0	0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0	
Muu maanvastainen rakennusosa	0	0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0	
Ikkunat ja kattoikkunat	0,0	0,0	1,40	2,80	0,00	0,0	0,0	
Ulko-ovet	0,0	0,0	1,40		0,00	0,0	0,0	
Puoliilämpimät tilat yhteensä	0,0	0,0				0,0	0,0	
	Vaipan ilmanvuotoluku		Vuotoilmavirta, m ³ /s			Ominaislämpöhäviö, W/K		
	[n _{sp}]		[q _{v,v} = n _{sp} / 25 x V / 3600]			[H _{vuotoilma} = 1200 x q _{v,v}]		
VAIPAN ILMAVUODOT	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo		
Vuotoilma								
Lämpimät tilat	2,0	4,0	0,0121	0,0242		14,5	29,1	
Puoliilämpimät tilat	2,0	4,0	0,0000	0,0000		0,0	0,0	
	Poistolmavirta, m ³ /s		LTO:n vuosihyötysuhde, %			Ominaislämpöhäviö, W/K		
	[q _{v,p}]		[η _p]			[1,2 x 1000 x q _{v,p} x (1 - η _p)]		
ILMANVAIHTO	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu		
Hallittu ilmanvaihto								
Lämpimät tilat	0,076		45	70		50,0	27,3	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatim.	0,000			0		0,0	0,0	
Puoliilämpimät tilat	0,000		45	45		0,0	0,0	
Puoliilämpimät tilat, ei LTO-vaatim.	0,000			0		0,0	0,0	
						Ominaislämpöhäviö, W/K		
						[H = H _{oh} + H _{vuotoilma} + H _v]		
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus						Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviöt yhteensä						186,2	170,6	
Puoliilämpimien tilojen ominaislämpöhäviöt yhteensä						0,0	0,0	

Mammutti Hirsi Aina vahvempi.				
Lähtötiedot energiaselvityksen laadintaa varten				
Tornikammari				
Katuosoite				
postinumero ja postitoimipaikka				
Asiakkaan sähköpostiosoite:				
Asiakkaan nimi ja postiosoite, jos asiakkaalla ei ole s.postiosoitetta:				
Rakennuspaikkakunta:				
Lämmöntuottolaite:				
valitse				
Lämmönjakotapa:				
valitse				
Takka:				
valitse				
Ilmalämpöpumppu:				
valitse				
Vedenmittaus, kyllä (kunnan verkko tai vesiosuskunta) vai ei (käyttövesi omasta kaivosta):				
valitse				
Lämpimän käyttöveden kiertojohto:				
valitse				
Jos tulee lämpimän käyttöveden kiertojohto, niin onko siihen liitetty märkätilojen lämm.laitteita?:				
valitse				
Pääsuunnittelijan nimi ja sähköpostiosoite (ei pakoll.):				

Kylmäsiilat:				
	Pituus, m	ψ_k		
Ikkunat ja ovet	110,32	0,04		
Runkomateriaali:	Puu		Hirsi	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka	9,85	0,04	16,20	0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka	4,63	-0,04	5,40	-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos	56,15	0,05	16,41	0,04
Välipohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos	37,32	0,05		0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,08	49,64	0,11
Alapohjan (puu, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,06		0,09
Runkomateriaali:	Betoni		Kevytbetoni	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,06		0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,06		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,04		0,04
Välipohjan (betonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0		0,1
Välipohjan (kevytbetonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos				0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,24		0,09
Alapohjan (betoni, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,28		0,08
Alapohjan (kevytbet. ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos				0,03
Runkomateriaali:	Kewtsorabetoni		Tiili	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,05		0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,05		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,04		0,04
Välipohjan (betonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,07		0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,15		0,17
Alapohjan (betoni, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,11		0,06

MammuttiHirsi

Aina vahvempi.

POHJOIS-SUOMEN HIRSITALOKESKUS OY

Ouluntie 972

FIN-91300 YLIKIIMINKI

puh. +358 (0)20 733 4320

fax. +358 (0)20 733 4344

Laskelmassa käytetty RakMK D3**30.3.2011 arvoja**

(määräykset voimaan 2012)

RAKENNUKSEN LÄMPÖHÄVIÖLASKELMA (KOMPENSAATIOLASKELMA)

Rakennuskohde: **Linnunrata**
Katuosoite
postinumero ja postitoimipaikka

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista

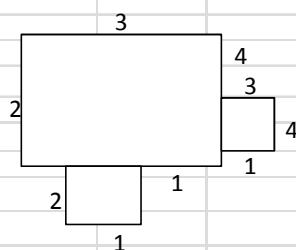
	Täyttykö?		Vaatus-	Suunnittelu-
	kyllä	ei	arvo	arvo
Pinta-alat (osa C3)				
Vertailuikkunapinta-alaa on enintään 15 % yteenlaketusta maanpäällisistä kerrostasoaloista		X	15 %	18,0 %
Vertailuikkunapinta-alaa on enintään 50 % julkisivupinta-alasta	X		50 %	16,0 %
Valoaukon pinta-ala on asuinhuoneissa vähintään 10 % lattiapinta-alasta (osa G1)	X		(suunnittelijan ilmoitus)	
Rakennusosien U-arvot ja johtumishäviö (osa C3)	kyllä	ei		
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	X			
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,3			Enimmäisarvo	Toteutunut arvo
-lämpimissä tiloissa	X		1,30	0,99
-puolilämpimissä tiloissa	X		1,30	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus (D3)			Vertailu-	Suunnittelu-
	kyllä	ei	arvo	arvo
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	X		194 W/K	186 W/K
-lämpimissä tiloissa	X		0 W/K	0 W/K
-puolilämpimissä tiloissa				
Täyttääkö suunnitteluratkaisu rakennuksen lämpöhäviövaatimukset?	X			

