



Laura Rautio

# **PIENTALON ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN ESI- MERKKIKOhteessa**

**PIENTALON ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN ESI-  
MERKKIKOHTTEESSA**

Laura Rautio  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka, talonrakennustekniikka

---

Tekijä(t): Laura Rautio

Opinnäytetyön nimi: Pientalon energiatehokkuuden parantaminen esimerkkikohteessa

Työn ohjaaja(t): Kimmo Illikainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013

Sivumäärä: 38 + 9 liitettä

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia pientalon energiatehokkuuden parantamista käyttäen korjausrakentamisen uusia rakentamismääräyksiä. Tavoitteena oli löytää sopivin ratkaisu Haapajärvellä sijaitsevaan esimerkkikohteeseen. Aihe on erittäin ajankohtainen kansallisten ilmastotavoitteiden myötä energiatehokkuuden ollessa vuosi vuodelta yhä tärkeämpi rakentamista ohjaava suunta.

Työssä esiteltiin määräysten antamat vaihtoehdot energiatehokkuuden parantamiseksi ja keskityttiin tarkastelemaan niitä lämpötekniisyyden kannalta. Lisäksi esiteltiin ja ehdotettiin tavanomaisia korjausratkaisuja energiatehokkuuden tason parantamiseksi. Energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet perustuvat alan kirjallisuuteen sekä aiheesta julkaistuihin raportteihin, tiedotteisiin sekä opintomateriaaleihin.

Mietittäessä esimerkkikohteena olevaan omakotitaloon energiatehokkaita ratkaisuja lähtötietoina käytettiin kohteelle tehtyjä energiankulutus- ja U-arvolaskelmia sekä kuntoarviota ja lämpökuvausraporttia. Näiden pohjalta esitettiin toimenpide-ehdotuksia sekä yleisesti että uusien määräysten mukaisesti. Parhaat tulokset saavutettiin noudattamalla korjausrakentamisen energiamääräyksiä. Tällöin tehokkain ratkaisu oli kokonaisenergiankulutuksen eli E-luvun pienentäminen.

Tarkkojen tulosten saamiseksi tulisi toimenpide-ehdotuksia tarkastella myös kosteusteknisesti ja kustannusten kannalta. Opinnäytetyön rajatun pituuden ja aikataulun vuoksi näitä ei kuitenkaan ole työhön sisällytetty. Opinnäytetyö toimii alustuksena kohteeseen tehtäville parannuksille ja toimenpide-ehdotukset voidaan helposti päivittää kohteeseen myös kosteustekniisyyden ja kustannusten osalta.

---

Asiasanat:

Energiatehokkuus, Energiamääräykset, Pientalo

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, Option of House Building Engineering

---

Author(s): Laura Rautio

Title of thesis: Improving Energy Efficiency of Unattached Dwelling Unit

Supervisor(s): Kimmo Illikainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2013

Pages: 38 + 9 appendices

---

In this thesis were studied ways to improve energy efficiency in an unattached dwelling unit built in year 1969. The house is situated in Haapajärvi, in Tervakoskentie. The object was to find the best solution with the new regulations of renovation. The subject is very topical since the national climate targets and energy efficiency are more consequential year after year.

This thesis presented various options on how to improve energy efficiency with the new regulations. These options were examined only in thermal technically. Furthermore, conventional solutions of renovation were recommended. The actions of how to improve energy efficiency are based on the latest literature, surveys and publications in Finland.

While considering efficient solutions initial data was based on energy consumption and heat transfer coefficient calculations together with condition and thermal imaging assessments. The draft measures were presented with this initial data.

The draft measures should also have been examined by costs and moisture technically to achieve accurate results. However, these have not been included in the work due to constraint length and schedule. This thesis takes action as an initialization to the renovation solutions. Furthermore, the draft measures are easily upgradeable also by costs and moisture technically.

