

HIRSIHUVILAN ENERGIA TEHOKKUUDEN  
PARANTAMISEN KANNATTAVUUS

Jaakko Pöllä  
2011  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# HIRSIHUVILAN ENERGIAEHIKOKKUUDEI PARANTAMISEI KANNATTAVUUS

Jaakko Pöllä  
Opinnäytetyö  
16.11.2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööri	41	+	49
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Talon- ja korjausrakentaminen	16.11.2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Yksityinen	Jaakko Pöllä			
Työn nimi				
Hirsihuvilan energiatehokkuuden parantamisen kannattavuus				
Avainsanat				
hirsi, energiatehokkuus, lisälämmöneristäminen, maalämpö				

Rakentamisessa päähuomio keskittyy yhä enemmän energiatehokkuuteen. Energian nouseva hinta ja tiukentuvat energiasäädökset aiheuttavat paineita uudisrakentamiseen, mutta myös vanhojen rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on tärkeää. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin mahdollisuuksia parantaa yksityisessä omistuksessa olevan hirsirakenteisen huvilan energiatehokkuutta.

Huvilan omistajan toiveesta opinnäytetyössä tarkasteltiin mahdollisuutta asentaa huvilan ulkoseiniin sisäpuolinen lisälämmöneristys ja pääenergianlähteeksi maalämpöpumppu. Lisälämmöneristystä suunniteltaessa uusi rakenne suunniteltiin siten, että se on Suomen rakentamismääräyskokoelman vuonna 2010 asettamien raja-arvojen sisällä. Lisäksi uuden rakenteen kosteustekninen toimivuus varmistettiin Doflämpö-laskentaohjelman avulla. Maalämpöjärjestelmän lämmönkeruulähteeksi valittiin porakaivo muiden vaihtoehtojen ollessa mahdottomia toteuttaa. Lisäksi huvilan sisälle täytyi suunnitella vesikiertoinen patterijärjestelmä.

Tutkimuksissa ilmeni, että alunperin suunniteltu 50 mm paksu sisäpuolinen lisälämmöneristys aiheuttaisi suuren kosteusvaurioriskin, joten eristystä jouduttiin kaventamaan 10 mm. 40 mm paksun lisälämmöneristyksen takaisinmaksuaika olisi hieman alle yhdeksän vuotta, mutta rakennuksen visuaaliset muutokset mietityttivät omistajaa.

Maalämpöjärjestelmän pääenergianlähteeksi vaihtamisen kustannukset nousivat yli 30 000 euroon, mutta lämmitysjärjestelmä maksaisi itsensä takaisin vajaan kymmenessä vuodessa. Lisäksi sähkölämmityksen vaihto maalämpöön lisäisi varmasti kiinteistön mahdollista jälleenmyyntiarvoa. Näin ollen maanlämmön pääenergianlähteeksi ottaminen olisi huomattavasti parempi ratkaisu huvilan energiatehokkuuden parantamiseksi.

---

Line  
Housebuilding and Renovation

---

Date  
16 November 2011

---

Commissioned by  
Private

---

Author  
Jaakko Pöllä

---

Thesis title  
Cost-Effectiveness of Improving the Energy Efficiency of Log Villa

---

Keywords  
Log, Energy Efficiency, Thermal Insulation, Geothermal Energy,

---

Nowadays the main attention in new construction is paid to energy efficiency. The soaring energy prices and the ever tightening energy regulations lay pressure on new construction but it is also important to improve the energy efficiency of older buildings. In this thesis the aim is to examine the profitability and practicality of solutions that aim to improve the energy efficiency in a privately-owned log house.

By the wish of the owner of Metsäoskari, which is the name of the villa, this thesis concentrates on the possibility to install additional thermal insulation inside of the external walls and a geothermal energy pump as a main energy source. During the planning of the additional thermal insulation, the new structure was designed so that it is within the limit-values of the Finnish Building Code set in 2010. In addition, the technical functioning of the dampness inside the structure was verified with Doflämpö-calculation program . A borehole was chosen for the heat source of the geothermal system since all the other options were impossible to carry out. Furthermore, a water circulated radiator system had to be designed into the villa.

It was found out in the study that the originally planned 50mm thick internal additional thermal insulation would cause a considerable risk for moisture damage and because of this the insulation had to be narrowed down by 10mm. The pay-back time for the 40mm thick additional thermal insulation would be just short of ten years but the owner was concerned about the changes in the visual appearance caused by the renovation. The expenses of the geothermal system would rise to over 30 000 Euros but the heating system would pay itself back in just under ten years. Moreover, the change from electric heating to geothermal heating would definitely add the reselling value of the property. Thus, choosing geothermal heating as the main energy source would be significantly better solution for the energy efficiency of the villa.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	6
2 METSÄOSKARI-HUVILAN ESITTELY .....	7
3 ENERGIASELVITYS.....	9
3.1 Energiaselvityksen laatimiseen tarvittavat tiedot .....	9
3.2 Metsäoskarin energiaselvitys.....	11
4 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN .....	14
4.1 Parannusvaihtoehtoja .....	15
4.2 Lisälämmöneristäminen .....	17
4.3 Maalämpö .....	18
4.3.1 Maalämmön kustannukset.....	20
4.3.2 Toimintaperiaate .....	21
4.3.3 Maaperä lämmönlähteenä .....	22
4.3.4 Porakaivo lämmönlähteenä .....	23
4.3.5 Vesistöt lämmönlähteenä .....	24
5 ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET .....	26
5.1 Metsäoskarin ulkoseinien lisälämmöneristäminen .....	26
5.1.1 Tekninen toimivuus.....	26
5.1.2 Energian säästö .....	27
5.1.3 Lisälämmöneristämisen kustannukset.....	29
5.1.4 Kannattavuus .....	30
5.2 Pääenergianlähteen vaihtaminen maalämpöön.....	32
5.2.1 Maalämpöjärjestelmän kustannukset .....	32
5.2.2 Energian säästö .....	34
5.2.3 Kannattavuus .....	34
6 YHTEENVETO.....	36
LÄHTEET .....	38
LIITTEET .....	41

# 1 JOHDANTO

Energiankulutus on tänä päivänä polttava puheenaihe. Energian tuotanto ja käyttö kerryttävät ilmakehään ylimääräistä hiilidioksidia ja se taas aiheuttaa ilmaston lämpenemisen. Jokaisella meistä on mahdollisuus hillitä ilmastomuutosta kiinnittämällä huomiota omaan energiankulutukseen sekä suosimalla uusiutuvaa energiaa. Tarkistamalla omat energiatottumuksemme ja tekemällä oikeita energiataloudellisia ratkaisuja on myös mahdollisuus säästä huomattavia summia rahaa. (Kodin energiaopas. 2011, linkit energiankulutus.)

Kesällä 2000 järjestettiin Ähtärissä loma-asuntomessut, jonne Metsäliittokonserni rakennutti hitaasti kasvaneesta Lapin männystä eli aihkihirrestä huvilan. Huvila sijaitsee Hankaveden rannalla, kalliokumpareen takana mäntymetsikön siimeksessä. Kun konserni myi kiinteistön, uusi omistaja kiinnitti huomiota huvilan suureen sähkönkulutukseen. Tämän johdosta alettiin tarkastella mahdollisia toimenpiteitä energiankulutuksen pienentämiseksi. Energiatehokkuutta parantavia vaihtoehtoja on useita ja niitä on mietittävä sekä taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta että mahdollisten visuaalisten muutosten tuomien viihtyvyyseikkojen näkökulmasta. Lisäksi rakennuksen teknisiin ominaisuuksiin puututtaessa on varmistettava uusien rakenteiden tekninen toimivuus.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, kuinka kannattavaa on tehdä energiatehokkuutta parantavia muutoksia hirsirakenteiseen huvilaan, jossa on suora sähkölämmitys ja sähkövastuksilla toimiva patteri- ja lattialämmitys. Energiatehokkuuden parantamisvaihtoehdot rajataan ulkoseinien sisäpuolisen lisälämmöneristämisen sekä maalämpöjärjestelmän pääenergianlähteeksi ottamisen kannattavuuden tarkasteluun. Ulkoseinien lisälämmöneristys asennettaisiin sisäpuolelle ja uusi sisäverhous tehtäisiin hirsipaneeleilla, jolloin rakennuksen visuaalinen muutos jäisi mahdollisimman pieneksi ja huomaamattomaksi. Maalämpöpumppu asennettaisiin huvilan yhteydessä sijaitsevaan lämpimään varastoon ja lämmönkeruuputkisto asennettaisiin porakaivoon.

## 2 METSÄOSKARI-HUVILAN ESITTELY

Opinnäytetyön kohderakennuksena on vuonna 2000 valmistunut hirsihuvila (kuva 1), joka sijaitsee Ähtärissä, osoitteessa Moksunahontie 15. Huvila on nimeltään Metsäoskari (jäljempänä huvila). Huvila on Hankaveden rannalla vajaan kolmenkymmenen metrin päässä rantavedestä. Huvilan kokonaispinta-ala on 157 m<sup>2</sup>. Lisäksi tontilla sijaitsee 25 m<sup>2</sup>:n suuruinen rantasauna, grillikatos ja kylmä puuliiteri. Tontin rakennusoikeus on 180 m<sup>2</sup> ja se on käytetty kokonaan. Rakennuksen pohjapiirros ja kohteen tarkemmat tilavuustiedot ilmenevät liitteestä 1. (Karjalainen 1999.)



*KUVA 1. Huvila takapihalta kuvattuna*

Huvilan on rakennuttanut Metsäliitto-konserni vuoden 2000 Ähtärin asuntomesuille. Se on rakennettu alunperin kokous- ja koulutuskäyttöön. Tämän johdosta keittiö on pieni, lähinnä pitopalvelukeittiöksi tarkoitettu ja huoneet ovat pitkän käytävän varrella, minkä vuoksi jokainen huone vaatii erillisen lämmönlähteen pysyäkseen lämpimänä. (Karjalainen 1999.) Huvilasta on lisää valokuvia liitteessä 8.

Huvilan perustuksena on antura-sokkeliperustus ja alapohjana on maanvarainen laatta. Seinät ovat 220 mm paksua hirttä lukuunottamatta yläkerran ulkoseiniä, jotka ovat hirsipaneelein verhottuja puurunkoseiniä. Katto on huopakatto. (Hietala 1999.) Huvilan tarkemmat rakennetiedot käyvät ilmi liitteestä 2.

Talon lämmitysjärjestelmänä on suora sähkölämmitys ja asuintilat lämpenevät sähköpattereiden avulla. Lisäksi molemmissa WC:eissä, eteisessä ja käytävässä on sähkövastuksella lämmitettävä lattialämmitys. (Luotsinen 1999.) Olohuoneessa on varaava takka, joka toimii varalämmönlähteenä. Ilmanvaihtojärjestelmänä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto varustettuna lämmön talteenotolla. Ilmanvaihtokoneena on MUH-Ilmava 100, minkä lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on noin 55 %. (Setälä 1999.)

Tällä hetkellä rakennus on lähinnä viikonloppukäytössä ja tyhjillään ollessaan rakennuksen sisälämpötila on laskettu kuuteentoista asteeseen, mutta siitä huolimatta rakennus kuluttaa paljon sähköä. Tulevaisuudessa rakennus on suunniteltu otettavaksi jokapäiväiseen käyttöön, mikä lisää entisestään energiankulutusta. Nykyajan tekniikoilla ja uusien lämmitysjärjestelmien avulla on kuitenkin mahdollista pudottaa sähkönkulutus murto-osaan vanhasta. Tässä työssä tutkitaan asiakkaan pyynnöstä ulkoseinien sisäpuolisen lisälämmöneristyksen ja maalämmön pääenergianlähteeksi ottamisen vaikutusta kohteen energiankulutukseen.



## 3 ENERGIASELVITYS

Energiaselvityksen avulla saadaan tietoon rakennuksen energiankulutus ja energialuokka. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2008, 13.) Luvussa 3.2 perehdytään Metsäoskarin energiaselvitykseen.

### 3.1 Energiaselvityksen laatimiseen tarvittavat tiedot

Energiaselvitystä laadittaessa on tiedettävä rakennuksen koko- ja rakennetietoja. Sen vuoksi on selvitettävä rakennustilavuus, bruttoala ja ilmatilavuus. Lisäksi on laskettava yläpohjan, alapohjan, ulkoseinien, ovien ja ikkunoiden pinta-alat, selvitettävä niiden rakenteet ja lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot. (Pientalon D5/2007-energiälaskentaopas. 2008, 5.)

**Rakennustilavuus** ( $V [m^3]$ ) käsittää tilan, jota rajoittavat ulkoseinien ulkopinnat, alapohjan alapinta ja yläpohjan yläpinta. Ellei rakennuksessa ole yläpohjaa tai yläpohja liittyy ilman ullakkoa vesikattoon, katsotaan rajoittavaksi pinnaksi vesikaton yläpinta suojauksineen. Milloin rakennuksen alapohjan paksuutta ei voida arvioida, lasketaan alapohjan paksuudeksi 200 mm alapohjan yläpinnasta. (Tasauslaskentaopas 2010. 2010, 16.)

Rakennuksen bruttopinta-ala eli **bruttoala** ( $A[m^2]$ ) kuvaa koko rakennuksen laajuutta. Bruttoala lasketaan rakennuksen kaikkien kerrostasojen kerrostasoalojen summana. Kerrostasoalat lasketaan bruttoalaan kokonaisina riippumatta kerrostason sijainnista ja sen sisältämien huoneiden käyttötarkoituksista. Bruttoalaan lasketaan kaikki kerrostasoalat riippumatta myös siitä, ovatko huoneet kylmiä vai lämpimiä. Kerrostasoala on kerrostason ala, jonka rajoina on kerrostasoa ympäröivien ulkoseinien ulkopinnat tai niiden ajateltu jatke ulkoseinän pinnassa olevien aukkojen ja koristeosien osalla. Kerrostasoala sisältää myös por-

rasaukot sekä alat, joissa huonekorkeus on alle 1600 mm. (D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007, 4.)

Rakennuksen **ilmatilavuus** ( $V [m^3]$ ) on huonekorkeuden ja kokonaissisämittojen mukaan laskettu pinta-alan tulo. Välipohjia ei lasketa ilmatilavuuteen. (D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007, 4.)

**Yläpohjan pinta-ala** ( $A [m^2]$ ) lasketaan ulkoseinien sisämittojen mukaisesti. Kattoikkunoiden pinta-ala vähennetään yläpohjan alasta. Yläpohjan läpivientejä, kuten hormit ja kanavat ei vähennetä yläpohjan pinta-alasta. Kallistetun yläpohjan pinta-ala määritetään siten, että yläpohjan pituus ja leveys määritetään yläpohjan alapinnan suunnassa. Väliseinien ja yläpohjan liittymäkohtia ei vähennetä yläpohjan pinta-alasta. (Tasauslaskentaopas 2010. 2010, 18.)

**Alapohjan pinta-ala** ( $A [m^2]$ ) lasketaan sisämittojen mukaan aukkojen ja rakenteiden aloja vähentämättä. Alapohjan läpivientejä, kuten viemärit, pilarit ja vesijohdot ei vähennetä alapohjan pinta-alasta. (D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007, 3.)

**Ulkoseinien pinta-ala** ( $A [m^2]$ ) lasketaan sisämittojen mukaisesti lattiapinnasta yläpohjan alapintaan. Ikkunat ja ovet vähennetään ulkoseinien pinta-alasta. (D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007, 3.)

**Ovien pinta-ala** ( $A [m^2]$ ) lasketaan karmirakenteen ulkomittojen mukaan ja **ikkunoiden pinta-ala** ( $A [m^2]$ ) karmirakenteen ulkomittojen mukaan. Julkisivun tai katon muodosta merkittävästi poikkeavan ikkunaratkaisun pinta-ala lasketaan tapauskohtaisesti yleisohjetta soveltaen. (D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007, 4.)

Rakenteiden **Lämmönläpäisykerroin** ( $U [W/ (m^2 \cdot K)]$ ) eli U-arvo lasketaan kaavalla 1 (C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2003, 5).

$$U = 1/R_T$$

KAAVA 1

$R_T$  = rakennusosan kokonaislämmönvastus ympäristöstä ympäristöön

Rakennusosan kokonaislämmönvastus ympäristöstä ympäristöön lasketaan kaavalla 2 (C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2003, 5).