Lisäselvitykset**Rakennuksen vuotoilma (osa D3)**Jos lämpöhäviölaskelmissa vaipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnitteluarvo on alle 4 1/h, ilmapitävyydestä on esitettävä lisäselvitys**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)**

Jos lämpöhäviölaskelmissa LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluarvo on suurempi kuin 45 % vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys

Maanvastaisen alapohjan U-arvo ENERGIATODISTUKSEN laskentaan (ilman perusmaan lämmönvastusta): **0,13****Ikkunoiden ilmansuunnat ENERGIATODISTUKSEN laskentaan:****Ikkunoiden pinta-alat ilmansuuntaa osoittavin tunnuksittain eriteltynä (ilmansuunnat eivät tiedossa lask.vaiheessa):**

1	2	3	4
11,3	10,4	12,1	3,7



Jos ilmansuuntia ei laskentavaiheessa ole ollut käytettävissä, on ne esitetty kuvan mukaisesti numerotunnuksilla 1...4 siten, että tunnuksella 1 on esitetty pohjakuvaesityksessä alaspäin avautuvien julkisivujen ikkunat. Tästä myötöpäivään julkisivuja kiertäen ikkunat ovat saaneet kuvan mukaisesti tunnuksat 2, 3 ja 4.

Rakennuskohde:	Linnunrata						
	Katuosoite						
	postinumero ja postitoimipaikka						
Rakennustyyppi:	Erillinen pientalo						
Pääsuunnittelija:			S.posti:				
Tasauslaskelman tekijä:	H.O.						
Päiväys:	7.2.2012						
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET					Laskelmassa käytetty RakMK D3	
Rakennuksen yleistiedot						30.3.2011 arvoja	
						(määräykset voimaan 2012)	
Rakennustilavuus	659	rak-m ³					
Maanpäälliset kerrostasoalat yht.	205	m ²					
Julkisivun pinta-ala	230	m ²					
Kerroskorkeus	0,0	m					
Huonekorkeus	0,0	m					
Ilmatilavuus, lämpimät tilat	470	m ³ , josta	0			m3 ei LTO-vaatimusta	
Ilmatilavuus, puoillämpimät tilat	0	m ³ , josta	0			m3 ei LTO-vaatimusta	
Lämmitetty nettoala	182	m ²					
Perustiedot						Lämpöhäviöiden tasaus	
	Pinta-alat, m ²		U-arvot, W/(m ² K)			Lämpöhäviö, W/K	
	[A]		[U]			[H _{ohi} = A x U]	
RAKENNUSOSAT	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä US1 (hirsi ≥ 180 mm)	159	159	0,40	0,60	0,41	63,7	65,2
Ulkoseinä US2 (hirsi ≥ 180 mm)	21	21	0,40	0,60	0,28	8,3	5,8
Ulkoseinä US3 (hirsi ≥ 180 mm)	5	5	0,40	0,60	0,30	1,9	1,4
Ulkoseinä US4	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0
Ulkoseinä US5	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0
Yläpohja	92	92	0,09	0,60	0,10	8,3	9,2
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0	0	0,09	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0	0	0,17	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (maanvastainen)	92	92	0,16	0,60	0,10	14,7	9,4
Muu maanvastainen rakennusosa	0	0	0,16	0,60	0,00	0,0	0,0
Ikkunat	37,5	37,5					
Ikkunat alle 15 % Krs-tasoaalasta	30,8	30,8	1,00	1,80	1,00	30,8	30,8
Ikkunat yli 15 % Krs-tasoaalasta	6,7	6,7	0,40	1,80	1,00	2,7	6,7
Ulko-ovet	8,3	8,3	1,00		1,03	8,3	8,5
Kattoikkunat	0,0	0,0	1,00	1,80	0,00	0,0	0,0
Lämpimät tilat yhteensä	414,3	414,3				138,5	137,0
<i>Puoillämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä US6, hirsi > 180 mm	0	0	0,60	0,60	0,00	0,0	0,0
Ulkoseinä US7	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Ulkoseinä US8	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva AP	0	0	0,14	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0	0	0,26	0,60	0,00	0,0	0,0
Alapohja (maanvastainen matalaper.)	0	0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0
Muu maanvastainen rakennusosa	0	0	0,24	0,60	0,00	0,0	0,0
Ikkunat ja kattoikkunat	0,0	0,0	1,40	2,80	0,00	0,0	0,0
Ulko-ovet	0,0	0,0	1,40		0,00	0,0	0,0
Puoillämpimät tilat yhteensä	0,0	0,0				0,0	0,0
	Vaipan ilmanvuotoluku		Vuotoilmavirta, m ³ /s		Om inaislämpöhäviö, W/K		
	[n _{sp}]		[q _{v,v} = n _{sp} / 25 x V / 3600]		[H _{vuotoilma} = 1200 x q _{v,v}]		
VAIPAN ILMAVUODOT	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Vuotoilma							
Lämpimät tilat	2,0	4,0	0,0104	0,0209	12,5	25,1	
Puoillämpimät tilat	2,0	4,0	0,0000	0,0000	0,0	0,0	
	Poistoilmavirta, m ³ /s		LTO:n vuosihyötysuhde, %		Om inaislämpöhäviö, W/K		
	[q _{v,p}]		[η _a]		[1,2 x 1000 x q _{v,p} x (1 - η _a)]		
ILMANVAIHTO	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto							
Lämpimät tilat	0,065		45	70	43,1	23,5	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatim.	0,000			0	0,0	0,0	
Puoillämpimät tilat	0,000		45	45	0,0	0,0	
Puoillämpimät tilat, ei LTO-vaatim.	0,000			0	0,0	0,0	
						Om inaislämpöhäviö, W/K	
						[H = H_{ohi} + H_{vuotoilma} + H_v]	
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus						Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimien tilojen om inaislämpöhäviöt yhteensä						194,2	185,6
Puoillämpimien tilojen om inaislämpöhäviöt yhteensä						0,0	0,0