---

Keywords:

Energy efficiency, Energy regulations, unattached dwelling unit

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 PIENTALON ENERGIATEHOKKUUS	7
2.1 Korjausrakentamisen uudet energiamääräykset	9
2.2 Energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet	12
2.2.1 Rakennuksen vaipan lisäeristäminen	13
2.2.2 Ikkunoiden ja ovien energiatehokkuus	16
2.2.3 Tiiveys ja ilmanpitävyys	17
2.2.4 Ilmanvaihto ja lämmitys	19
3 KOHDE	24
3.1 Korjaushistoria	24
3.2 Kuntoarvio	25
4 KORJAUSSUUNNITELMA	26
4.1 Korjausrakentamisen energiamääräykset	26
4.1.1 Vaihtoehto A	26
4.1.2 Vaihtoehto D	28
4.1.3 Vaihtoehto C	29
4.1.4 Teknisten järjestelmien vaatimukset	30
4.2 Muut energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet	30
4.3 Kellari	32
5 POHDINTA	34
LÄHTEET	36
LIITTEET	39

# 1 JOHDANTO

Energiatehokkuus on ollut viime vuosina erittäin voimakkaasti esillä ja uusia rakentamismääräyksiä energiatehokkuuden parantamiseksi kehitetään koko ajan. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi asetetut kansalliset kasvihuonepäästöjen vähentämisvaatimukset ja tätä kautta asetetut energiatehokkuusvaatimukset edellyttävät rakennusten energiankulutuksen voimakasta vähentämistä. Rakennusalan tulee siirtyä matalaenergiarakentamiseen uudisrakentamisessa sekä yksityisen että julkisen rakentamisen osalta. Tämän lisäksi jo olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta tulee parantaa oleellisesti.

Heinäkuussa 2012 ympäristöministeriö julkaisi uuden asetuksen rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta. Helmikuussa 2013 julkaistiin asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen korjaus- ja muutostöissä. Tämä asetus astuu voimaan muille kuin viranomaisille syyskuussa 2013.

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana on tarkastella Haapajärvellä Jokelassa sijaitsevan, vuonna 1969 rakennetun omakotitalon energiatehokkuuden parantamista korjausrakentamisen uusien energiamääräysten näkökulmasta. Määräysten avulla pyritään oleellisesti parantamaan kohteen energiatehokkuutta ja löytämään näin paras ratkaisu. Työssä esitetään myös yleisiä keinoja rakennusten energiatehokkuuden tason kohentamiseksi ja mietitään kuinka niitä voidaan hyödyntää kohteessa.

Opinnäytetyössä hyödynnetään alan tämän hetkistä tietoa energiakorjauksista. Toimenpide-ehdotusten pohjana toimivat yleisen tiedon lisäksi kohteelle tehty kuntoarvio, lämpökuvausraportti sekä energiaselvitys ja U-arvo laskelmat. Pääpaino on lämpöteknisessä tarkastelussa.

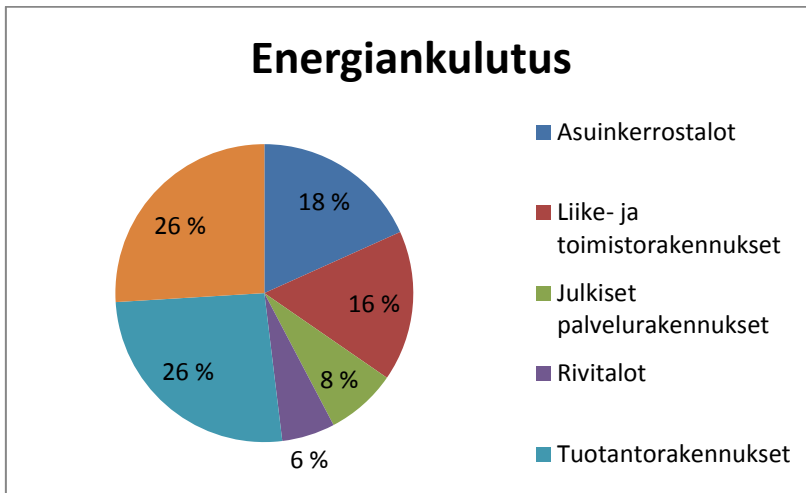
Opinnäytetyö ei käsittele varsinaisen suunnitteluprosessin läpikäymistä. Se ei myöskään sisällä kosteustarkasteluja tai kustannuslaskelmia.