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad \text{KAAVA 2}$$

$R_{si}$  = rakenteen sisäpuolinen pintavastus

$R_{se}$  = rakenteen ulkopuolinen pintavastus

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = ohuen ainekerroksen 1,2, ... n lämmönvastus

Ainekerrosten lämmönvastukset lasketaan kaavalla 3 (C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2003, 5).

$$R_1 = d_1 / \lambda_1, R_2 = d_2 / \lambda_2, \dots, R_n = d_n / \lambda_n \quad \text{KAAVA 3}$$

$d_1, d_2, \dots, d_n$  = ainekerroksen 1,2, ... n paksuus [m]

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  = ainekerroksen 1,2, ... n lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo, esimerkiksi normaalin lämmönjohtavuus.

### 3.2 Metsäoskarin energiaselvitys

Metsäoskari-huvilan energialaskelma on tehtävä teoreettisesti, koska tähän asti huvila on ollut pääosin vain loma- ja viikonloppukäytössä ja tulevaisuudessa se

on tarkoitus ottaa jokapäiväiseen käyttöön. Tällöin energialaskelmalla saadut tulokset vastaisivat mahdollisimman hyvin tulevaisuuden sähkönkulutusta.

Metsäoskarin energiaselvitys tehtiin Tenho 4.0 –energialaskentaohjelmalla (liite 3). Laskelmaa varten tuli selvittää huvilan rakenteiden tarkat U-arvot (liite 4). Laskelman avulla selvitettiin huvilan tämänhetkinen energiankulutus ja energia-luokka, mikäli se olisi jokapäiväisessä käytössä. Energialaskelman mukaan huvilan tämänhetkinen energiankulutus on yhteensä 42 013 kWh/vuosi, josta 25 809 kWh on lämmityksen osuus ja 16 204 kWh taloussähkön osuus. Kokonais-kuluihin lisätään vielä käyttöveden lämmitykseen kuluva energia. Näin saadaan huvilan tämänhetkiseksi vuotuisiksi energiakustannuksiksi 4011,00 €.

Energialaskelmalla saatujen lukujen todellisuutta arvioitaessa on syytä verrata niitä huvilasta vuosina 2008 - 2010 mitattuihin kulutuslukemiin, jotka ilmenevät taulukosta 1.

*TAULUKKO 1. Metsäoskarin mitattu sähkönkulutus 8/2008 – 7/2010*

Vuosi	2008	2009	2010
	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Tammikuu		3417	5047
Helmikuu		3038	3999
Maaliskuu		2627	3376
Huhtikuu		2440	2308
Toukokuu		1546	1184
Kesäkuu		1319	1170
Heinäkuu		888	691
Elokuu	1282	891	
Syyskuu	1341	1081	
Lokakuu	2045	2382	
Marraskuu	2084	1956	
Joulukuu	2859	3413	
Yht:	9611	24998	17775
Kulutus 8/2008-7/2009		24886 kWh	
Kulutus 8/2009-7/2010		27498 kWh	

Taulukosta käy ilmi, että vajavaisessa käytössä ollut huvila on kuluttanut keskimäärin noin 25 000 kWh sähköä vuodessa. Helpoin tapa suhteuttaa mitatut lukemat energialaskelmalla saatuihin lukemiin on jakaa mitattu lukema laskennallisella lukemalla, jolloin saadaan tulos, joka vastaa suoraan rakennuksen käyttöastetta jokapäiväiseen käyttöön verrattuna. Näin ollen  $25\,000\text{ kWh}/42\,013\text{ kWh} = 0,595 = 59,5\%$ . Saatua käyttöaste on hyvin lähellä todellista, joten on syytä olettaa, että energialaskelmalla saadut tulokset ovat luotettavia ja erinomainen pohja tälle tutkielmalle.

## 4 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Pientalon energiankäytöstä noin puolet menee lämmitykseen. Lämpimän käyttöveden osuus on noin 20 %. Viimeinen kolmannes jakautuu sähkölaitteiden ja valaistuksen kesken (kuva 2). (Korpelan Voima. 2011, linkit kotisähkö → kulutuksen jakauma.)



*KUVA 2. Sähkölämmitteisen pientalon energiankulutuksen jakauma (Oulun Energia. 2011, linkit energianeuvonta → mihin kotisi sähkö kuluu → sähkölämmitteinen omakotitalo)*

Lämmitysenergian tarve syntyy, kun lämmön pyrkimys on siirtymä korkeammasta lämpötilasta matalampaan. Liike jatkuu niin kauan, että tasapaino lämpötilojen välillä saavutetaan. Kun sisällä halutaan pitää eri lämpötila kuin ulkona, tarvitaan energiaa. Suurimmat energiahäviöt rakennuksista tapahtuvat johtumislämpöhäviöinä, konvektiona tai ilmanvaihdon mukana. (Laitinen 2010, 19-20.) Johtumislämpöhäviöillä tarkoitetaan rakennuksen vaipan läpi siirtyvää lämpöä. Sisäilman ja ulkoilman välinen lämpötilaero saa aikaan lämmönsiirtymisen. Tämän johdosta tulisikin hillitä sisäilman liiallista lämmittämistä, jotta lämpötilaero

pysyisi mahdollisimman pienenä ja johtumislämpöhäviöt vähäisinä. (Motiva. 2011a, linkit koti ja asuminen → mihin energiaa kuluu → lämmönkulutus.) Konvektiossa rakennuksen ulkovaipassa olevien vuotokohtien kautta ilman mukana poistuu lämpöä. Konvektion minimoimiseksi tulee pitää huoli, että rakennuksen ulkovaipassa ei ole yhtään ylimääräisiä reikiä ja vuotokohtia. (Laitinen 2010, 19-20) Ilmanvaihdon lämmitysenergian kulutukseen vaikuttaa eniten itse ilmanvaihtojärjestelmän ominaisuudet. Lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokoje voi vähentää lämmönkulutusta jopa puolet tavalliseen poistoilmanvaihtoon verrattuna. (Motiva. 2011b, linkit koti ja asuminen → mihin energiaa kuluu → sähkönkulutus.)

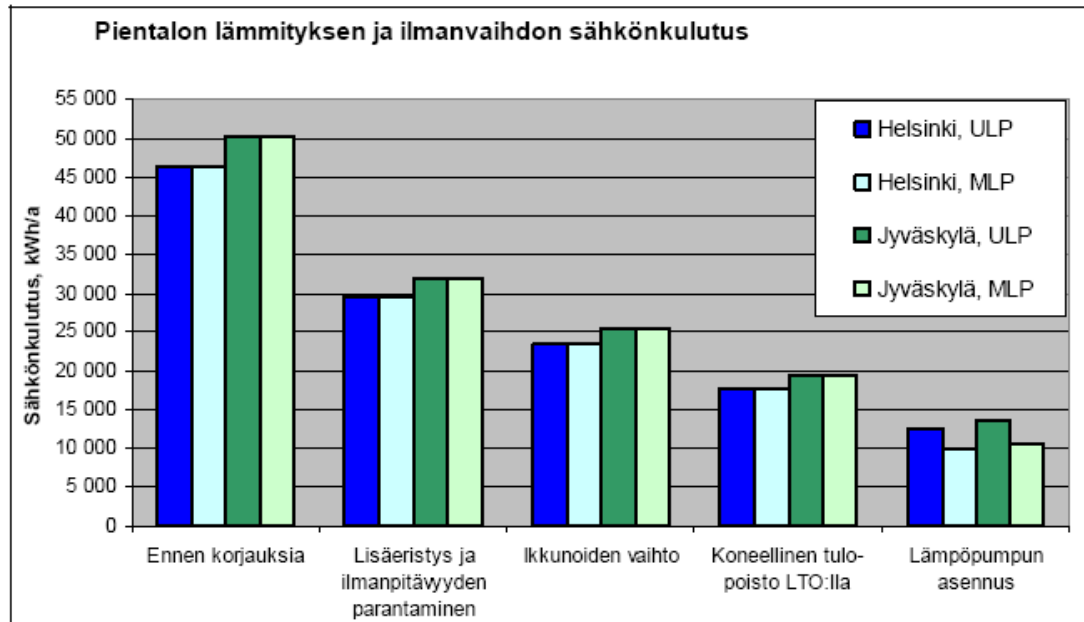
Lämmityksen lisäksi energiaa kuluu myös käyttöveden lämmitykseen ja sähkölaitteiden käyttöön ja valaistukseen (kuva 2). Käyttöveden lämmitykseen kuluvan energian määrään vaikuttavat veden käyttömäärä, putkiston eristystaso, sekä käyttövesiverkostoon liitetyt lämmityslaitteet. (Motiva. 2011a, linkit koti ja asuminen → mihin energiaa kuluu → lämmönkulutus.) Sähkölaitteiden ja valaistuksen kuluttama energia riippuu rakennuksen koosta ja asumismuodosta. Lisäksi käyttäjien omat tottumukset ja sähkölaitteiden energiataloudelliset ominaisuudet vaikuttavat olennaisesti sähkönkulutukseen. (Motiva. 2011b, linkit koti ja asuminen → mihin energiaa kuluu → sähkönkulutus.)

## **4.1 Parannusvaihtoehtoja**

Sähkölämmitteisen pientalon energiataloudellisia korjaustoimenpiteitä on useita. Tehokkaimmiksi voidaan luokitella rakenteiden korjaaminen ja ilmanpitävyyden parantaminen, ikkunoiden uusinta, ilmanvaihdon korjaaminen koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi lämmöntalteenotolla sekä maalämpöpumpun tai ulkoilma-  
malämpöpumpun asentaminen rakennuksen päälämmönlähteeksi. (Tulla 2008.)

Kyseisten korjaustoimenpiteiden vaikutusta rakennuksen vuotuisen sähkönkulutukseen on tarkasteltu kuvassa 3. Kuvasta nähdään, että rakennuksen vuotuisesta sähkönkulutuksesta saadaan vähennettyä jopa 80 %, kun sen energiatehok-

kuuteen paneudutaan ja tehdään oikeita ratkaisuja energiatehokkuutta parantavissa muutostöissä. (Tulla 2008.)



Kuva 9.2. Peräkkäisten korjaustoimenpiteiden vaikutus sähkölämmityspiENTALON tilojen ja käyttöveden lämmityksen sekä ilmanvaihdon vuotuiseseen sähkönkulutukseen. ULP = ulkoilmalämpöpumppu, MLP = maalämpöpumppu.

KUVA 3. Sähkölämmitteisen pientalon korjaustoimenpiteiden vaikutus vuotuiseseen sähkönkulutukseen (Tulla 2008)

Tämän luvun alussa mainituista energiataloutta parantavista korjaustoimenpiteistä Metsäoskarin omistaja pyysi tutkimaan mahdollisuutta asentaa ulkoseiniin sisäpuolinen lisälämmöneristys ja/tai maalämpöpumppu pääenergianlähteeksi. Lisäeristyksen tulisi nimenomaan olla sisäpuolella, jolloin massiivisesta hirrestä rakennetun huvilan visuaalinen muutos jäisi mahdollisimman pieneksi. Ilmanvaihtokoje on jo koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla, joten siihen ei olisi muutenkaan syytä puuttua. Nykyiset ikkunat ovat U-arvoltaan 1,2, joten niiden vaihtamista energiatehokkaampiin voisi myös harkita.



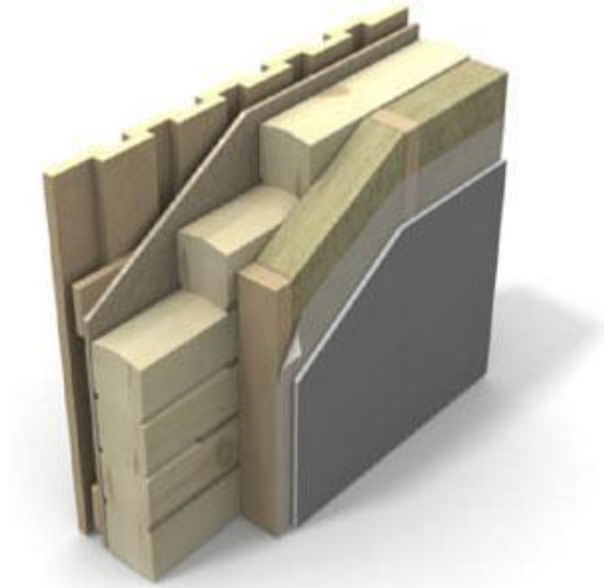
## 4.2 Lisälämmöneristäminen

Lisälämmöneristämisen tarkoitus on parantaa rakennuksen energiatehokkuutta vähentämällä sen johtumislämpöhäviöitä. Lisälämmöneristäminen voidaan tehdä alapohjaan, yläpohjaan tai ulkoseiniin. Ala- ja yläpohjien eristäminen ei yleensä aiheuta niin paljon visuaalista muutosta rakennukseen kuin ulkoseiniä eristäminen, sillä ulkoseiniä eristettäessä ikkuna- ja oviaukot jäävät syvemmälle seinäin sekä räystäät lyhenevät. Lisälämmöneristämistä kannattaa harkita siinä vaiheessa, kun se on helposti toteutettavissa ja rakennuksen kosteustekninen toimivuus on varmistettu. (Luukka 2010, 38.)

Ulkoseiniä eristettäessä on ensimmäisenä tehtävä päätös kummalle puolelle, sisä- vai ulkopuolelle, lisälämmöneristys tehdään. Perusteluina päätökselle on yleensä vanhan pintarakenteen uusiminen, jolloin muutoinkin saneerattavalle puolelle asennettava lisäeristys vähentää kustannuksia. Jokainen saneerauskohta on kuitenkin arvioitava erikseen, jolloin otetaan huomioon seinän kosteustekninen käyttäytyminen ja mahdolliset visuaaliset seikat. (Luukka 2010, 38.)

Ulkopuolista lisälämmöneristystä asennettaessa puurakenteisiin taloihin koolaus asennetaan vanhan ulkoverhouksen päälle tai vaihtoehtoisesti vanha ulkoverhous puretaan alta pois ja koolaus kiinnitetään rakennuksen runkotolppiin. Kivirakenteisissa taloissa koolaus ankkuroidaan harkkoon, tiileen tai betoniin. Koolauksen välit täytetään eristeellä. Tämän päälle asennetaan tuulensuojalevyt, tuuletusrimat ja uusi ulkoverhous. (Luukka 2010, 38.)

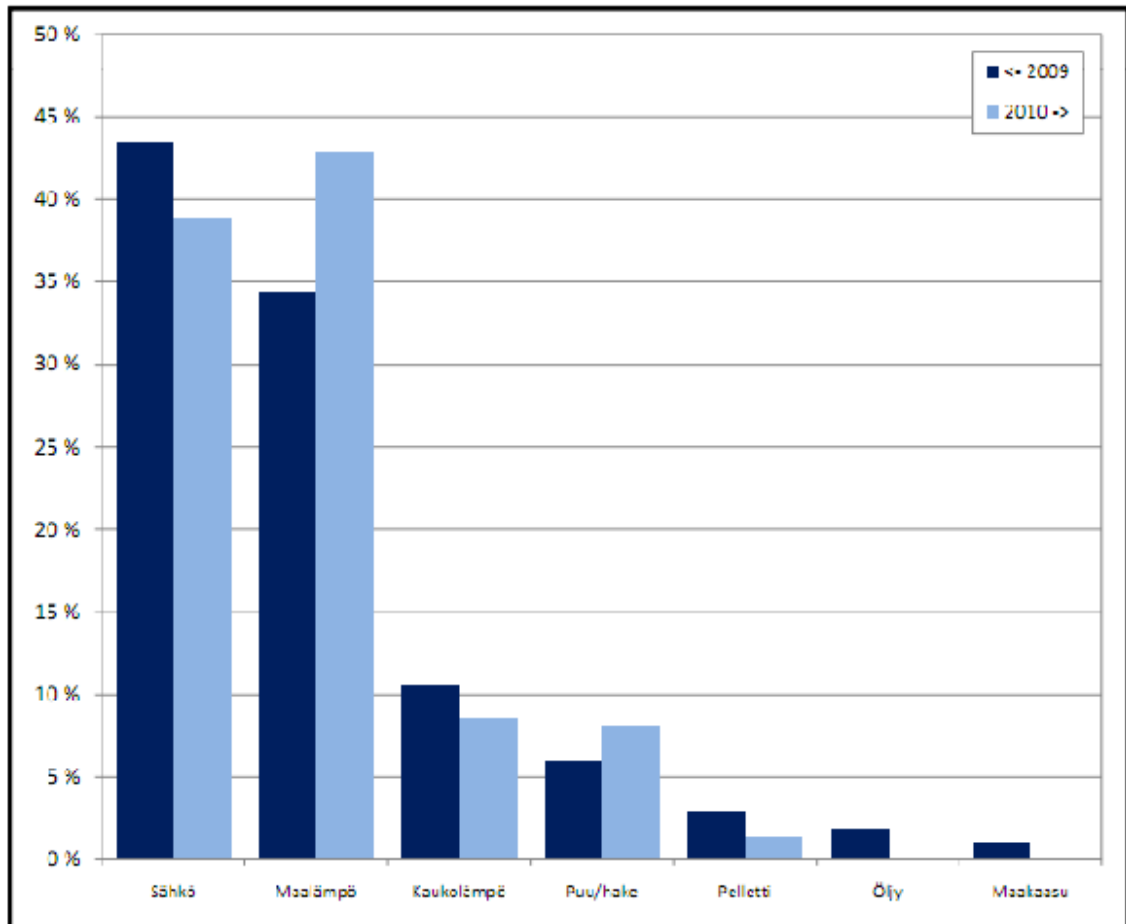
Sisäpuolista lisälämmöneristystä tehdessä on vanhat höyrynsulkukerrokset poistettava. Koolaus kiinnitetään puurakenteisten rakennusten runkotolppiin ja harkko- tiili- ja betoniseinissä koolaus ankkuroidaan seinään. Koolauksen välit täytetään eristeellä kuitenkin välttämällä eristeen painumista. Tämän jälkeen asennetaan uusi höyrynsulku siten, että limitys on vähintään 200 mm ja teipataan saumat. Lopuksi asennetaan uusi sisäverhous (kuva 4). Vanhoja pintaan asennettuja sähkörasioita ja -johtoja ei saa jättää eristeen sisään. Myös vesi- ja lämmitysputkistot on hyvä asentaa uudelleen sisätilaan pois seinärakenteesta. (Suorakanava. 2005, linkit tuotemappi →hirsiseinän lisäeristys sisäpuolelta.)