Mammutti Hirsi Aina vahvempi.				
Lähtötiedot energiaselvityksen laadintaa varten				
Linnunrata				
Katuosoite				
postinumero ja postitoimipaikka				
Asiakkaan sähköpostiosoite:				
Asiakkaan nimi ja postiosoite, jos asiakkaalla ei ole s.postiosoitetta:				
Rakennuspaikkakunta:				
Lämmöntuottolaite:				
valitse				
Lämmönjakotapa:				
valitse				
Takka:				
valitse				
Ilmalämpöpumppu:				
valitse				
Vedenmittaus, kyllä (kunnan verkko tai vesiosuskunta) vai ei (käyttövesi omasta kaivosta):				
valitse				
Lämpimän käyttöveden kiertojohto:				
valitse				
Jos tulee lämpimän käyttöveden kiertojohto, niin onko siihen liitetty märkätilojen lämm.laitteita?:				
valitse				
Pääsuunnittelijan nimi ja sähköpostiosoite (ei pakoll.):				

Kylmäsiilat:				
	Pituus, m	ψ_k		
Ikkunat ja ovet	137,96	0,04		
Runkomateriaali:	Puu		Hirsi	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,04	22,44	0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,04		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,05	40,24	0,04
Välipohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,05	38,32	0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,08	40,24	0,11
Alapohjan (puu, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,06		0,09
Runkomateriaali:	Betoni		Kevytbetoni	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,06		0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,06		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,04		0,04
Välipohjan (betonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0		0,1
Välipohjan (kevytbetonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos				0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,24		0,09
Alapohjan (betoni, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,28		0,08
Alapohjan (kevytbet. ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos				0,03
Runkomateriaali:	Kevytsementtibetoni		Tiili	
	Pituus, m	ψ_k	Pituus, m	ψ_k
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka		0,05		0,05
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka		-0,05		-0,05
Yläpohjan (puurak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,04		0,04
Välipohjan (betonirak.) ja ulkoseinän välinen liitos		0,07		0
Alapohjan (betoni, maanvast.) ja ulkoseinän väl. liitos		0,15		0,17
Alapohjan (betoni, ryöm. tila) ja ulkoseinän väl. liitos		0,11		0,06

Kokonaisenergian kulutus E-luku

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qkaukolämpö:	Qkaukojäähd.:	Qfossiiliset:	Quusiutuvat:	Wsähkö:	Eluku:
Tammikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	2516 kWh	2516 kWh
Helmikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	2248 kWh	2248 kWh
Maaliskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	2226 kWh	2226 kWh
Huhtikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1568 kWh	1568 kWh
Toukokuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1154 kWh	1154 kWh
Kesäkuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1097 kWh	1097 kWh
Heinäkuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1064 kWh	1064 kWh
Elokuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1088 kWh	1088 kWh
Syyskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1167 kWh	1167 kWh
Lokakuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1649 kWh	1649 kWh
Marraskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	2074 kWh	2074 kWh
Joulukuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	2371 kWh	2371 kWh
Yhteensä:	--	--	--	--	20223 kWh	20223 kWh
Yhteensä:	20223 kWh					
Yhteensä/m2:	153 kWh/m2	211 kWh/m2 (=E-luvun raja D3 mukaisesti)				

Kissankulma, E-luku maalämpö (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)**Rakenteiden läpi johtuva energia, kaikki rakenneosat (Qjoht)**