*KUVA 4. Hirsiseinän sisäpuolinen lisälämmöneristäminen (Paroc. 2011, linkit pientaloeristeet → tuotteet ja rakenteet → ulkoseinät → vanhat hirsitalot, lisäeristys sisäpuolelta)*

### **4.3 Maalämpö**

Maalämpö on noussut suosituimmaksi pientalon pääenergian tuottolähteeksi. Rakentaja.fi:n tekemän tutkimuksen mukaan (kuva 5) vuonna 2010 rakennetuista pientaloista 43 % valitsi pääenergianlähteeksi maalämmön. (Suorakanava. 2010, linkit Mistä talot on tehty, 20.)



Pääenergia	<- 2009	2010 ->	Yhteensä	<- 2009	2010 ->	Yhteensä
Sähkö	361	193	554	43 %	39 %	41,7 %
Maalämpö	286	213	499	34 %	43 %	37,5 %
Kaukolämpö	87	42	129	10 %	8 %	9,7 %
Puu/hake	50	40	90	6 %	8 %	6,9 %
Pelletti	24	7	31	3 %	1 %	2,3 %
Öljy	15	1	16	2 %	0 %	1,2 %
Maakaasu	8	1	9	1 %	0 %	0,7 %
Valinnot	831	497	1 328	100 %	91 %	95 %
Ei päätetty	4	51	55	0 %	9 %	4 %

KUVA 5. Rakentaja.fi:n tutkimuksen tulokset pientalojen pääenergianlähteestä (Suorakanava. 2010, linkit Mistä talot on tehty, 20)

Maalämpö on puhdasta luonnonvoimaa, koska se on peräisin auringosta. Maalämpöpumppu kerää kallioon, maaperään tai vesistöön varastoituneen auringon energian jäätymätöntä lämmönkeruunestettä sisältävän lämmönkeruuputkiston avulla. Lämmönkeruuputkiston avulla nostettu lämpö on varsin viileää, minkä maalämpöpumpun sähkömoottorikäyttöinen kompressori lämmittää höyrystimen ja lauhduttimen avulla talon ja käyttöveden lämmitykseen soveltuvaksi. Lämmönkeruuputkistolla saatava lämpö on 1-4 asteista ja tämän maalämpöpumppu

muuttaa 30-65 asteiseksi lämmöksi, joka vesiputkistossa kiertämällä lämmittää talon ja/tai käyttöveden. (Senera. 2011, linkki maalämpöpumppu.)

Maalämpöpumppu tarvitsee toimiakseen sähköenergiaa. Pumpun vaatima energiamäärä on kuitenkin vain noin kolmannes tai neljännes sen tuottamasta lämpöenergiasta. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaista ostettua kWh:a kohden maalämpöpumppu tuottaa 3-4 kWh lämpöenergiaa. Tämän vuoksi voidaankin todeta, että maalämpö on erittäin ympäristöystävällinen ja energiataloudellinen lämmitysjärjestelmä. (Senera. 2011, linkki maalämpöpumppu.)

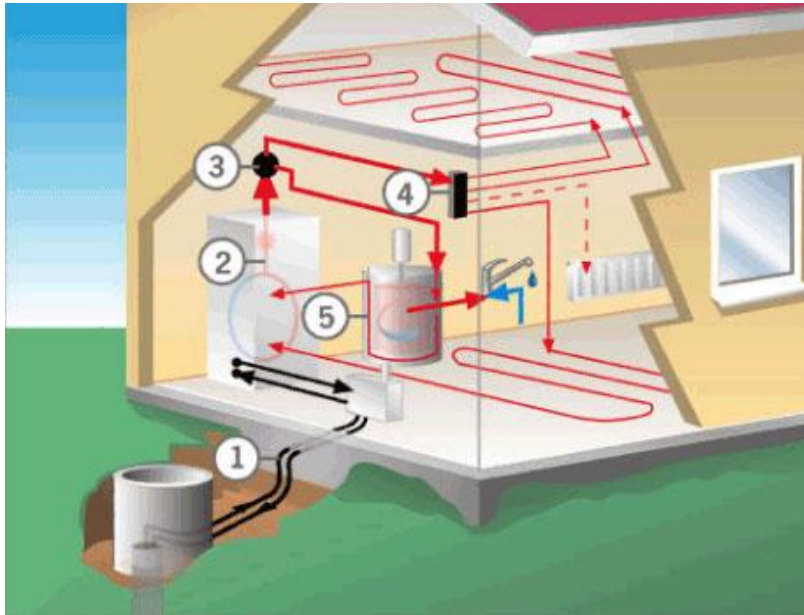
### **4.3.1 Maalämmön kustannukset**

Maalämmön kustannukset jakautuvat epätasaisesti. Maalämpöpumpun perusinvestointikustannukset ovat suhteellisen suuret, minkä vuoksi aivan pienimpiin taloihin tai matalaenergiataloihin se ei ole välttämättä paras vaihtoehto, sillä kyseisissä tapauksissa maalämpöpumpun takaisinmaksuaika nousee yli kymmeneen vuoteen. Normaalirakennuksissa, kun rakennuksen koko ylittää 150 m<sup>2</sup>, maalämpö alkaa olla hyvä ja varteenotettava vaihtoehto. (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu.)

Maalämmöstä tekevät hyvän lämmitysmuodon sen alhaiset käyttökustannukset. Se on helppohoitoinen sähkölämmitysmuoto, mutta kuluttaa vain noin kolmannuksen sähköä suoraan sähkölämpöön verrattuna. Maalämpöpumpun tehokkuutta kuvaa lämpökerroin (COP), joka kertoo kuinka moninkertaisena pumppu tuottaa lämpöä käyttämäänsä sähköenergiaan verrattuna. Lämpökerroin liikkuu normaalisti välillä 2,6 - 3,6. (Motiva. 2009, linkki pientalon lämmitysjärjestelmät, 16-17.)

### 4.3.2 Toimintaperiaate

Maalämpöjärjestelmän kiertokulussa on viisi vaihetta. Kuvassa 6 on selvitetty maalämmön toimintaperiaate.



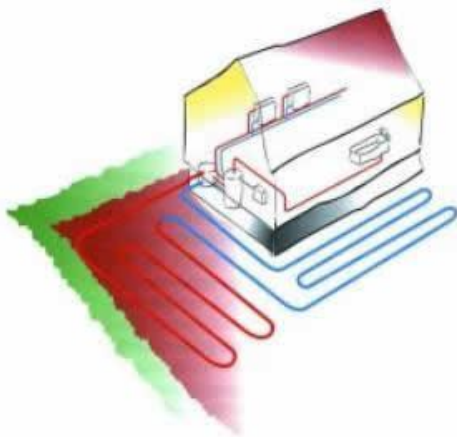
*KUVA 6. Maalämmön toimintaperiaate (Lakeuden ekolämpö. 2011, linkit maa-  
lämpö → lämpöpumpun toimintaperiaate)*

Ensimmäisessä vaiheessa lämmönkeruuputkistossa kiertävästä nesteestä siirtyy tarvittavaa lämpöä maalämpöpumpulle. Tämän jälkeen toisessa vaiheessa maalämpöpumppu alkaa tuottaa höyrystymisen ja kompressorin tuottaman paineen avulla lämpöä, joka siirtyy lämmönjakoverkostossa kiertävään veteen. (Pumpun ohjausyksikkö säätelee tarvittavan lämpötilan automaattisesti.) Maalämpöpumpulta lämmin vesi siirtyy kolmanteen vaiheeseen vaihtoventtiilille, joka jakaa maalämpöpumpun tuottamaa lämmintä vettä lämmönjakoverkostoon. Vaihtoventtiililtä vesi matkaa vaiheisiin neljä ja viisi. Vaihe neljä on jakotukki, joka termostaattineen jakaa lämmintä vettä lämmönjakojärjestelmän eri osiin (lattialämmitys ja/tai patteriverkosto) ja vaihe viisi on lämminvesivaraaja, jossa kiertävä vesi lämmittää käyttöveden. Tämän jälkeen sisällä kiertävä vesi palaa

maalämpöpumppuun, josta se lämmentyään lähtee uudelle kierrokselle. (Lakeuden ekolämpö. 2011, linkit maalämpö → lämpöpumpun toimintaperiaate.)

### 4.3.3 Maaperä lämmönlähteenä

Maahan asennettava lämmönkeruuputkisto (kuva 7) on mitoitettava tarkoin, koska siihen vaikuttaa useita tekijöitä. Lisäksi moni tekijä vaikuttaa toista mitoitustekijää vastaan, joten mitoituksen optimointi on erittäin haastavaa. Merkittävin mitoitustekijä on maaperän laatu, minkä vaihtelevuus, lämmönjohtavuus ja kosteuspitoisuus on otettava tarkoin huomioon lämmönkeruuputkiston pituutta mitoitettaessa. Putkisto on parempi ylimitoitaa kuin alimitoitaa, mutta optimaalinen pituus on aina tavoitteena.



*KUVA 7. Lämmönkeruuputkisto maaperässä (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu.)*

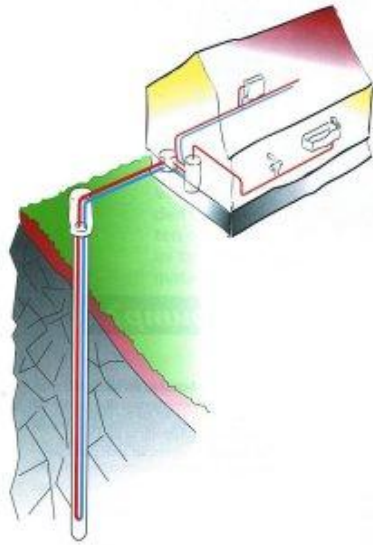
Alimitoitettu putkisto aiheuttaa lämmönlähteen ”hiipumisen”, mistä seuraa alhaisempi höyrystymislämpötila sekä kompressorin alipaine. Tästä puolestaan seuraa alhaisempi lämpökerroin ja mahdolliset kompressorin pysähtymisjaksot. Ylimitoitettu putkisto suurentaa pumppauskuluja sekä investointikustannukset nousevat suuremmiksi. Perussääntö on, että jokaista rakennuskuutiota kohti

tarvitaan 1-2 m lämmönkeruuputkea ja jokainen metri putkea tarvitsee noin 1,5 m<sup>2</sup> tonttimaata. Tämä aiheuttaa rajoituksia maaperäputkistoa suunniteltaessa. (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu.)

Putkiston asennus maahan tapahtuu 0,7-1,2 m:n syvyyteen ja putkilenkkien väli tulee olla noin 1,5 m, kuitenkin vähintään 1,2 m. Upotussyvyys riippuu kohteen sijainnista, etelässä matalammalle ja pohjoisessa syvemmälle. Putkimateriaali on normaalia vesijohtoputkea, esimerkiksi NS40. Putkien ympärille laitetaan noin 200 mm kivetöntä maata ja lopputäyttö tapahtuu kaivuumaalla. Eristäminen tapahtuu putkien päistä rakennuksen sisältä alkaen kaksi metriä sokkelin ulkopuolelle, jonne laitetaan 10-20 mm:n seinämävahvuinen solumuovieriste putkien ympärille ja lisäksi päälle 100 mm:n salaojaputki. Eristämätön putki tulee olla yli 2 m:n päässä rakennuksen sokkelista. (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu.)

#### **4.3.4 Porakaivo lämmönlähteenä**

Jos rakennus sijaitsee pienellä tontilla eikä se sijaitse vesistön läheisyydessä, maalämpö on mahdollista hankkia porakaivon avulla (kuva 8). Tässä menetelmässä porakaivo porataan peruskallioon jopa 200 m:n syvyyteen saakka ja asennetaan lähes porakaivon pohjaan saakka ulottuva lämmönkeruuputkilenkki. Näin ollen lämmönkerupiiri vie vain muutaman neliömetrin tontin pinta-alasta. Lisäksi porakaivomenetelmässä energiansaanto on lähes kaksinkertainen putkimetriä kohti verrattuna maahan kaivettuun putkeen, järjestelmä on suojassa roudalta ja se on helppo tarvittaessa ilmata. Ainoa ja iso negatiivinen seikka porakaivossa on huomattavasti korkeampi hinta muihin menetelmiin verrattuna. (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu.)



*KUVA 8. Lämmönkeruuputkisto porakaivossa (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu)*

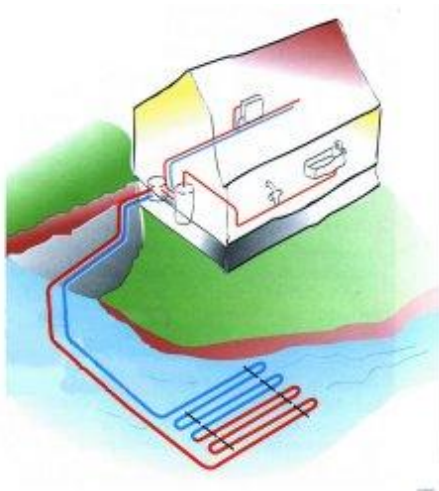
Yli 200 m syviä kaivoja ei ole järkevää porata, vaan suuriin järjestelmiin, joihin yksi porakaivo ei riitä, tehdään useampi kaivo 10-20 m:n välein ja ne yhdistetään rinnakkaisiksi putkisilmukoiksi. Näin säästetään pumppauskuluissa. Kaivoon upotettavat putket liitetään alapäästään silmukaksi messinkisellä U-lenkillä ja lenkkiin liitetään myös kaivosyvyyteen suhteutettu oikean kokoinen paino, joka vetää putket suorana alas kaivon pohjalle saakka. Ilman kyseistä painoa vettä kevyemmät ja kiemuraiset putket pyrkisivät pureutumaan kaivon seinämiin. Lämmönkeruuputket tulee eristää talon sisältä huoltokaivoon saakka ja mielellään aina routarajan alapuolelle kaivoon. (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu.)

#### **4.3.5 Vesistöt lämmönlähteenä**

Järvet, lammet ja merenrannat, joiden syvyys on vähintään 2 m rannan läheisyydessä, ovat hyviä paikkoja vesistöön asennettavan lämmönkeruuputkiston asennuspaikaksi (kuva 9). Asennus tapahtuu samalla tavoin kuin maaperäasennuksessa sillä erolla, että vesistöön asennettava putkisto on ankkuroitava



noin metrin välein 5-10 kg:n betonipainoilla ja tavalla, joka kestää pitkäaikaista korroosiota. Tämä toimenpide estää sen, että mahdollisesti putken ympärille kertyvä jää ei pääse nostamaan putkistoa pintajäähän kiinni, jolloin jäiden sulassa koko putkisto saattaisi mennä jäiden mukana. Tämän johdosta jokia ei pidetä hyvinä putkiston asennuspaikkoina. (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu.)



*KUVA 9. Lämmönkeruuputkisto vesistössä (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu)*

Putket tulee viedä veteen routarajan alapuolelta ja läheltä pohjaa. Tämä estää sen, että putket eivät tartu vesistön jääpeitteeseen ja vaurioita putkistoa. Sukeltajan käyttö asennusvaiheessa on suotavaa, sillä tällä tavoin varmistetaan putkiston kiinnittyminen pohjaan. Eristys tulee tapahtua talon sisältä aina rantaveiteen saakka, jotta palaavan liuoksen lämpö menee rakennukseen sisälle saakka eikä jaa matkalla kylmempään maaperään. Putkistosta kannattaa piirtää kartta ja varoituskyttilä on syytä asentaa rantaan, jotta kaikki ylimääräinen putkistoon kohdistuva uhka vältettäisiin. (Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011, linkit lämpöpumput → maalämpöpumppu.)

## **5 ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET**

Metsäoskari-huvilan tämänhetkinen sähkönkulutus on 42 013 kWh vuodessa. Omistajan pyynnöstä tarkastellaan mahdollisuutta saada kulutus pienemmäksi tekemällä huvilaan energiatehokkuutta parantavia korjauksia. Energiatehokkuutta pyritään parantamaan asentamalla ulkoseiniin sisäpuolinen lisälämmöneristys ja/tai maalämpöpumppu pääenergianlähteeksi.

### **5.1 Metsäoskarin ulkoseinien lisälämmöneristäminen**

Huvilan eristystä suunniteltaessa on otettava huomioon taloudellisten seikkojen lisäksi myös esteettiset seikat sekä varmistettava uuden rakenteen kosteustekninen toimivuus. Tämä tarkoittaa sitä, pelkästään taloudellinen näkökulma lisäeristämisen kannattavuutta tutkittaessa ei riitä perusteeksi sen hankintaan, vaan on otettava huomioon uuden seinärakenteen tekninen toimivuus, kohteen visuaalinen muutos sekä jälleenmyyntiarvon muutos. Koska huvila on tehty komeasta massiivihirrestä, on syytä tarkkaan tutkia, ettei kosteus missään vaiheessa pääsisi tiivistymään rakenteeseen aiheuttaen kosteusvauriota ja siten pilaten koko huvilaa. Lisäksi massiivihirren ”piilottaminen” voi vaikuttaa negatiivisesti mahdolliseen kiinteistön jälleenmyyntiarvoon.

#### **5.1.1 Tekninen toimivuus**

Ulkoseinän rakennetta muutettaessa on aina tarkistettava uuden rakenteen tekninen toimivuus. Suurimpana ongelmien aiheuttajana rakenteen toimivuudessa

voidaan pitää seinien eri puolilla vaikuttavaa kosteus- ja ilmanpaine-eroa. Nämä olosuhde-erot pyrkivät tasaantumaan itsestään ja jos muuta reittiä ei ole, tasaantuminen tapahtuu seinärakenteen läpi. Tällöin rakenteeseen saattaa kulkeutua myös ilmassa vesihöyryn muodossa oleva kosteus. Joissain tapauksissa tämä kosteus pääsee myös tiivistymään rakenteen sisällä, jolloin riski kosteusvaurion syntymiseen kasvaa huomattavasti. Jokaisen rakenteen oma teoreettinen käyttäytymismalli saadaan selvitettyä laskennallisesti. (Manninen 2011, 6.)

Alkuperäinen suunnitelma oli asentaa ulkoseinien sisäpintaan 50 mm:n paksuinen lisälämmöneristys. Rakenteen kosteustekninen toimivuus tarkastettiin Doflämpö-laskentaohjelmalla. Tuloksista (liite 5) havaittiin, että tammikuun aikana rakenteen suhteellinen kosteus (SH %) nousisi 100:aan, jolloin vesihöyryllä olisi suuri riski tiivistyä vedeksi rakenteen sisään. Näin ollen suunniteltuun rakenteeseen oli tehtävä muutoksia, jotta siitä saatiin toteuttamiskelpoinen.

Uuteen rakenteeseen kavennettiin lisälämmöneristyskerrosta 10 mm, jolloin seinään asennettavan eristyksen vahvuudeksi tuli 40mm. Muutoin rakenne ja asennustapa säilytettiin ennallaan. Tämän jälkeen uuden seinärakenteen tekninen toimivuus tarkastettiin Doflämpö-ohjelmalla (liite 6). Saadut tulokset osoittivat, että 40 mm paksulla lisälämmöneristyksellä kosteus ei enää pääsisi tiivistymään rakenteen sisään missään vaiheessa. Näin ollen ulkoseinä 40 mm:n vahvuisella sisäpuolisella lisälämmöneristyksellä on ainakin kosteusteknisesti täysin toimiva rakenne.

### **5.1.2 Energian säästö**

Huvilan ulkoseinät ovat 220 mm paksua hirttä (US1), lukuun ottamatta parven ulkoseinää, joka on hirsipaneelein verhottua puurunkoseinää (US2). Liitteessä 4 esitetään ulkoseinien rakenne sekä lasketaan niiden U-arvo. Alakerran ulkoseinän (US1) U-arvo on  $0,478 \text{ W/m}^2\text{K}$  ja yläkerran (US2)  $0,189 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C3 on vuoden 2010 määräykset koskien ulkoseinien lämmönläpäisykertoimia. Sen mukaan ulkoseinän suurin sallittu U-arvo on  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ , mutta poikkeuksena keskimäärin yli 180 mm paksut hirs-

seinät, joissa sallitaan lämmönläpäisykerroin  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ . (Suomen rakentamismääräyskokoelma C3, kohta 3.2.2.) Raja-arvoja verrattaessa kohteen laskettuihin arvoihin, huomataan, että molemmat seinät ylittävät vuoden 2010 sallitut raja-arvot. Tämä antaa hyvän perusteen tutkia lisälämmöneristyksen vaikutuksen rakennuksen energiataloudellisuuteen.

Lisälämmöneristyksestä on tarkoitus tehdä 40 mm paksu ja koolausrimat kiinnitetään 600 mm:n välein. Lisälämmöneristyskerroksen lämmönvastusta ( $R_L$ ) määritettäessä on koolausrimat otettava huomioon, jotta lämmönvastus olisi mahdollisimman tarkka ja todenmukainen. Liitteessä 4/2 esitetään lisälämmöneristyksen lämmönvastuksen määrittäminen. Lisälämmöneristyksen lämmönvastus  $R_L$  on  $0,92 \text{ (m}^2\text{*K)/W}$ . Tämän avulla saadaan määritettyä tarkasti lisälämmöneristettyjen seinien lämmönläpäisykerroin (liite 4/3) lisäämällä taulukoihin eristyksen yhteydessä tulevat kerrokset ja poistetaan poistettavat.

Lisälämmöneristetyt alakerran ulkoseinän lämmönläpäisykerroin on  $0,313 \text{ W/m}^2\text{K}$ , kun se ilman eristystä on  $0,478 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Yläkerran lämmönläpäisykerroin puolestaan laskee arvosta  $0,189 \text{ W/m}^2\text{K}$  arvoon  $0,162 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Rakenteiden uudet lämmönläpäisykerroin ovat myös rakentamismääräyskokoelman osan C3 asettamien rajojen sisällä.

Ennen eristämistä huvilan vuotuinen energiankulutus oli  $42\,013 \text{ kWh}$ , josta  $26\,634 \text{ kWh}$  on lämmitysenergian ja  $16\,204 \text{ kWh}$  taloussähkön osuus (liite 3). Tämä tarkoittaa nykyisen sähkösopimuksen kWh-hinnoilla  $4011,00 \text{ €}$ :n vuotuisia kuluja. Kun huvilan ulkoseinien U-arvoiksi muutetaan lisäeristettyjen ulkoseinien arvot, saadaan kokonaiskulutus laskemaan  $35\,944 \text{ kWh}$ :n vuodessa (liite 3). Taloussähkön osuus pysyy luonnollisesti samana, mutta lämmitysenergian kulutus laskee  $6\,069 \text{ kWh/vuosi}$ . Tämä tarkoittaa käytännössä  $419 \text{ €}$ :n säästöjä vuodessa. Lisäeristyksen tuoma energiankulutuksen säästö esitetään taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Lisälämmöneristysten vaikutus energiankulutukseen

Lämmitysenergian kulutus:	
Ennen lisälämmöneristystä (kWh)	Ennen lisälämmöneristystä (€)
42013	4011
Lisälämmöneristysten jälkeen (kWh)	Lisälämmöneristysten jälkeen (€)
35944	3592
Muutos (kWh):	Muutos (€):
<b>6069</b>	<b>419</b>

### 5.1.3 Lisälämmöneristämisen kustannukset

Metsäoskarin lisälämmöneristämisen kustannukset tulisivat koostumaan pääosin materiaaleista, sillä huvilan omistajan mukaan eristäminen toteutettaisiin itse. Ainoastaan ammattilaisista edellyttävät sähkötyöt ostettaisiin muualta. Eristys toteutettaisiin tekemällä alakerran hirsiseiniin pystykoolaus 600 mm:n jaolla ja välit täytettäisiin 40 mm:n vahvuisella puukuitueristeellä. Lisätöitä tuottaisi 50 mm:n vahvuisen puukuitueristeen kaventaminen 40 mm:iin, mutta se ei vaikuttaisi kustannuksiin, sillä työ tehtäisiin itse. Eristyksen päälle asennettaisiin ilmansulkupaperi ja lopuksi seinä verhoiltaisiin 20 mm x 220 mm hirsipaneeleilla. Yläkerran ulkoseinien sisäpinoista poistettaisiin verhous ja aluslaudoitus, mikä jälkeen tehtäisiin samat toimenpiteet kuin alakerran seinille.

Huvilan lisälämmöneristettävien ulkoseinien pinta-ala on yhteensä 148 m<sup>2</sup>. Tarjouspyynnöt laadittiin kuitenkin noin 10 % isommalle pinta-alalle hävikkien videssä osan materiaaleista. Työkaluhankintoja ei tarvitsisi tehdä. Lisäeristysten kokonaiskustannukset laskettiin saatujen tarjousten perusteella ja ne ovat 4627,76 € (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Lisäeristyksen kustannukset (K-rauta Äimärautio. 2011)

Lisäeristyksen kustannukset:			
Tuote (yksikkö):	määrä (yksikkö):	hinta (€/yksikkö):	Kokonaishinta (€)
Koolausrima 48x48mm (jm)	250	0,68	170
Vital-puukuitueriste 50x565x870 (5.9m <sup>2</sup> /PKT)	26	32	832
Ilmansulkupaperi (m <sup>2</sup> )	180	0,82	147,6
Hirsipaneeli 20x220 (m <sup>2</sup> )	720	2,45	1764
Dyckert 63 mm naula (2000kpl)	2	17,08	34,16
Sähköasentaja (h)	40	42	1680
		YHT:	4627,76

#### 5.1.4 Kannattavuus

Tämän hetken energiahinnoilla rakennuksen lisälämmöneristäminen toisi 419,00 €:n vuotuisen säästön, mikä on noin 9 % lisälämmöneristyksen kustannuksista. On huomioitava, että sähkönhinnan on arvioitu nousevan 20-40 % seuraavien viiden vuoden aikana ja tämä seikka on syytä ottaa huomioon kannattavuuslaskelmia tehtäessä. (Vuorinen 2010, 81.)

Oletetaan lähteiden avulla hankittujen tietojen pohjalta, että sähkönhinta nousee 30 % viidessä vuodessa, jolloin vuotuinen hinnannousu olisi 6 %. Tämä tarkoittaa sitä, että lisälämmöneristyksellä saavutettu vuotuinen säästö nousee joka vuosi 6 %. Lisälämmöneristyksestä aiheutuvien kustannusten takaisinmaksun selvittämiseksi sovelletaan korkolaskennassa käytettyä kaavaa 4 (Saaranen – Koltola – Pösö 2006, 87-93).

$$K = k + kit$$

KAAVA 4

$K$  = kasvanut pääoma

$k$  = pääoma

$i$  = korkokanta desimaaleina

$t$  = korkoaika korkojaksoina

Sovelletaan kaavaa siten, että pääoma ( $k$ ) on vuotuinen säästö, korkokanta desimaaleina ( $i$ ) on sähkönhinnan vuotuinen nousuprosentti ja kasvanut pääoma ( $K$ ) on saavutetut säästöt. Korkoaika korkojaksoina ( $t$ ) on aina yksi, jolloin se kertoimena ollessaan supistuu pois kaavasta. Näillä muutoksilla saadaan sovellettua kaavan 5, jonka avulla ratkaistaan aika vuosissa, joka lisälämmöneristyksestä aiheutuvien kustannusten takaisin saamiseen kuluu.

$$K = k + k(1+i) + k(1+i)^2 + k(1+i)^3 + \dots + k(1+i)^{x-1}$$

KAAVA 5

$K$  = säästetty summa

$k$  = alkuperäinen vuotuinen säästö

$i$  = vuotuinen sähkönhinnan prosentuaalinen nousu

$x$  = kuluneet vuodet

Sijoitetaan kaavaan 5 lisälämmöneristyksestä saatavat vuotuiset säästöt ja sähkönhinnan nousuprosentti. Tämän jälkeen ratkaistaan kokeilemalla, kuinka monen vuoden kuluttua säästetty summa ( $K$ ) nousee suuremmaksi kuin lisälämmöneristyksestä aiheutuneet kustannukset 4627,76 €.

Kahdeksan vuoden kuluttua säästöä olisi saavutettu  $419 \text{ €} + 419 \text{ €} \cdot 1,06 + 419 \text{ €} \cdot 1,06^2 + \dots + 419 \text{ €} \cdot 1,06^{8-1} = 4147,04 \text{ €}$ . Tämä jää vielä alle kustannuskulujen, joten tarkastellaan tilannetta vielä yhdeksän vuoden jälkeen.  $419 \text{ €} + 419 \text{ €} \cdot 1,06 + 419 \text{ €} \cdot 1,06^2 + 419 \text{ €} \cdot 1,06^3 + \dots + 419 \text{ €} \cdot 1,06^{9-1} = 4814,86 \text{ €}$  ovat yhdeksän vuoden aikana saavutetut säästöt, jotka kattavat kaikki lisälämmöneristyksestä aiheutuneet kulut.

Näin ollen lisälämmöneristyksestä aiheutuvat kulut saataisiin takaisin lämmityskulujen säästöinä vajaan yhdeksän vuoden päästä. Jos hirsiseinä säilyttäisi entisen ulkonäkönsä, olisi lisälämmöneristys erittäin varteenotettava vaihtoehto energiankulutuksen pienentämiseksi, mutta upean hirsiseinän piilottaminen paneelin alle voi muodostua seikaksi, mikä lopulta ratkaisisi toimenpiteen toteutavuuden.

## **5.2 Pääenergianlähteen vaihtaminen maalämpöön**

Alettaessa suunnittelemaan maalämpöjärjestelmää, on ensimmäisenä selvitettävä paras mahdollinen lämmönkeruuputkiston sijoituspaikka. Putkisto tehtävä on toimia lämmönkeruulähteenä maalämpöpumpulle. Metsäoskarin maalämpöjärjestelmän lämmönkeruuputkiston asennuspaikkaa valittaessa ei vaihtoehtoja juurikaan jää, vaan porakaivo olisi ainoa järkevä valinta. Tontti, jolla Metsäoskari sijaitsee, on kallioinen ja tontilla on paljon puita, joten maaperään ei olisi mahdollisuutta asentaa lämmönkeruuputkistoa. Myös Hankaveden ranta on kohtuullisen matala ja rannassa on veneliikennettä, joten vesistöön asennettava lämmönkeruuputkisto ei myöskään olisi varteenotettava vaihtoehto.