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qjoht (YP):	Qjoht (US):	Qjoht (AP):	Qjoht (Ikk.+ovi):	Qjoht (Ks):	Qjoht:
Tammikuu	251 kWh	810 kWh	107 kWh	432 kWh	234 kWh	1834 kWh
Helmikuu	231 kWh	747 kWh	105 kWh	398 kWh	216 kWh	1698 kWh
Maaliskuu	237 kWh	765 kWh	127 kWh	408 kWh	221 kWh	1758 kWh
Huhtikuu	160 kWh	518 kWh	132 kWh	276 kWh	150 kWh	1237 kWh
Toukokuu	103 kWh	332 kWh	137 kWh	177 kWh	96 kWh	845 kWh
Kesäkuu	66 kWh	213 kWh	123 kWh	113 kWh	61 kWh	576 kWh
Heinäkuu	37 kWh	120 kWh	107 kWh	64 kWh	35 kWh	363 kWh
Elokuu	50 kWh	161 kWh	97 kWh	86 kWh	46 kWh	439 kWh
Syyskuu	102 kWh	329 kWh	84 kWh	175 kWh	95 kWh	785 kWh
Lokakuu	149 kWh	480 kWh	77 kWh	256 kWh	139 kWh	1100 kWh
Marraskuu	199 kWh	644 kWh	74 kWh	343 kWh	186 kWh	1446 kWh
Joulukuu	233 kWh	752 kWh	87 kWh	401 kWh	218 kWh	1691 kWh
Yhteensä:	1817 kWh	5871 kWh	1255 kWh	3130 kWh	1697 kWh	13771 kWh
Yhteensä:	13771 kWh					
Yhteensä/m2:	104 kWh/m2					

Kissankulma, johtumishäviöt (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)**Lämpökuormat yhteensä (Qlämpökuorma)**

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qhenk:	Qsäh:	Qlqv,kuorma:	Qaur:	Qlämpökuorma:
Tammikuu	198 kWh	257 kWh	55 kWh	41 kWh	552 kWh
Helmikuu	179 kWh	232 kWh	50 kWh	129 kWh	590 kWh
Maaliskuu	198 kWh	257 kWh	55 kWh	309 kWh	819 kWh
Huhtikuu	192 kWh	249 kWh	53 kWh	392 kWh	886 kWh
Toukokuu	198 kWh	257 kWh	55 kWh	497 kWh	1008 kWh
Kesäkuu	192 kWh	249 kWh	53 kWh	496 kWh	990 kWh
Heinäkuu	198 kWh	257 kWh	55 kWh	534 kWh	1044 kWh
Elokuu	198 kWh	257 kWh	55 kWh	385 kWh	895 kWh
Syyskuu	192 kWh	249 kWh	53 kWh	322 kWh	816 kWh
Lokakuu	198 kWh	257 kWh	55 kWh	128 kWh	639 kWh
Marraskuu	192 kWh	249 kWh	53 kWh	51 kWh	545 kWh
Joulukuu	198 kWh	257 kWh	55 kWh	33 kWh	543 kWh
Yhteensä:	2330 kWh	3030 kWh	650 kWh	3317 kWh	9327 kWh
Yhteensä:	9327 kWh				
Yhteensä/m2:	71 kWh/m2				

Kissankulma, lämpökuormat (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Rakennuksen lämmitysteho = 1053

Uudet vakioratkaisut

Johtumislämmitysteho:	4999 W	
Vuotoilman lämm. teho:	238 W	
Tulo- ja korvausilman lämm. teho:	192 W	
Tilojen lämpötehon tarve:	5428 W	(=4999 + 238 + 192)
Jälkilämmityspatterin tehontarve:	1788 W	
Käyttöveden lämmitystehton tarve:	63266 W	
Rakennuksen lämmitystehontarve:	78313 W	(=5428/0.90 + 1788/0.90 + 63266/0.90)
Huom!	Myös lattioiden johtumislämmitysteho on laskettu mitoittavan ulkolämpötilan mukaan	
Huom!	Jos käyttövesi lämmitetään varaajassa, on latausteho pienempi kuin mitoitusvirtaaman lämmitysteho	

Kissankulma, tehontarve (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)**Tilojen lämmitysenergian tarve (Qtila)**

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qjoht:	Qvuotoilma:	Qiv.tuloilma:	Qiv.korvausilma:	Qtila:
Tammikuu	1834 kWh	94 kWh	142 kWh	0 kWh	2070 kWh
Helmikuu	1698 kWh	87 kWh	129 kWh	0 kWh	1914 kWh
Maaliskuu	1758 kWh	89 kWh	142 kWh	0 kWh	1989 kWh
Huhtikuu	1237 kWh	60 kWh	138 kWh	0 kWh	1435 kWh
Toukokuu	845 kWh	39 kWh	142 kWh	0 kWh	1026 kWh
Kesäkuu	576 kWh	25 kWh	311 kWh	0 kWh	912 kWh
Heinäkuu	363 kWh	14 kWh	176 kWh	0 kWh	552 kWh
Elokuu	439 kWh	19 kWh	235 kWh	0 kWh	693 kWh
Syyskuu	785 kWh	38 kWh	138 kWh	0 kWh	961 kWh
Lokakuu	1100 kWh	56 kWh	142 kWh	0 kWh	1299 kWh
Marraskuu	1446 kWh	75 kWh	138 kWh	0 kWh	1659 kWh
Joulukuu	1691 kWh	87 kWh	142 kWh	0 kWh	1920 kWh
Yhteensä:	13771 kWh	681 kWh	1977 kWh	--	16429 kWh
Yhteensä:	16429 kWh				
Yhteensä/m2:	124 kWh/m2				

Kissankulma, tilojen lämmitysenergian tarve (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Kokonaisenergian kulutus E-luku