### **5.2.1 Maalämpöjärjestelmän kustannukset**

Metsäoskarin tämänhetkisenä lämmitysjärjestelmänä ovat sähköpatterit ja osassa huvilaa on sähkövastuksilla toimiva lattialämmitys. Tämän johdosta



maalämpöön siirryttäessä olisi rakennukseen asennettava vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Tämä lisäisi huomattavasti kustannuksia, sillä saadun tarjouksen perusteella vesikiertoputkiston ja pattereiden asennus tulisi maksamaan yhteensä 15 715,48 € (liite 7). Lisäksi itse maalämpöjärjestelmä tulisi suullisen tarjouksen mukaan maksamaan 15 500 €. Maalämpöjärjestelmän investointikustannukset olisivat yhteensä 31 215,48 € (taulukko 4).

*TAULUKKO 4. Maalämpöpumpun investointikustannukset (Ähtärin vesi ja lämpö. 2011)*

Maalämpöpumpun kustannukset:			
Tuote (yksikkö):	määrä (yksikköä):	hinta (€/yksikkö):	Kokonaishinta (€)
Pumppuyksikkö (kpl)	1	5800	5800
Porakaivo (m)	180	28	5040
Varaaja (kpl)	1	1500	1500
Paisunta- varojärjestelmä (kpl)	1	390	390
Putkistot (kpl)	1	1050	1050
Työn osuus (h)	40	42	1680
YHT:			15460

Investointikustannusten lisäksi maalämpöjärjestelmän kuluja lisäisi sen huolto- ja korjauskustannukset. Huoltokustannuksia olisi vain muutaman kerran 15 vuoden aikana tehtävät tarkastukset, noin 304 €. Korjauskustannuksia tulisi maalämpöpumppuyksikön vaihdosta, joka tulisi tehdä arviolta 17 vuoden välein. Tämä kustannus olisi 5 800 €. (Lehtikangas 2009, 35.) Kaikkiaan huolto- ja korjauskustannuksia tulisi vuodessa  $304,00 \text{ €}/15 + 5800,00 \text{ €}/17 = 361,44 \text{ €}$ , joka olisi hyvin maltillinen kustannus verrattaessa sitä vuotuisen taloudelliseen säästöön energiakustannuksissa.

## 5.2.2 Energian säästö

Maalämpöpumpun tuoma energiansäästö saadaan suoraan pumpun lämpökertoimesta COP. COP-arvo kuvaa, kuinka moninkertaisena pumppu tuottaa lämpöä käyttämäänsä sähköenergiaan verrattuna. Valmistaja saattaa luvata pumpulle jopa viiden lämpökertoimen, mutta on syytä olettaa, että maksimaalinen lämpökertoimen saavutetaan vain optimaalisissa olosuhteissa, joten kyseisiin lämpökertoimiin ei normaaliolosuhteissa yllätä, vaan se jää tasolle 3-4. Sen vuok-sissa laskelmissa käytetään COP-arvoa 3,5. (Motiva. 2009, linkki pientalon lämmitysjärjestelmät, 16-17.)

Kohteen tämänhetkinen energiankulutus on 42 013 kWh vuodessa, joten maalämpöpumpun avulla se saataisiin laskettua arvoon  $42\,013 \text{ kWh} / 3,5 = 12\,004 \text{ kWh}$ . Nykyisellä sähkön hinnalla maalämpöpumppu toisi siis  $42\,013 \text{ kWh} - 12\,004 \text{ kWh} = 30\,009 \text{ kWh}$ :n säästön vuotuisissa energiakustannuksissa, mikä tarkoittaa euroissa  $30\,009 \text{ kWh} * 0,08 \text{ €/kWh} = 2401,00 \text{ €}$ .

## 5.2.3 Kannattavuus

Maalämpöjärjestelmän investointikustannukset olisivat 31 215,48 € sekä huolto- ja korjauskustannukset 361,44 € eli yhteensä 31 576,92 €. Vuotuinen säästö maalämmön pääenergianlähteeksi vaihtamisella olisi 2401,00 €. Lasketaan maalämpöjärjestelmän takaisinmaksuaika käyttämällä luvussa 5.1.4 sovellettua kaavaa (kaava 5).

Yhdeksän vuoden kuluttua säästöä olisi kertynyt  $2401\text{€} + 2401\text{€} * 1,06 + 2401\text{€} * 1,06^2 + \dots + 2401\text{€} * 1,06^{9-1} = 27\,590,65 \text{ €}$ , joka ei vielä kata maalämpöjärjestelmästä aiheutuneita kustannuksia. Kymmenen vuoden kuluttua säästöä olisi puolestaan kertynyt  $2401\text{€} + 2401\text{€} * 1,06 + 2401\text{€} * 1,06^2 + \dots + 2401\text{€} * 1,06^{10-1} = 31\,647,09 \text{ €}$ . Maalämpöjärjestelmän aiheuttamien kustannusten takaisinmaksuaika olisi siis noin kymmenen vuotta.

Kymmenen vuotta ei ole liian pitkä aika, etteikö maalämpöä kannattaisi todenteolla harkita uudeksi pääenergianlähteeksi. Sisälle tuleva pintavetoinen vesikiertojärjestelmä olisi ainoa visuaaliseen kokonaisuuteen vaikuttava seikka, mutta kokonaisuutena uusi lämmitysjärjestelmä vaikuttaisi myös kiinteistön jälleenmyyntiarvoon erittäin positiivisesti.

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää vuonna 2000 rakennetun hirsihuvilan energiankulutusta pienentävien toimenpiteiden kannattavuutta. Ähtärissä sijaitsevaan hirsihuvilaan oli suunniteltu tehtäväksi joko ulkoseinien sisäpuolinen lisälämmöneristäminen ja/tai pääenergianlähteen vaihtaminen suorasta sähkölämmityksestä maalämpöön.

Ulkoseinien sisäpuolista lisälämmöneristystä suunniteltaessa ja investointikustannuksia laskettaessa otettiin huomioon se seikka, että lisälämmöneristäminen toteutettaisiin omatoimisesti ja näin ollen kustannuksetkin jäisivät kohtuullisen pieniksi. Investoinnin takaisinmaksun laskettiin kestävän yli kahdeksan vuotta, mikä on aikana lyhyt eli taloudellisesti lisälämmöneristäminen olisi kannattava ratkaisu. Suurimmat kysymysmerkit lisälämmöneristykseen kannattavuutta tarkasteltaessa ilmenivät uuden lisälämmöneristetyn seinän teknisiä ominaisuuksia tutkittaessa. Doflämpö-laskentaohjelmalla tehty seinän kosteustekninen laskelma osoitti, että vuoden kylmimpinä kuukausina on suuri riski, että kosteus tiivistyy vedeksi vanhan ulkoseinän sisäpintaan, jos lisälämmöneristyksestä tehtäisiin 50 mm:n vahvuinen alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Tämän vuoksi jouduttiin lisälämmöneristyskerros kaventamaan 40 mm:n vahvuiseksi, minkä jälkeen rakenne toimi myös kosteusteknisesti, mutta tulokset jättivät silti huvilan omistajalle pienen epäilyksen varjon uuden rakenteen toimivuudesta. Kun vielä huvilan visuaalinen ilme sisältä muuttuisi lisälämmöneristykseen myötä kohtuullisen paljon, olisi mielestäni hyvin selkeä ratkaisu jättää lisälämmöneristys tekevä.

Maalämmön pääenergianlähteeksi ottaminen toisi tullessaan 31 215,00 €:n investointikustannukset ja 361,00 €:n vuotuiset huolto- ja korjauskustannukset. Investointikustannuksista noin puolet tulisi maalämpöjärjestelmästä, jonka lämmönkeruuputkisto sijoitettaisiin porakaivoon ja toinen puoli tulisi huvilan sisälle rakennettavasta vesikiertoisesta lämmityspatterijärjestelmästä. Suurin osa huolto- ja korjauskustannuksista muodostuisi noin 17 vuoden välein uusittavasta

maalämpöpumpusta. Vaikka huvilaan jouduttaisiin jälkeinpäin asentamaan kallis vesikiertoinen lämmityspatterijärjestelmä, maalämpö maksaisi investointikustannuksensa takaisin noin kymmenessä vuodessa. Tämä on varsin lyhyt aika ajatellen, että kymmenen vuoden kuluttua maalämpö toisi tuntuvat vuotuiset taloudelliset säästöt. Lisäksi maalämpö pääenergianlähteenä nostaisi huomattavasti kiinteistön jälleenmyyntiarvoa, joten maalämpöjärjestelmän vaihtaminen uudeksi pääenergianlähteeksi olisi mielestäni erinomainen hankinta parantamaan huvilan energiatehokkuutta.

## LÄHTEET

C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2008. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

[http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010\\_suomi\\_221208.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010_suomi_221208.pdf). Hakupäivä 27.4.2011.

C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2003. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>. Hakupäivä 28.4.2011.

D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2008. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2010. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

[http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010\\_suomi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010_suomi_22-12-2008.pdf). Hakupäivä 29.11.2011.

D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>. Hakupäivä 14.6.2011.

Hietala, Kari 1999. Insinööritoimisto Pohjan suunnittelu Ky. Rakennepiirustukset.

Karjalainen, Veli 1999. Arkkitehtitoimisto Veli Karjalainen Ky. Rakennuspiirustukset.

Luotsinen, Heikki 1999. HL-Sähkösuunnittelu. Sähköpiirustukset.

Setälä, M 1999. LVI Kari Mänty Oy. LVI-piirustukset.

Kodin energiaopas. 2011. Saatavissa:

<http://www.tts.fi/kodinenergiaopas/energiankulutus.htm>. Hakupäivä 21.11.2011.

Korpelan Voima. 2011. Saatavissa:

[http://korpelanvoima.fi/koti/koti\\_jakauma.htm](http://korpelanvoima.fi/koti/koti_jakauma.htm). Hakupäivä 22.10.2011.

K-rauta äimärautio 2011. Oulu. Tarjous 28.4.2011.

Laitinen, Jussi 2010. Pieni suuri energiakirja. Helsinki: Intokustannus Oy.

Lakeuden ekolämpö. 2011. Saatavissa: <http://www.lakeudenekolampo.fi/uusi-site/toiminta.html>. Hakupäivä 27.4.2011.

Lehtikangas, Tuulia 2009. Pientalon lämmitysjärjestelmien vertailu. Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu, Energiatekniikka. Opinnäytetyö.

Luukka, Julius 2010. Asuinrakennuksen lämmitysenergian kulutuksen vähentäminen. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu, Talotekniikka. Opinnäytetyö.

Manninen, Kalle 2011. Lisälämmöneristetyin hirsiseinän kosteustekninen toiminta. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö.

Motiva. 2009. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon\\_lammitysjarjestelmat.pdf](http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf). Hakupäivä 27.4.2011.

Motiva. 2011a. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/mihin\\_energiaa\\_kuluu/lammonkulutus](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/lammonkulutus). Hakupäivä 30.10.2011.

Motiva. 2011b. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/mihin\\_energiaa\\_kuluu/sahkonkulutus](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/sahkonkulutus). Hakupäivä 30.10.2011.

Oulun Energia. 2011. Saatavissa:

[http://www.ouluenergia.fi/energianeuvonta/mihin\\_kotisi\\_sahko\\_kuluu/sahkola\\_mmitteinen\\_omakotitalo](http://www.ouluenergia.fi/energianeuvonta/mihin_kotisi_sahko_kuluu/sahkola_mmitteinen_omakotitalo). Hakupäivä 22.10.2011.

Paroc. 2011. Saatavissa: <http://www.paroc.fi/channels/fi/do-it-yourself/products+and+constructions/external+walls+renovation/log1.asp>. Hakupäivä 3.11.2011.

Pientalon D5/2007-energiälaskentaopas. 2008. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=84298&lan=sv>. Hakupäivä  
15.5.2011.

Saaranen, Pirjo – Kolttola, Eliisa – Pösö, Jarmo 2006. Liike-elämän matematiikka. Helsinki: Edita Prima Oy.

Suorakanava. 2005. Saatavissa:  
<http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/Suorakanava/kysyniinvastaamme/viestit/20913.htm>. Hakupäivä 28.4.2011.

Suorakanava. 2010. Saatavissa:  
[http://www.rakentaja.fi/pdf/tutkimus/Mista\\_on\\_talot\\_tehty\\_2010.pdf](http://www.rakentaja.fi/pdf/tutkimus/Mista_on_talot_tehty_2010.pdf). Hakupäivä  
27.4.2011.

Senera. 2011. Saatavissa: <http://www.senera.fi/Maalampopumppu>. Hakupäivä  
27.4.2011.

Suomen lämpöpumppuyhdistys. 2011. Saatavissa:  
[http://www.sulpu.fi/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20&Itemid=114](http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=114). Hakupäivä 27.4.2011.

Tasauslaskentaopas 2010. 2010. Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden osoittaminen. Ympäristöministeriö. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=120826&lan=en>. Hakupäivä  
15.5.2011.

Tulla, Kauko 2008. T522606 Korjausrakentamisen jatkokurssi 3 op. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2010. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

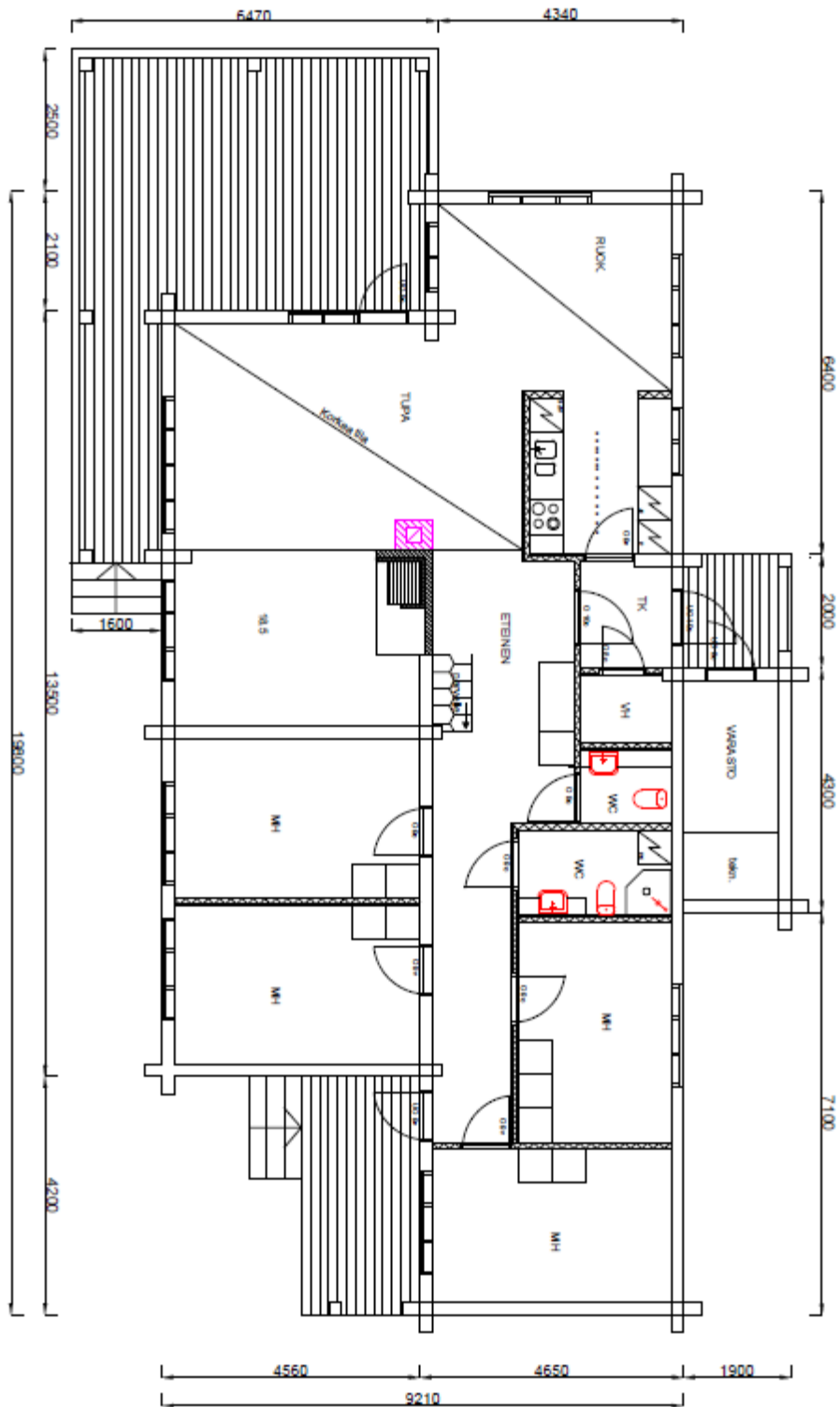
Vuorinen, Asko 2009. Energiankäyttäjän käsikirja. Espoo: Ekoenergo.

Ähtärin vesi ja lämpö 2011. Ähtäri. Suullinen tarjous 9.6.1011.



# LIITTEET

- LIITE 1. Rakennuksen pohjakuva ja tilavuustiedot
- LIITE 2. Rakenteet
- LIITE 3. Energiaselvitys
- LIITE 4. Rakenteiden U-arvot
- LIITE 5. DofLämpö-laskelma 50 mm lisälämmöneristeellä
- LIITE 6. DofLämpö-laskelma 40 mm lisälämmöneristeellä
- LIITE 7. Ähtärin vesi ja lämpö -tarjous
- LIITE 8. Valokuvia Metsäoskarista



Rakennuksen tilavuustietoja:	
asm <sup>2</sup>	157m <sup>2</sup>
brm <sup>2</sup>	210m <sup>2</sup>
brm <sup>2</sup> , lämmin	210m <sup>2</sup>
rm <sup>3</sup>	745m <sup>3</sup>
rm <sup>3</sup> , lämmin	405m <sup>3</sup>

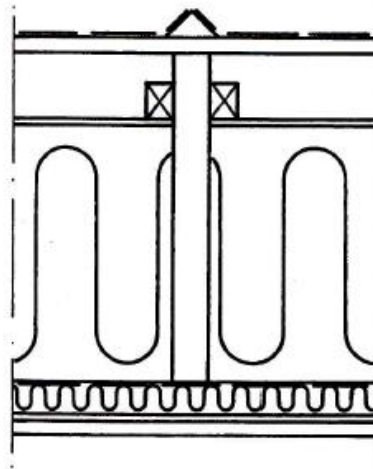
Rakenteiden U-arvot:	W/m <sup>2</sup> K
AP	0,24
US1	0,48
US2	0,19
YP	0,1
Ikkunat	1,2
Ovet	1,2

IV, LTO:n vuosihyötysuhde:	55 %
Lämmitysjärjestelmä:	Suora sähkölämmitys.
Lämmönjakojärjestelmä:	sähkövastuspatterit + Sähkövastus- lattialämmitys

Rakennuksen piiri:	61,82m
Ulkoseinien määrä:	148,53m <sup>2</sup>
Alapohjan määrä:	142,93m <sup>2</sup>
Yläpohjan määrä:	150,24m <sup>2</sup>
ikkunoiden määrä:	24,84m <sup>2</sup>
Ulko-ovien määrä:	7,77m <sup>2</sup>

YP 1  
(Lämmin tila)

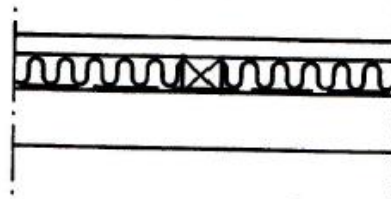
1 : 10



Kattohuopa + kolmiorima + aluhuopa	
Raakapontti	22
Tuuletusväli	
Tuulensuojalevy + kiinnitysrima	
Kattokehä k 900 + eriste 350	450
Höyrysulkumuovi	
Koolaus 45 x 45, k 400 + eriste 50	45
Aluslauta	10
Tuppilauta 18 x 200 - 300	18

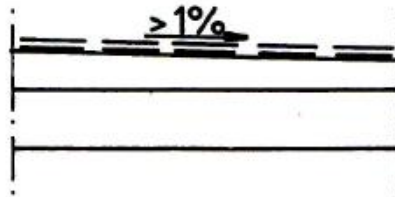
AP 1  
(Tupa + mh)

1 : 10



Lattialauta 28 x 195	28
Koolaus 45 x 45, k 600 + eriste 50	45
Höyrynsulkumuovi	
Teräsbetonilaatta 70 – 80 mm, raud. ø 4 # 200	80

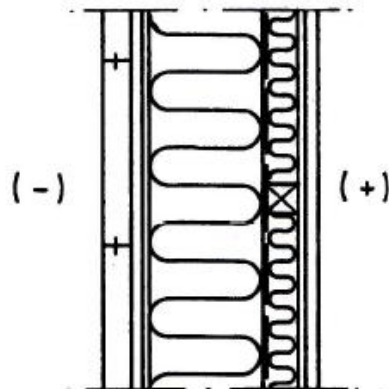
AP 2 1 : 10  
 (wc-tila, rantasauna)



Laattapinnoite	
Kosteussulkukäsittely	
Pintavalu 40 – 50 mm	50
Teräsbetoni-laatta 70 – 80 mm, raud. $\varnothing 4 \# 200$	80

US 1  
(Yläkerran seinät)

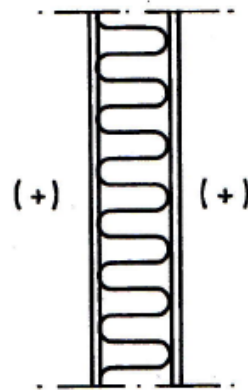
1 : 10



Hirsipaneli 38 x 240	38
Koolaus 18 x 95, k 600	18
Tuulensuojalevy	9
Runko 45 x 145, k 600 + eriste 150	145
Höyrinsulkumuovi	
Koolaus 45 x 45, k 400 + eriste 50	45
Aluslauta	10
Tuppilauta 18 x 200 - 300	18

**VS 2**  
**(Kevyt väliseinä)**

**1 : 10**



**Kipsilevy**  
**Runko 45 x 95, k 600**  
**Kipsilevy**

**13**  
**95**  
**13**



## KOHDETIEDOT

[Takaisin etusivulle](#)

Kohteen nimi  
 Kohteen sijaintipaikkakunta  
 Rakennustunnus ja -vuosi  
 Tarkastelun tekijä ja päivämäärä

Hirsihuvi	
Ähtäri	
2000	2000
Jaakko Pöllä	5.5.2011

Asuntopinta-ala (huoneistoala)  
 Asuntopinta-ala (huoneistoala)  
 Bruttopinta-ala ( kokonaisbruttoala)  
 Bruttopinta-ala ( lämmin bruttoala)  
 Rakennustilavuus ( brutto)  
 Lämmin ilmatilavuus  
 Asukasmäärä

Yks	Määrä	Hinnat	€/kWh
asm <sup>2</sup>	157	Lämpö	0,08
brm <sup>2</sup>	210	Sähkö	0,08
brm <sup>2</sup>	210		€/vesi-m <sup>3</sup>
rm <sup>3</sup>	745	Vesi	3,96
rm <sup>3</sup>	408		
hlö	3		

Rakenteet  
 Ulkoseinän pinta-ala. US 1  
 Ulkoseinän pinta-ala. US 2  
 Alapohjan pinta-ala, AP 1, tuulettuva  
 Alapohjan pinta-ala, AP 2, maanvar  
 Yläpohjan pinta-ala; YP 1  
 Yläpohjan pinta-ala; YP 2  
 Ikkunoiden pinta-ala, IKK 1  
 Ikkunoiden pinta-ala, IKK 2  
 Ulko-ovien pinta-ala, UO 1  
 Ulko-ovien pinta-ala, UO 2

Yks	Määrä	u-arvo	Korjaus tehdään (x)	U-arvo uusi
m <sup>2</sup>	138	0,48	x	0,313
m <sup>2</sup>	10	0,19	x	0,162
m <sup>2</sup>	0	0		0
m <sup>2</sup>	143	0,24		0,24
m <sup>2</sup>	150	0,1		0,1
m <sup>2</sup>				0
m <sup>2</sup>	25	1,2		1,2
m <sup>2</sup>				0
m <sup>2</sup>	8	1,2		1,2
m <sup>2</sup>				0

Ikkunoiden suuntaus  
 kaakko-etelä-lounas  
 Länsi  
 Itä  
 luode-pohjoinen-koillinen

Yks	Määrä	x		
%	0	Lämpö	kWh/vuosi	26634
%	68	Sähkö	kWh/vuosi	16204
%	15	YHT		42838
%	17			

LÄHTÖTILANNE  
 Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde  
 Ilmanvaihtokerroin  
 Ilmanvuotoluku ennen korjausta  
 Lämmönjakojärjestelmän hyötysuhde  
 Lämmöntuotantojärjestelmän hyötysuhde  
 Vedenkulutus, l/hlö, vrk  
 Sähkönkulutus

Yks	ilmoitus	Jälkeen	Korjaus tehdään (x)
%	55	55,00	
1/h	0,5	0,50	
1/h	12,00	8,00	x
%	100,00	100,00	
%	100,00	100,00	
l/hlö, vrk	150,00	150,00	
l/hlö, vrk	15379	15379	

## KORJAUSOHJELMA

## Rakennuksen vaippa

Rakenteet		Alkup.		Uusi		Hinta	E-hinta	Säästö	Säästö	T	Kor-hinta	E-Kor-hinta
Yks	Määrä	u-arvo	u-arvo	u-arvo	u-arvo	€/yks	€/yks	€/yks,v	€/v	v	€	€
Ulkoiseinän pinta-ala, US 1	138	0,48	0,313	0,313	0,313			1,95	268	0	0	0
Ulkoiseinän pinta-ala, US 2	10	0,19	0,158	0,158	0,158			0,37	4	0	0	0
Alapohjan pinta-ala, AP 1, tuulettuva	0	0						0,00	0	-	0	0
Alapohjan pinta-ala, AP 2, maanvar	143	0,24	0,24	0,24	0,24			0,00	0	-	0	0
Yläpohjan pinta-ala; YP 1	150	0,1	0,1	0,1	0,1			0,00	0	-	0	0
Yläpohjan pinta-ala; YP 2	0	0						0,00	0	-	0	0
Ikkunoiden pinta-ala, IKK 1	25	1,2	1,2	1,2	1,2			0,00	0	-	0	0
Ikkunoiden pinta-ala, IKK 2								0,00	0	-	0	0
Ulko-ovien pinta-ala, UO 1	2	3,5	3,5	3,5	3,5			0,00	0	-	0	0
Ulko-ovien pinta-ala, UO 2								0,00	0	-	0	0
<b>YHTEENSÄ</b>									<b>272</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

## Talotekniikka

Talotekniikka		Alkup.		Uusi		Hinta	E-hinta	Säästö	Säästö	T	Kor-hinta	E-Kor-hinta
Yks	Määrä	u-arvo	u-arvo	u-arvo	u-arvo	€/yks	€/yks	€/yks,v	€/v	v	€	€
Lämmöntuotantolaitteisto	1	100,00						0	0	-	0	0
Lämmönjakojärjestelmä	1	100,00						-40	-40	-	0	0
Vesi- ja viemärikalusteet	1	150,00						0	0	-	0	0
Ilmanvaihtolaitteisto	1	55						0	0	-	0	0
Ilmanvaihtokorin	1	0,5								-		0
Vaijan ilmapitävyys	1	12,00	8	8	8			253		0		0
Sähköjärjestelmä	1	15379	15379	15379	15379					-	0	0
<b>YHTEENSÄ</b>									<b>-40</b>		<b>0</b>	<b>0</b>



<b>LÄMMÖNKULUTUS</b>		<a href="#">Etusivulle</a>		
		<a href="#">Kohdetietoihin</a>		
Kohteen nimi	Hirsihuvila	5156		
Kohteen osoite	Ähtäri			
Lämmitysenergian kokonaiskulutus, kWh /vuosi		20559		
Lämmitysenergian kokonaiskulutus, kWh /brm <sup>2</sup>		97,9		
Ostettava lämmitysenergia, kWh /vuosi		20559		
<b>Lämmitysenergiankulutuksen jakautuma, kWh/vuosi</b>				
	Korjauksen jälkeen		Ennen korjausta	
	kWh/vuosi	%	kWh/vuosi	%
<a href="#">Vaipan johtumishäviöt</a>	19464		22866	
Alapohja	4996		4996	
Ulkoseinä	6518		9920	
Yläpohja	2184		2184	
Ikkunat	4368		4368	
Ulko-ovet	1398		1398	
<a href="#">Vuotoilmanvaihto</a>	6336		9504	
<a href="#">Hallittu ilmanvaihto</a>	4455		4455	
<a href="#">Lämmin käyttövesi</a>	3285		3285	
<a href="#">Sisäisistä lämpökuormista hyödyksi saatava lämpöenergia</a>	12980		13475	
Lämpöenergia, brutto	20559		26634	
Lämmöntuotantohäviöt	0		0	
Lämpöenergia, brutto	20559		26634	
<b>Uusiutuvat energiamuodot</b>				
Aurinko	0			
Maalämpö	0			
	<b>20559</b>		<b>26634</b>	

## Sertifikaatti, lähtötaso

### Rakennus








Kohteen nimi	Hirsihuvila
Paikkakunta	Ahtäri
Astepäiväluku	5156

### €/vuosi

Lämpö	2131
Sähkö	1230
Vesi	650
YHT	4011

Tämä serfikaatti ei ole energiatodistus !

42013	Lämpö
16204	Sähkö

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

Paljon kuluttava

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

200

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

268

Tämä luku on rakennuksen tavoitekulutus tarkastelupaikkakunnalla.

Sertifikaatin antaja	Sertifikaatin tilaaja
Allekirjoitus	
Sertifikaatin antamispäivämäärä	

## Sertifikaatti, korjauksen jälkeen

### Rakennus

Kohteen nimi   
 Paikkakunta   
 Astepäiväluku 5156

### €/Vuosi

Lämpö	1645
Sähkö	1296
Vesi	650
<b>YHT</b>	<b>3592</b>

Tämä serfikaatti ei ole energiatodistus!  
 Kulutus sisältää sekä sähköenergian että lämmitysenergian osuuden.

35944	Lämpö
16204	Sähkö

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

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

171
-----

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

229
-----

Tämä luku on rakennuksen tavoitekulutus tarkastelupaikkakunnalla.

Sertifikaatin antaja	Sertifikaatin tilaaja
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Allekirjoitus	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sertifikaatin antamispäivämäärä	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

<b>Ulkoseinä (US1)</b>					
Vastus R	Ainekerros	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	
R <sub>si</sub>	Sisäpinnan pintavastus			0,13	RakMk C4
R <sub>1</sub>	Hirsi (220mm)	0,22	0,12	1,83	
R <sub>se</sub>	Ulkopinnan pintavastus			0,13	RakMk C4
			R <sub>T</sub>	2,09	
<b>U-arvo 0,478 W/m<sup>2</sup>K</b>					

<b>Ulkoseinä(parvi) (US2)</b>					
Vastus R	Ainekerros	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	
R <sub>si</sub>	Sisäpinnan pintavastus			0,13	RakMk C4
R <sub>1</sub>	Tuppilauta	0,018	0,12	0,15	
R <sub>2</sub>	Aluslauta	0,01	0,12	0,08	
R <sub>3</sub>	Koolaus 45x45 k400 +min.villa	0,045		0,97	Koolaus huomioitu
R <sub>4</sub>	Höyrynsulkumuovi			0,02	
R <sub>5</sub>	Runko 45x145 k600 + min.villa	0,145		3,35	Puurunko huomioitu
R <sub>6</sub>	Tuulensuojalevy	0,009	0,065	0,14	
R <sub>7</sub>	Tuuletusrako	0,018			
R <sub>8</sub>	Hirsipaneli 38x240	0,038	0,12	0,32	
R <sub>se</sub>	Ulkopinnan pintavastus			0,13	RakMk C4
			R <sub>T</sub>	5,29	
<b>U-arvo 0,189 W/m<sup>2</sup>K</b>					

<b>Lisäeristys</b>		[m]	[m]					
Tarkasteltava alue		0,04	0,6					
Pystykoolaus 40x48 k600								
	<b>Alue</b>	<b>Alueen mitat</b>		<b>f</b>	<b>d</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b><math>R_j</math></b>	<b>f/R</b>
		[m]	[m]		[m]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]	
Puu	Alue a	0,048	0,04	0,080	0,04	0,12	0,33	0,24
Eriste	Alue b	0,552	0,04	0,920	0,04	0,037	1,08	0,85
				Tarkistus:	1,000			
1/R <sub>3</sub>								1,09
R <sub>3</sub>								<b>0,92</b>



<b>Lisäeristetty ulkoseinä</b>					
Vastus R	Ainekerros	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	
R <sub>si</sub>	Sisäpinnan pintavastus			0,13	RakMk C4
R <sub>1</sub>	Hirsipaneli 20x220mm	0,02	0,12	0,17	
R <sub>2</sub>	Ilmansulkupaperi			0,02	
R <sub>3</sub>	Lisäeristys (50mm)	0,04		0,92	Koolaus huomioitu
R <sub>4</sub>	Hirsi (220mm)	0,22	0,12	1,83	
R <sub>se</sub>	Ulkopinnan pintavastus			0,13	RakMk C4
			R <sub>T</sub>	3,20	
			<b>U-arvo 0,313 W/m<sup>2</sup>K</b>		