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qkaukolämpö:	Qkaukojäähd.:	Qfossiiliset:	Quusiutuvat:	Wsähkö:	Eluku:
Tammikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1487 kWh	819 kWh	2305 kWh
Helmikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1306 kWh	749 kWh	2055 kWh
Maaliskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1229 kWh	791 kWh	2021 kWh
Huhtikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	774 kWh	632 kWh	1406 kWh
Toukokuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	457 kWh	540 kWh	997 kWh
Kesäkuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	427 kWh	516 kWh	944 kWh
Heinäkuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	357 kWh	534 kWh	891 kWh
Elokuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	386 kWh	534 kWh	920 kWh
Syyskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	494 kWh	522 kWh	1017 kWh
Lokakuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	864 kWh	620 kWh	1484 kWh
Marraskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1181 kWh	708 kWh	1888 kWh
Joulukuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1384 kWh	784 kWh	2168 kWh
Yhteensä:	--	--	--	10347 kWh	7748 kWh	18095 kWh
Yhteensä:	18095 kWh					
Yhteensä/m2:	158 kWh/m2	229 kWh/m2 (=E-luvun raja D3 mukaisesti)				

Kotikontu, E-luku puulämmitys (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)**Rakenteiden läpi johtuva energia, kaikki rakenneosat (Qjoht)**

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qjoht (YP):	Qjoht (US):	Qjoht (AP):	Qjoht (Ikk. +ovi):	Qjoht (Ks):	Qjoht:
Tammikuu	216 kWh	689 kWh	92 kWh	371 kWh	192 kWh	1560 kWh
Helmikuu	199 kWh	636 kWh	91 kWh	342 kWh	177 kWh	1445 kWh
Maaliskuu	204 kWh	651 kWh	110 kWh	350 kWh	181 kWh	1495 kWh
Huhtikuu	138 kWh	441 kWh	114 kWh	237 kWh	123 kWh	1053 kWh
Toukokuu	88 kWh	283 kWh	118 kWh	152 kWh	79 kWh	720 kWh
Kesäkuu	57 kWh	181 kWh	106 kWh	97 kWh	50 kWh	491 kWh
Heinäkuu	32 kWh	102 kWh	92 kWh	55 kWh	28 kWh	310 kWh
Elokuu	43 kWh	137 kWh	84 kWh	73 kWh	38 kWh	375 kWh
Syyskuu	87 kWh	280 kWh	73 kWh	150 kWh	78 kWh	668 kWh
Lokakuu	128 kWh	409 kWh	66 kWh	220 kWh	114 kWh	936 kWh
Marraskuu	171 kWh	548 kWh	64 kWh	294 kWh	152 kWh	1230 kWh
Joulukuu	200 kWh	640 kWh	75 kWh	344 kWh	178 kWh	1438 kWh
Yhteensä:	1562 kWh	4995 kWh	1086 kWh	2686 kWh	1390 kWh	11719 kWh
Yhteensä:	11719 kWh					
Yhteensä/m2:	102 kWh/m2					

Kotikontu, johtumishäviöt (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Lämpökuormat yhteensä (Q_{lämpökuorma})

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Q _{henk} :	Q _{säh} :	Q _{kv,kuorma} :	Q _{aur} :	Q _{lämpökuorma} :
Tammikuu	171 kWh	222 kWh	0 kWh	36 kWh	430 kWh
Helmikuu	155 kWh	201 kWh	0 kWh	113 kWh	469 kWh
Maaliskuu	171 kWh	222 kWh	0 kWh	269 kWh	662 kWh
Huhtikuu	166 kWh	215 kWh	0 kWh	333 kWh	714 kWh
Toukokuu	171 kWh	222 kWh	0 kWh	419 kWh	812 kWh
Kesäkuu	166 kWh	215 kWh	0 kWh	410 kWh	791 kWh
Heinäkuu	171 kWh	222 kWh	0 kWh	442 kWh	835 kWh
Elokuu	171 kWh	222 kWh	0 kWh	327 kWh	721 kWh
Syyskuu	166 kWh	215 kWh	0 kWh	278 kWh	658 kWh
Lokakuu	171 kWh	222 kWh	0 kWh	110 kWh	504 kWh
Marraskuu	166 kWh	215 kWh	0 kWh	45 kWh	425 kWh
Joulukuu	171 kWh	222 kWh	0 kWh	29 kWh	423 kWh
Yhteensä:	2015 kWh	2620 kWh	--	2809 kWh	7444 kWh
Yhteensä:	7444 kWh				
Yhteensä/m ² :	65 kWh/m ²				

Kotikontu, lämpökuormat (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)**Rakennuksen lämmitysteho = 1053**

Uudet vakioratkaisut

Johtumislämmitysteho:	4257 W	
Vuotoilman lämm. teho:	186 W	
Tulo- ja korvausilman lämm. teho:	166 W	
Tilojen lämpötehon tarve:	4609 W	(=4257 + 186 + 166)
Jälkilämmityspatterin tehontarve:	1546 W	
Käyttöveden lämmitystehon tarve:	63230 W	
Rakennuksen lämmitystehton tarve:	77094 W	(=4609/0.90 + 1546/0.90 + 63230/0.90)
Huom!	Myös lattioiden johtumislämmitysteho on laskettu mitoittavan ulkolämpötilan mukaan	
Huom!	Jos käyttövesi lämmitetään varaajassa, on latausteho pienempi kuin mitoitusvirtaaman lämmitysteho	

Kotikontu, tehontarve (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)**Tilojen lämmitysenergian tarve (Q_{tila})**

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Q _{joht} :	Q _{vuotoilma} :	Q _{v,tuloilma} :	Q _{v,korvausilma} :	Q _{tila} :
Tammikuu	1560 kWh	74 kWh	123 kWh	0 kWh	1756 kWh
Helmikuu	1445 kWh	68 kWh	111 kWh	0 kWh	1624 kWh
Maaliskuu	1495 kWh	69 kWh	123 kWh	0 kWh	1688 kWh
Huhtikuu	1053 kWh	47 kWh	119 kWh	0 kWh	1219 kWh
Toukokuu	720 kWh	30 kWh	123 kWh	0 kWh	873 kWh
Kesäkuu	491 kWh	19 kWh	269 kWh	0 kWh	779 kWh
Heinäkuu	310 kWh	11 kWh	152 kWh	0 kWh	473 kWh
Elokuu	375 kWh	15 kWh	203 kWh	0 kWh	592 kWh
Syyskuu	668 kWh	30 kWh	119 kWh	0 kWh	817 kWh
Lokakuu	936 kWh	44 kWh	123 kWh	0 kWh	1103 kWh
Marraskuu	1230 kWh	58 kWh	119 kWh	0 kWh	1408 kWh
Joulukuu	1438 kWh	68 kWh	123 kWh	0 kWh	1629 kWh
Yhteensä:	11719 kWh	533 kWh	1709 kWh	--	13961 kWh
Yhteensä:	13961 kWh				
Yhteensä/m ² :	122 kWh/m ²				

Kotikontu, tilojen lämmitysenergiantarve (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Kokonaisenergian kulutus E-luku

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qkaukolämpö:	Qkaukojäähd.:	Qfossiiliset:	Quusiutuvat:	Wsähkö:	Eluku:
Tammikuu	2631 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1305 kWh	3935 kWh
Helmikuu	2264 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1193 kWh	3457 kWh
Maaliskuu	2007 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1262 kWh	3268 kWh
Huhtikuu	1045 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1009 kWh	2054 kWh
Toukokuu	540 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	863 kWh	1404 kWh
Kesäkuu	512 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	829 kWh	1342 kWh
Heinäkuu	476 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	857 kWh	1333 kWh
Elokuu	496 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	857 kWh	1353 kWh
Syyskuu	635 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	836 kWh	1471 kWh
Lokakuu	1407 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	990 kWh	2397 kWh
Marraskuu	2064 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1129 kWh	3193 kWh
Joulukuu	2450 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1249 kWh	3699 kWh
Yhteensä:	16527 kWh	--	--	--	12379 kWh	28905 kWh
Yhteensä:	28905 kWh					
Yhteensä/m ² :	159 kWh/m ²	185 kWh/m ² (=E-luvun raja D3 mukaisesti)				

Linnunrata, E-luku maalämpö (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)**Rakenteiden läpi johtuva energia, kaikki rakenneosat (Qjoht)**

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qjoht (YP):	Qjoht (US):	Qjoht (AP):	Qjoht (Ikk.+ovi):	Qjoht (Ks):
Tammikuu	171 kWh	1348 kWh	73 kWh	812 kWh	235 kWh
Helmikuu	158 kWh	1244 kWh	72 kWh	749 kWh	217 kWh
Maaliskuu	161 kWh	1273 kWh	87 kWh	767 kWh	222 kWh
Huhtikuu	109 kWh	862 kWh	91 kWh	519 kWh	151 kWh
Toukokuu	70 kWh	553 kWh	94 kWh	333 kWh	97 kWh
Kesäkuu	45 kWh	354 kWh	84 kWh	213 kWh	62 kWh
Heinäkuu	25 kWh	200 kWh	73 kWh	120 kWh	35 kWh
Elokuu	34 kWh	267 kWh	66 kWh	161 kWh	47 kWh
Syyskuu	69 kWh	547 kWh	58 kWh	330 kWh	96 kWh
Lokakuu	101 kWh	799 kWh	53 kWh	481 kWh	140 kWh
Marraskuu	136 kWh	1071 kWh	51 kWh	645 kWh	187 kWh
Joulukuu	159 kWh	1252 kWh	60 kWh	754 kWh	219 kWh
Yhteensä:	1239 kWh	9770 kWh	862 kWh	5887 kWh	1707 kWh
Yhteensä:	19464 kWh				
Yhteensä/m ² :	107 kWh/m ²				

Linnunrata, johtumishäviöt (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Lämpökuormat yhteensä (Qlämpökuorma)