<b>Lisäeristetty ulkoseinä(parvi)</b>					
Vastus R	Ainekerros	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	
R <sub>si</sub>	Sisäpinnan pintavastus			0,13	RakMk C4
R <sub>1</sub>	Hirsipaneli 20x220	0,02	0,12	0,17	
R <sub>2</sub>	Ilmansulkupaperi			0,02	
R <sub>3</sub>	Koolaus 40x48 k600 +min.villa	0,04		0,92	koolaus huomioitu
R <sub>4</sub>	Koolaus 45x45 k400 +min.villa	0,045		0,97	Koolaus huomioitu
R <sub>5</sub>	Höyrynsulkumuovi			0,02	
R <sub>6</sub>	Runko 45x145 k600 + min.villa	0,145		3,35	Puurunko huomioitu
R <sub>7</sub>	Tuulensuojalevy	0,009	0,065	0,14	
R <sub>8</sub>	Tuuletusrako	0,018			
R <sub>9</sub>	Hirsipaneli 38x240	0,038	0,12	0,32	
R <sub>se</sub>	Ulkopinnan pintavastus			0,13	RakMk C4
			R <sub>T</sub>	6,16	
			<b>U-arvo 0,162 W/m<sup>2</sup>K</b>		

<b>YP *</b>		[m]	[m]					
Tark. Alue		0,4	0,045					
<b>Koolaus k400</b>								
	<b>Alue</b>	<b>Alueen mitat leveys [m]</b>	<b>leveys [m]</b>	<b>f</b>	<b>d [m]</b>	<b><math>\lambda</math> [W/mK]</b>	<b><math>R_j</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>	<b>f/R</b>
Puu	Alue a	0,045	0,045	0,113	0,045	0,12	0,38	0,30
Eriste	Alue b	0,355	0,045	0,887	0,045	0,036	1,25	0,71
		Tarkistussumma		1,000				
1/R <sub>3</sub>								1,01
R <sub>3</sub>								<b>0,99</b>

<b>YP **</b>		[m]	[m]					
Tark. Alue		0,35	0,9					
<b>Kattokannatin k900</b>								
	<b>Alue</b>	<b>Alueen mitat leveys [m]</b>	<b>leveys [m]</b>	<b>f</b>	<b>d [m]</b>	<b><math>\lambda</math> [W/mK]</b>	<b><math>R_j</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>	<b>f/R</b>
Puu	Alue a	0,05	0,35	0,056	0,35	0,12	2,92	0,02
Eriste	Alue b	0,85	0,35	0,944	0,35	0,036	9,72	0,10
		Tarkistussumma		1,000				
1/R <sub>3</sub>								0,12
R <sub>3</sub>								<b>8,61</b>

<b>Yläpohja</b>					
<b>Vastus R</b>	<b>Ainekerros</b>	<b>d [m]</b>	<b><math>\lambda</math> [W/mK]</b>	<b><math>R_i</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>	
R <sub>si</sub>	Sisäpinnan pintavastus			0,1	
R <sub>1</sub>	Tuppilauta	0,018	0,12	0,15	
	Aluslauta	0,01	0,12	0,08	
R <sub>2</sub>	Koolaus 45x45 k400 + min. villa	0,045		0,99	*
R <sub>3</sub>	Höyrynsulku			0,02	
R <sub>4</sub>	Kattokehä k900 + Puhallettu eriste (350mm)	0,35		8,61	**
R <sub>se</sub>	Ulkopinnan pintavastus			0,04	
			R <sub>T</sub>	9,99	
				<b>U-arvo 0,100 W/m<sup>2</sup>K</b>	
				2010	0,09

<b>AP (koolaus) *</b>		[m]	[m]					
Tark. Alue		0,6	0,045					
Koolaus 45x45 k600								
	<b>Alue</b>	<b>Alueen mitat</b> [m]	[m]	<b>f</b>	<b>d</b> [m]	<b><math>\lambda</math></b> [W/mK]	<b><math>R_j</math></b> [m <sup>2</sup> K/W]	<b>f/R</b>
Puu	Alue a	0,045	0,045	0,075	0,045	0,12	0,38	0,20
Eriste	Alue b	0,555	0,045	0,925	0,045	0,037	1,22	0,76
Tarkistussumma				1,000				
1/R <sub>3</sub>								0,96
R <sub>3</sub>								<b>1,04</b>

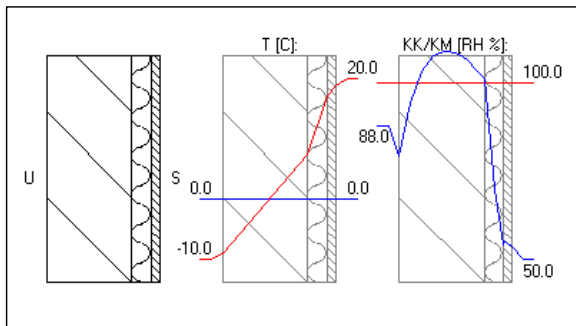
<b>Alapohja</b>					
<b>Vastus</b> R	<b>Ainekerros</b>	<b>d</b> [m]	<b><math>\lambda</math></b> [W/mK]	<b><math>R_j</math></b> [m <sup>2</sup> K/W]	
R <sub>si</sub>	Sisäpinnan pintavastus			0,17	
R <sub>1</sub>	Lattialaudoitus	0,028	0,12	0,23	
R <sub>2</sub>	Koolaus 45x45 k600 + min. villa	0,05		1,04	*
R <sub>3</sub>	Muovi			0,02	
R <sub>4</sub>	Teräsbetoni	0,08	1,7	0,05	
R <sub>6</sub>	Styrox R	0,1	0,04	2,50	
R <sub>7</sub>	Sora	0,2		0,20	
R <sub>se</sub>	Ulkopinnan pintavastus				
			R <sub>T</sub>	4,21	
				<b>U-arvo</b>	<b>0,238 W/m<sup>2</sup>K</b>

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Tammikuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Tammikuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-10.00	100.0	88.0	88.0	0.00
1	-8.85	100.0	79.2	79.2	0.00
2	7.41	100.0	101.2	100.0	3.40
3	17.04	100.0	54.2	54.2	0.00
4	17.22	100.0	55.3	55.3	0.00
5	18.85	100.0	53.7	53.7	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

**Tiivistymis- / homevaara ! (SK\_max = 100.0 %)**

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

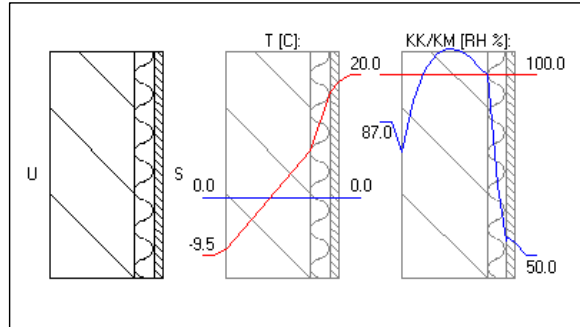
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Helmikuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****Helmikuu (672.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-9.50	100.0	87.0	87.0	0.00
1	-8.37	100.0	78.6	78.6	0.00
2	7.62	100.0	99.9	99.9	0.00
3	17.09	100.0	54.1	54.1	0.00
4	17.27	100.0	55.1	55.1	0.00
5	18.87	100.0	53.6	53.6	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

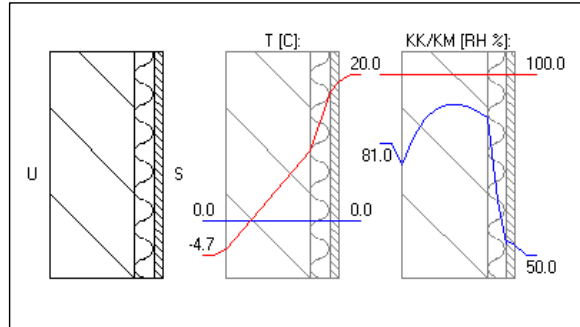
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Maaliskuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Maaliskuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-4.70	100.0	81.0	81.0	0.00
1	-3.75	100.0	75.0	75.0	0.00
2	9.63	100.0	88.3	88.3	0.00
3	17.57	100.0	53.1	53.1	0.00
4	17.71	100.0	54.0	54.0	0.00
5	19.05	100.0	53.0	53.0	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

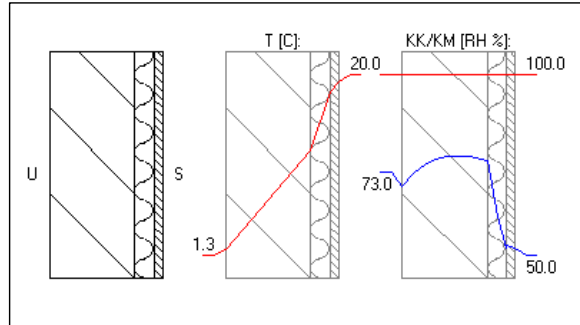
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Huhtikuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Huhtikuu (720.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	1.30	100.0	73.0	73.0	0.00
1	2.02	100.0	69.3	69.3	0.00
2	12.15	100.0	76.1	76.1	0.00
3	18.16	100.0	52.1	52.1	0.00
4	18.27	100.0	52.8	52.8	0.00
5	19.28	100.0	52.3	52.3	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

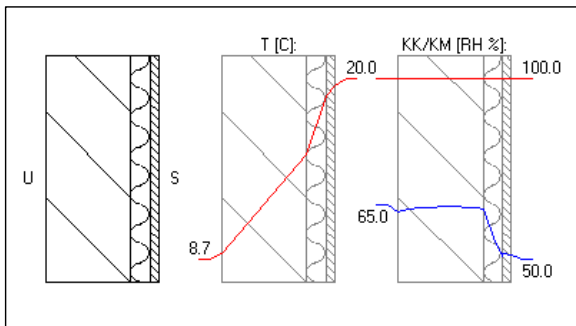


Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Toukokuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m2K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m2  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m2hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m2hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m2K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m2K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m2K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Toukokuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	8.70	100.0	65.0	65.0	0.00
1	9.13	100.0	63.1	63.1	0.00
2	15.26	100.0	64.1	64.1	0.00
3	18.89	100.0	51.1	51.1	0.00
4	18.95	100.0	51.6	51.6	0.00
5	19.57	100.0	51.3	51.3	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

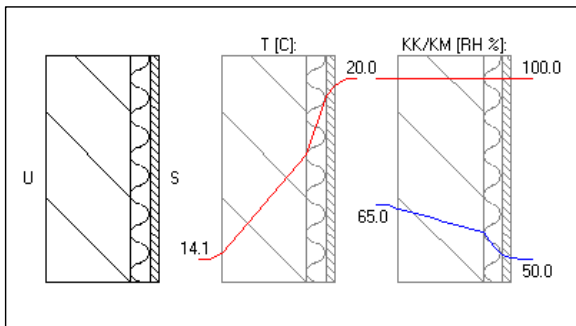
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Kesäkuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****Kesäkuu (720.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	14.10	100.0	65.0	65.0	0.00
1	14.33	100.0	64.0	64.0	0.00
2	17.52	100.0	57.5	57.5	0.00
3	19.42	100.0	51.2	51.2	0.00
4	19.45	100.0	51.2	51.2	0.00
5	19.77	100.0	50.7	50.7	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

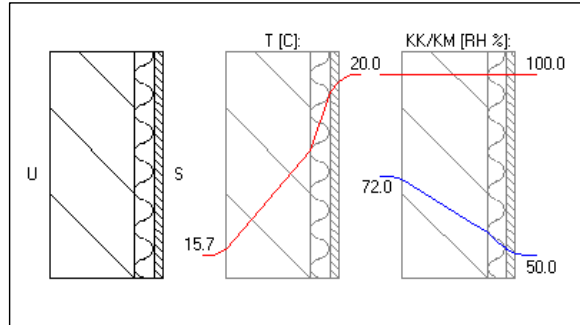
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Heinäkuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Heinäkuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	15.70	100.0	72.0	72.0	0.00
1	15.87	100.0	71.3	71.3	0.00
2	18.20	100.0	56.6	56.6	0.00
3	19.58	100.0	51.9	51.9	0.00
4	19.60	100.0	51.7	51.7	0.00
5	19.83	100.0	50.5	50.5	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

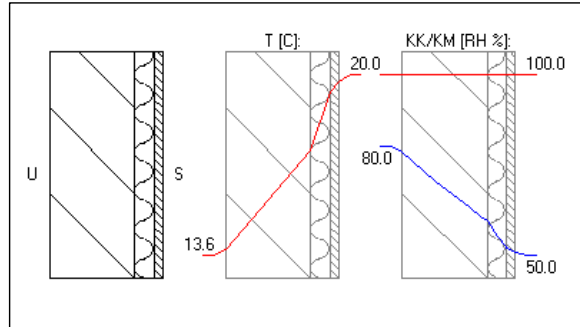
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Elokuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Elokuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	13.60	100.0	80.0	80.0	0.00
1	13.85	100.0	78.8	78.8	0.00
2	17.31	100.0	59.6	59.6	0.00
3	19.37	100.0	52.4	52.4	0.00
4	19.41	100.0	52.2	52.2	0.00
5	19.75	100.0	50.7	50.7	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

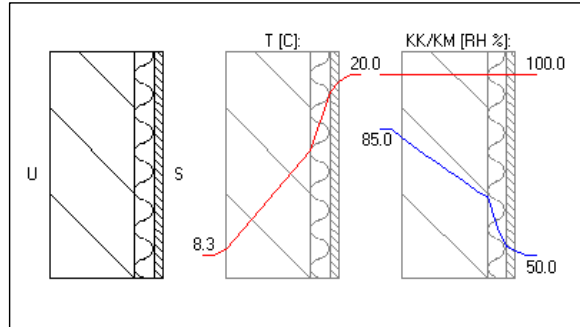
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Syyskuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m2K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m2  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m2hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m2hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m2K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m2K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m2K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****Syyskuu (720.0 h)****Lisätiedot:**

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	8.30	100.0	85.0	85.0	0.00
1	8.75	100.0	82.5	82.5	0.00
2	15.09	100.0	66.3	66.3	0.00
3	18.85	100.0	52.4	52.4	0.00
4	18.92	100.0	52.5	52.5	0.00
5	19.55	100.0	51.4	51.4	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

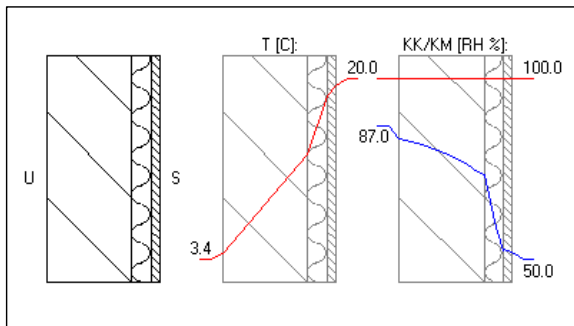
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Lokakuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Lokakuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	3.40	100.0	87.0	87.0	0.00
1	4.04	100.0	83.2	83.2	0.00
2	13.03	100.0	73.5	73.5	0.00
3	18.36	100.0	52.5	52.5	0.00
4	18.46	100.0	53.0	53.0	0.00
5	19.36	100.0	52.0	52.0	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

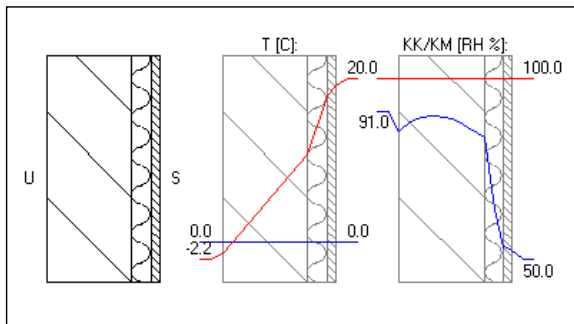
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Marraskuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Marraskuu (720.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-2.20	100.0	91.0	91.0	0.00
1	-1.35	100.0	85.2	85.2	0.00
2	10.68	100.0	83.6	83.6	0.00
3	17.81	100.0	53.1	53.1	0.00
4	17.94	100.0	53.8	53.8	0.00
5	19.15	100.0	52.7	52.7	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

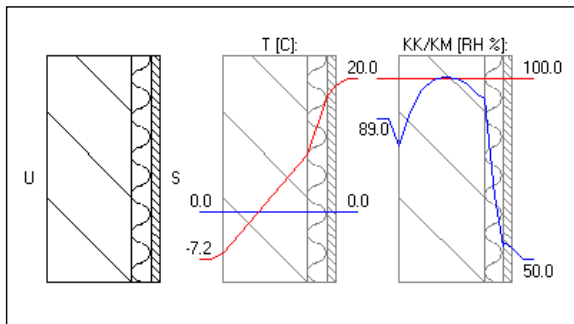
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Joulukuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.296 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 293.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.66 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25200.331 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.384 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Lisäeristys 50mm	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirsipaneli 22x220mm	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Joulukuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-7.20	100.0	89.0	89.0	0.00
1	-6.15	100.0	81.4	81.4	0.00
2	8.58	100.0	94.3	94.3	0.00
3	17.32	100.0	53.7	53.7	0.00
4	17.48	100.0	54.7	54.7	0.00
5	18.95	100.0	53.3	53.3	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

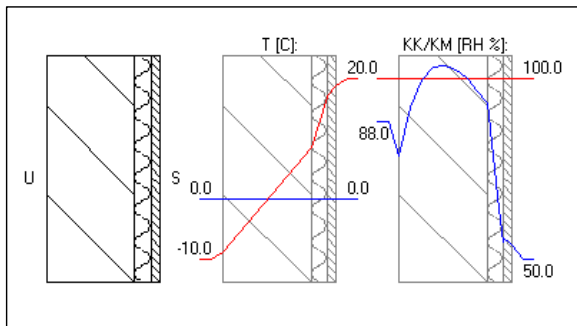


Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Tammikuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****Tammikuu (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-10.00	100.0	88.0	88.0	0.00
1	-8.77	100.0	78.6	78.6	0.00
2	8.60	100.0	93.4	93.4	0.00
3	16.84	100.0	54.9	54.9	0.00
4	17.03	100.0	55.9	55.9	0.00
5	18.77	100.0	53.9	53.9	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

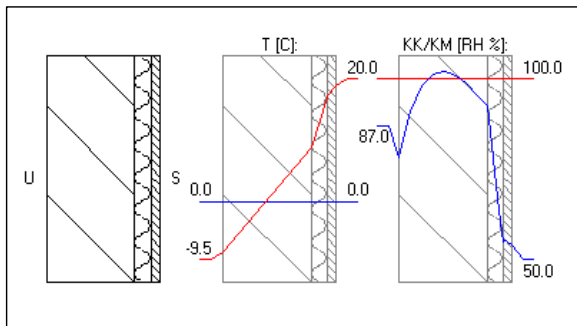
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Helmikuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Helmikuu (672.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-9.50	100.0	87.0	87.0	0.00
1	-8.29	100.0	78.0	78.0	0.00
2	8.79	100.0	92.4	92.4	0.00
3	16.89	100.0	54.8	54.8	0.00
4	17.08	100.0	55.8	55.8	0.00
5	18.79	100.0	53.9	53.9	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

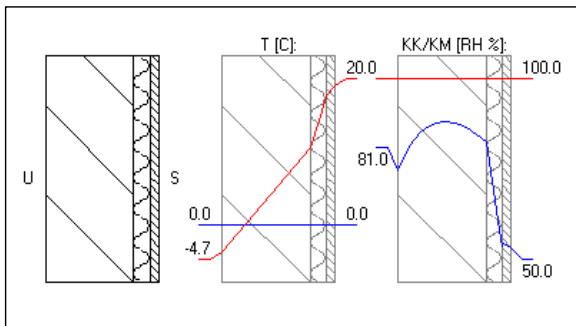
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Maaliskuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Maaliskuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-4.70	100.0	81.0	81.0	0.00
1	-3.69	100.0	74.6	74.6	0.00
2	10.62	100.0	82.7	82.7	0.00
3	17.40	100.0	53.7	53.7	0.00
4	17.56	100.0	54.6	54.6	0.00
5	18.99	100.0	53.2	53.2	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

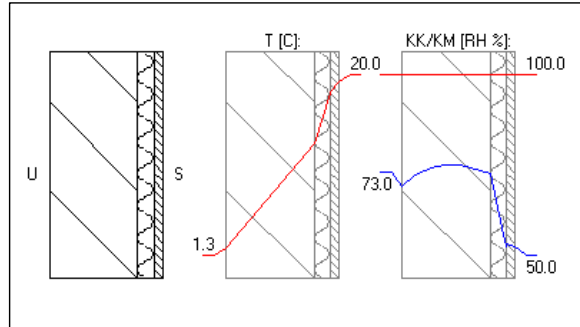
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Huhtikuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Huhtikuu (720.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	1.30	100.0	73.0	73.0	0.00
1	2.07	100.0	69.0	69.0	0.00
2	12.90	100.0	72.6	72.6	0.00
3	18.03	100.0	52.5	52.5	0.00
4	18.15	100.0	53.2	53.2	0.00
5	19.23	100.0	52.4	52.4	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

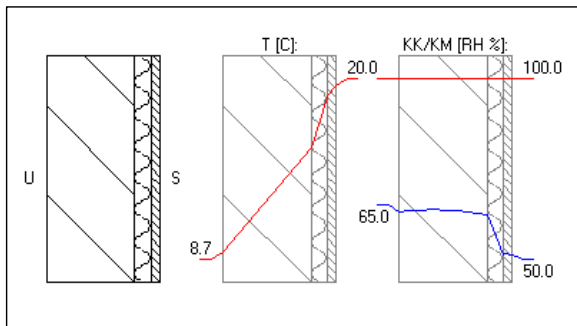
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Toukokuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Toukokuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	8.70	100.0	65.0	65.0	0.00
1	9.16	100.0	63.0	63.0	0.00
2	15.71	100.0	62.3	62.3	0.00
3	18.81	100.0	51.4	51.4	0.00
4	18.88	100.0	51.8	51.8	0.00
5	19.54	100.0	51.4	51.4	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

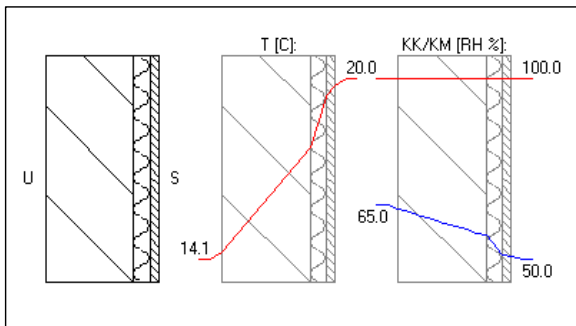
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Kesäkuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****Kesäkuu (720.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	14.10	100.0	65.0	65.0	0.00
1	14.34	100.0	64.0	64.0	0.00
2	17.76	100.0	56.7	56.7	0.00
3	19.38	100.0	51.3	51.3	0.00
4	19.42	100.0	51.4	51.4	0.00
5	19.76	100.0	50.7	50.7	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

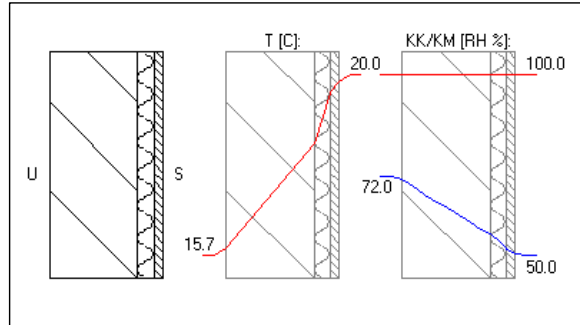
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Heinäkuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Heinäkuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	15.70	100.0	72.0	72.0	0.00
1	15.88	100.0	71.2	71.2	0.00
2	18.37	100.0	56.0	56.0	0.00
3	19.55	100.0	52.0	52.0	0.00
4	19.57	100.0	51.8	51.8	0.00
5	19.82	100.0	50.5	50.5	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

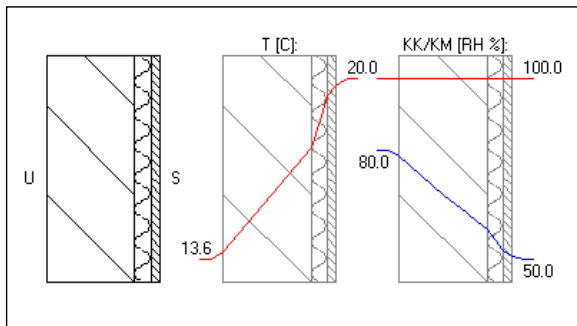
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Elokuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Hirisipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Elokuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	13.60	100.0	80.0	80.0	0.00
1	13.86	100.0	78.7	78.7	0.00
2	17.57	100.0	58.6	58.6	0.00
3	19.33	100.0	52.5	52.5	0.00
4	19.37	100.0	52.3	52.3	0.00
5	19.74	100.0	50.8	50.8	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

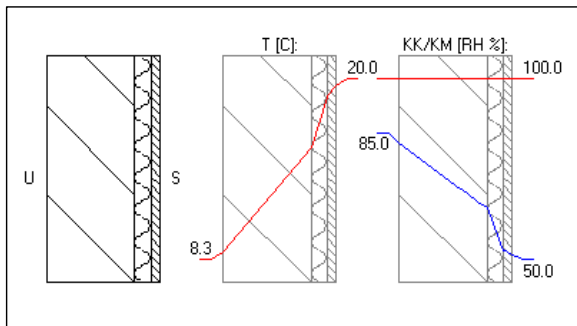


Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Syyskuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Syyskuu (720.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	8.30	100.0	85.0	85.0	0.00
1	8.78	100.0	82.3	82.3	0.00
2	15.55	100.0	64.3	64.3	0.00
3	18.77	100.0	52.6	52.6	0.00
4	18.84	100.0	52.8	52.8	0.00
5	19.52	100.0	51.5	51.5	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

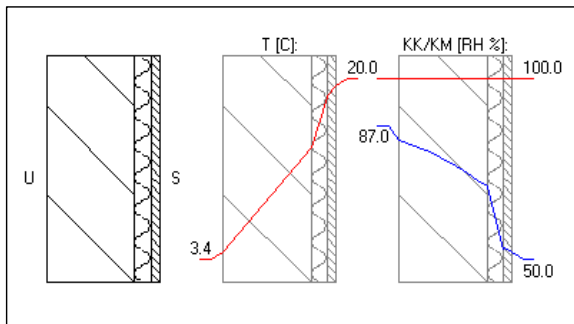
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Lokakuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Lokakuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	3.40	100.0	87.0	87.0	0.00
1	4.08	100.0	82.9	82.9	0.00
2	13.69	100.0	70.4	70.4	0.00
3	18.25	100.0	52.9	52.9	0.00
4	18.36	100.0	53.3	53.3	0.00
5	19.32	100.0	52.1	52.1	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

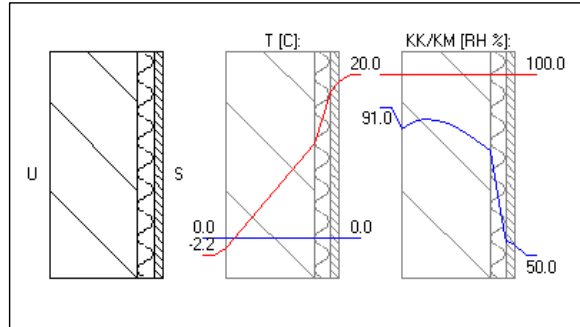
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Marraskuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Marraskuu (720.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-2.20	100.0	91.0	91.0	0.00
1	-1.29	100.0	84.8	84.8	0.00
2	11.57	100.0	78.9	78.9	0.00
3	17.66	100.0	53.6	53.6	0.00
4	17.80	100.0	54.3	54.3	0.00
5	19.09	100.0	52.9	52.9	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

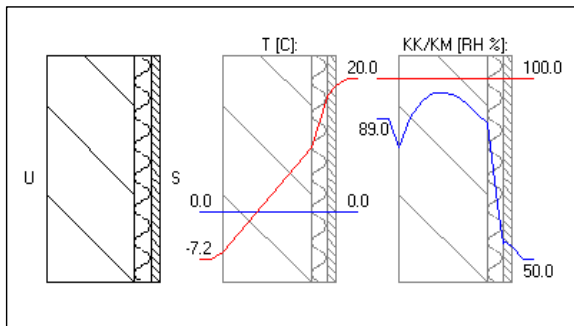
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Moksunahontie 15	Sisältö: Joulukuu	
Suunnittelija: Jaakko Pöllä	Päiväys: 11/9/2011	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.316 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 283.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 117.36 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 25173.876 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000040 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 3.166 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Hirsi 220mm	220.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Mineraalivilla	40.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Tervapaperi	1.00	0.0500	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Hirisiipaneli 22x220m	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Joulukuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-7.20	100.0	89.0	89.0	0.00
1	-6.08	100.0	80.9	80.9	0.00
2	9.67	100.0	87.7	87.7	0.00
3	17.14	100.0	54.3	54.3	0.00
4	17.31	100.0	55.3	55.3	0.00
5	18.88	100.0	53.6	53.6	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

**ÄHTÄRIN VESI JA LÄMPÖ**

Kisällintie 4  
63700 Ähtäri  
puh. 06-5104 400

TARJOUS

Nro 1233  
Aika 9.6.2011

LIITE 7

**LÄMMITYSSANEERAUS**

Koodi	Tuote	Määrä	Yks.
1	LÄMMITYS SANEERAUS		
2			
3	PATTERIT, KANNAKKEET VENTTIILIT		
4	5410826 MONCLAC KANNAKE 450-215-33	22.00	PAR
5	5418443 PC21-450-500 PURMO COMPACT	2.00	KPL
6	5418445 PC21-450-700 PURMO COMPACT	1.00	KPL
7	5418448 PURMO COMPACT 21S-450-1000	2.00	KPL
8	5418452 PURMO COMPACT 21S-450-1400	1.00	KPL
9	5418454 PURMO COMPACT 21S-450-1800	1.00	KPL
10	5418484 PURMO COMPACT 21S-600-600	1.00	KPL
11	5418492 PURMO COMPACT 21S-600-1400	1.00	KPL
12	5418652 PURMO COMPACT 22-450-1400	1.00	KPL
13	5418653 PURMO COMPACT 22-450-1600	3.00	KPL
14	5418655 PURMO COMPACT 22-450-2000	2.00	KPL
15	5418656 PURMO COMPACT 22-450-2300	3.00	KPL
16	5418855 PURMO COMPACT 33-450-2000	2.00	KPL
17	4034472 TRV-2VENT.S ILM.YH10 50861-610	20.00	KPL
18	4034761 TRV KIINTOANT.NORDIC 50355-028	20.00	KPL
19	4034108 PATT.L.ILM.YHD.DN10 SUORA TA	20.00	KPL
20	4034540 PATTTERIYHDIST. DN 10 x 1/2 TA	40.00	KPL
21			
22	MANNESMANN LÄMPÖJOHDOT		
23	_0478125 TERÄSPUTKI ZN 15 MANNESMANN	110.00	M
24	_0478132 TERÄSPUTKI ZN 28 MANNESMANN	133.00	M
25			
26	MUUT KULUT		
27	SÄHKÖPATTEREIDEN PURKU	14.00	KPL
28	VERKOSTON TÄYTTÖ JA ILMAUKSET	1.00	ERÄ
29	REIKIEN PORAUKSET JA PAIKKAUSTYÖT	1.00	ERÄ
30			
31	LÄMPÖJOHTOJEN MAALÄMPÖPUMP- PUUN KYTKENTÄ		
32	LÄMPÖJOHTOJEN KYTKENTÄTYÖ	1.00	ERÄ

Netto alv 0%	12776.81
Alv 23.00%	2938.67
Maksettava	15715.48



*KUVA 1.* Metsäoskari etupihalta kuvattuna



*KUVA 2.* Metsäoskari takapihalta kuvattuna





*KUVA 3.* Yleiskuva sisältä



*KUVA 4.* Olohuone



*KUVA 5.* Käytävä, jonka varrella kaikki makuuhuoneet sijaitsevat





*KUVA 6.* Makuuhuone



*KUVA 7.* Näkymä järvelle



*KUVA 8.* Etupihaa suojaava kalliokumpare