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qhenk:	Qsääh:	Qlqv,kuorma:	Qaur:	Qlämpökuorma:
Tammikuu	271 kWh	352 kWh	0 kWh	77 kWh	700 kWh
Helmikuu	245 kWh	318 kWh	0 kWh	249 kWh	812 kWh
Maaliskuu	271 kWh	352 kWh	0 kWh	609 kWh	1232 kWh
Huhtikuu	262 kWh	341 kWh	0 kWh	824 kWh	1427 kWh
Toukokuu	271 kWh	352 kWh	0 kWh	1049 kWh	1672 kWh
Kesäkuu	262 kWh	341 kWh	0 kWh	1038 kWh	1641 kWh
Heinäkuu	271 kWh	352 kWh	0 kWh	1137 kWh	1760 kWh
Elokuu	271 kWh	352 kWh	0 kWh	799 kWh	1422 kWh
Syyskuu	262 kWh	341 kWh	0 kWh	669 kWh	1272 kWh
Lokakuu	271 kWh	352 kWh	0 kWh	252 kWh	875 kWh
Marraskuu	262 kWh	341 kWh	0 kWh	96 kWh	699 kWh
Joulukuu	271 kWh	352 kWh	0 kWh	62 kWh	685 kWh
Yhteensä:	3189 kWh	4146 kWh	--	6862 kWh	14196 kWh
Yhteensä:	14196 kWh				
Yhteensä/m2:	79 kWh/m2				

Linnunrata, lämpökuormat (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)**Rakennuksen lämmitysteho = 1053**

Uudet vakioratkaisut

Johtumislämmitysteho:	6926 W	
Vuotoilman lämm. teho:	460 W	
Tulo- ja korvausilman lämm. teho:	262 W	
Tilojen lämpötehon tarve:	7649 W	(=6926 + 460 + 262)
Jälkilämmityspatterin tehontarve:	2446 W	
Käyttöveden lämmitystehton tarve:	63364 W	
Rakennuksen lämmitystehton tarve:	81621 W	(=7649/0.90 + 2446/0.90 + 63364/0.90)
Huom!	Myös lattioiden johtumislämmitysteho on laskettu mitoittavan ulkolämpötilan mukaan	
Huom!	Jos käyttövesi lämmitetään varaajassa, on latausteho pienempi kuin mitoitusvirtaaman lämmitysteho	

Linnunrata, tehontarve (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia.2012)**Tilojen lämmitysenergian tarve (Qtila)**

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qjoht:	Qvuotoilma:	Qiv,tuloilma:	Qiv,korvausilma:	Qtila:
Tammikuu	2640 kWh	182 kWh	195 kWh	0 kWh	3017 kWh
Helmikuu	2440 kWh	168 kWh	176 kWh	0 kWh	2784 kWh
Maaliskuu	2511 kWh	172 kWh	195 kWh	0 kWh	2878 kWh
Huhtikuu	1732 kWh	116 kWh	189 kWh	0 kWh	2037 kWh
Toukokuu	1146 kWh	75 kWh	195 kWh	0 kWh	1416 kWh
Kesäkuu	758 kWh	48 kWh	426 kWh	0 kWh	1231 kWh
Heinäkuu	454 kWh	27 kWh	240 kWh	0 kWh	721 kWh
Elokuu	575 kWh	36 kWh	322 kWh	0 kWh	933 kWh
Syyskuu	1099 kWh	74 kWh	189 kWh	0 kWh	1362 kWh
Lokakuu	1574 kWh	108 kWh	195 kWh	0 kWh	1877 kWh
Marraskuu	2090 kWh	145 kWh	189 kWh	0 kWh	2424 kWh
Joulukuu	2443 kWh	169 kWh	195 kWh	0 kWh	2807 kWh
Yhteensä:	19464 kWh	1318 kWh	2705 kWh	--	23487 kWh
Yhteensä:	23487 kWh				
Yhteensä/m2:	130 kWh/m2				

Linnunrata, tilojen lämmitysenergian tarve (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Kokonaisenergian kulutus E-luku

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qkaukolämpö:	Qkaukojäähd.:	Qfossiliset:	Quusiutuvat:	Wsähkö:	Eluku:
Tammikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	417 kWh	3827 kWh	4244 kWh
Helmikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	417 kWh	3362 kWh	3779 kWh
Maaliskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	3839 kWh	3839 kWh
Huhtikuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	2624 kWh	2624 kWh
Toukokuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1907 kWh	1907 kWh
Kesäkuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1844 kWh	1844 kWh
Heinäkuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1818 kWh	1818 kWh
Elokuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1844 kWh	1844 kWh
Syyskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1965 kWh	1965 kWh
Lokakuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	2823 kWh	2823 kWh
Marraskuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	417 kWh	3049 kWh	3465 kWh
Joulukuu	0 kWh	0 kWh	0 kWh	417 kWh	3575 kWh	3991 kWh
Yhteensä:	--	--	--	1667 kWh	32476 kWh	34143 kWh
Yhteensä:	34143 kWh					
Yhteensä/m2:	170 kWh/m2	184 kWh/m2 (=E-luvun raja D3 mukaisesti)				

Tornikammari, E-luku vesi-ilmalämpöpumppu (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Rakenteiden läpi johtuva energia, kaikki rakenneosat (Qjoht)

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qjoht (YP):	Qjoht (US):	Qjoht (AP):	Qjoht (Ikk.+ovi):	Qjoht (Ks):	Qjoht:
Tammikuu	232 kWh	1061 kWh	95 kWh	569 kWh	296 kWh	2254 kWh
Helmikuu	214 kWh	979 kWh	94 kWh	525 kWh	273 kWh	2085 kWh
Maaliskuu	219 kWh	1002 kWh	112 kWh	538 kWh	280 kWh	2152 kWh
Huhtikuu	148 kWh	679 kWh	117 kWh	364 kWh	190 kWh	1498 kWh
Toukokuu	95 kWh	435 kWh	121 kWh	234 kWh	122 kWh	1007 kWh
Kesäkuu	61 kWh	278 kWh	109 kWh	149 kWh	78 kWh	675 kWh
Heinäkuu	34 kWh	157 kWh	95 kWh	84 kWh	44 kWh	415 kWh
Elokuu	46 kWh	210 kWh	86 kWh	113 kWh	59 kWh	514 kWh
Syyskuu	94 kWh	431 kWh	75 kWh	231 kWh	120 kWh	951 kWh
Lokakuu	138 kWh	629 kWh	68 kWh	337 kWh	176 kWh	1348 kWh
Marraskuu	184 kWh	843 kWh	66 kWh	452 kWh	235 kWh	1782 kWh
Joulukuu	216 kWh	986 kWh	77 kWh	529 kWh	275 kWh	2082 kWh
Yhteensä:	1683 kWh	7691 kWh	1115 kWh	4126 kWh	2148 kWh	16763 kWh
Yhteensä:	16763 kWh					
Yhteensä/m2:	84 kWh/m2					

Tornikammari, johtumishäviöt (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Rakennuksen lämmitysteho = 1053

Uudet vakioratkaisut

Johtumislämmitysteho:	6022 W	
Vuotoilman lämm. teho:	534 W	
Tulo- ja korvausilman lämm. teho:	289 W	
Tilojen lämpötehon tarve:	6845 W	(=6022 + 534 + 289)
Jälkilämmityspatterin tehontarve:	2701 W	
Käyttöveden lämmitystehon tarve:	63402 W	
Rakennuksen lämmitystehton tarve:	81054 W	(=6845/0.90 + 2701/0.90 + 63402/0.90)
Huom!	Myös lattioiden johtumislämmitysteho on laskettu mitoittavan ulkolämpötilan mukaan	
Huom!	Jos käyttövesi lämmitetään varaajassa, on latausteho pienempi kuin mitoitusvirtaaman lämmitysteho	

Tornikammari, tehontarve (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

Lämpökuormat yhteensä (Qlämpökuorma)

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qhenk:	Qsäh:	Qlqv,kuorma:	Qaur:	Qlämpökuorma:
Tammikuu	299 kWh	389 kWh	55 kWh	46 kWh	790 kWh
Helmikuu	270 kWh	351 kWh	50 kWh	148 kWh	820 kWh
Maaliskuu	299 kWh	389 kWh	55 kWh	378 kWh	1121 kWh
Huhtikuu	289 kWh	376 kWh	53 kWh	514 kWh	1233 kWh
Toukokuu	299 kWh	389 kWh	55 kWh	685 kWh	1429 kWh
Kesäkuu	289 kWh	376 kWh	53 kWh	689 kWh	1409 kWh
Heinäkuu	299 kWh	389 kWh	55 kWh	742 kWh	1485 kWh
Elokuu	299 kWh	389 kWh	55 kWh	529 kWh	1273 kWh
Syyskuu	289 kWh	376 kWh	53 kWh	396 kWh	1115 kWh
Lokakuu	299 kWh	389 kWh	55 kWh	156 kWh	899 kWh
Marraskuu	289 kWh	376 kWh	53 kWh	57 kWh	776 kWh
Joulukuu	299 kWh	389 kWh	55 kWh	35 kWh	778 kWh
Yhteensä:	3522 kWh	4579 kWh	650 kWh	4377 kWh	13127 kWh
Yhteensä:	13127 kWh				
Yhteensä/m ² :	66 kWh/m ²				

*Tornikammari, lämpökuormat (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)***Tilojen lämmitysenergian tarve (Qtila)**

Uudet vakioratkaisut

Kuukausi:	Qjoht:	Qvuotoilma:	Qiv,tuloilma:	Qiv,korvausilma:	Qtila:
Tammikuu	2254 kWh	211 kWh	215 kWh	0 kWh	2680 kWh
Helmikuu	2085 kWh	195 kWh	195 kWh	0 kWh	2474 kWh
Maaliskuu	2152 kWh	199 kWh	215 kWh	0 kWh	2566 kWh
Huhtikuu	1498 kWh	135 kWh	208 kWh	0 kWh	1842 kWh
Toukokuu	1007 kWh	87 kWh	215 kWh	0 kWh	1309 kWh
Kesäkuu	675 kWh	55 kWh	470 kWh	0 kWh	1201 kWh
Heinäkuu	415 kWh	31 kWh	266 kWh	0 kWh	712 kWh
Elokuu	514 kWh	42 kWh	355 kWh	0 kWh	911 kWh
Syyskuu	951 kWh	86 kWh	208 kWh	0 kWh	1245 kWh
Lokakuu	1348 kWh	125 kWh	215 kWh	0 kWh	1688 kWh
Marraskuu	1782 kWh	168 kWh	208 kWh	0 kWh	2158 kWh
Joulukuu	2082 kWh	196 kWh	215 kWh	0 kWh	2494 kWh
Yhteensä:	16763 kWh	1529 kWh	2988 kWh	--	21279 kWh
Yhteensä:	21279 kWh				
Yhteensä/m ² :	106 kWh/m ²				

Tornikammari, tilojen lämmitysenergiantarve (Kokonaisenergiankulutuksen laskelmia. 2012)