## 2 PIENTALON ENERGIATEHOKKUUS

Energiatehokkuudella tarkoitetaan energiamäärää, joka tarvitaan rakennuksen tyypilliseen käyttöön liittyvän energian tarpeen täyttämiseen. Tähän sisältyvät esimerkiksi lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon, veden lämmitykseen ja valaistukseen käytetty energia. Energiatehokkuuteen sisältyvät myös erilaiset tekniset toimenpiteet energian kulutuksen vähentämiseksi. Energiatehokkuuden tärkeimpänä tavoitteena on kasvihuonepäästöjen kustannustehokas vähentäminen ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Asian tärkeydestä kertoo se, että kaikki EU:n jäsenvaltiot ovat sitoutuneet vähentämään päästöjä 20 %, kasvattamaan uusiutuvan energian osuuden 20 %:iin energian loppukulutuksesta ja lisäämään energiatehokkuutta 20 % vuoteen 2020 mennessä. (Lommi 2010, 87; Perustelumuistio. 2013, 1; Tekninen perustelumuistio. 2012, 1.)

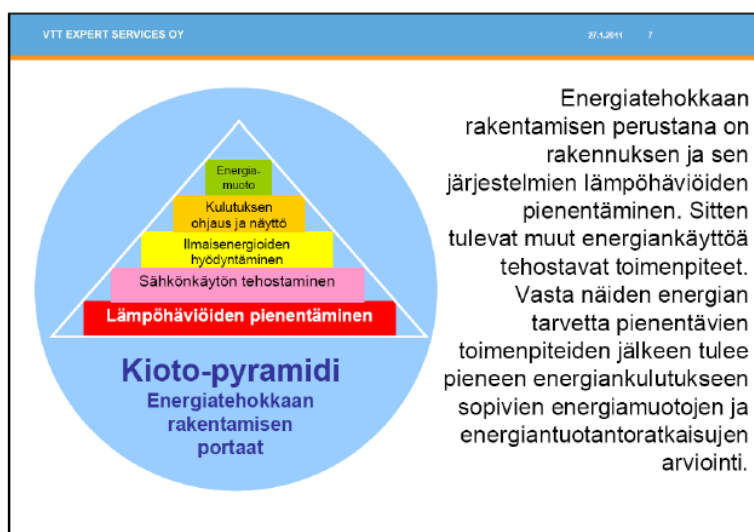
Suomen hallitus on esittänyt, että kasvihuonepäästöjä leikattaisiin Suomessa osana kansainvälistä yhteistyötä 80 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Myös uusiutuvien energialähteiden pitäisi kattaa vähintään 60 % energiankulutuksesta vuonna 2050. Tähän vuoteen mennessä korjaus- ja muutostöissä energiankulutusta on tavoitteena pienentää 25 % ja hiilidioksidipäästöjä 45 %. Nämä korjaustöissä saavutetut säästöt syntyvät muun muassa sähkön tehokkaammasta käytöstä, uusiutuvien energianlähteiden lisäämisestä sekä lämpöhäviöiden vähentämisestä. (Lommi 2010, 87; Perustelumuistio. 2013, 2, 25; Tekninen perustelumuistio. 2012, 1.)

Suomessa kokonaisenergiankulutuksesta rakennusten osuus on noin 40 %. Pääosin energiankulutus muodostuu rakennusten lämmitykseen, jäähdytykseen, lämpimän veden tuottamiseen ja jakeluun sekä valaistukseen käytettävästä energiasta. Rakennustyypeittäin jaoteltuna omakotitalot kuluttavat tuotantorakennusten ohella suurimman osan energiasta (kuva 1). (Perustelumuistio. 2013, 11.)



KUVA 1. Energiankulutus rakennustyypeittäin (Perustelumuistio. 2013, 12)

Energiatehokkuuden parantaminen on merkittävin yksittäinen päästöjä vähentävä toimenpide rakennuksissa. Energiatehokkuutta parannetaan vaihe vaiheelta, kuten kuvasta 2 nähdään. Vanhaa taloa tarkasteltaessa energiaa karkaa ikkunoista, seinistä ja lattiasta kustakin 15–18 %. Yläpohjan energiahukka on 12 % ja vuotoilman ja painovoimaisen ilmanvaihdon yhteisvaikutusta tarkasteltaessa energiaa karkaa jopa 35–40 %. Näin ollen kaikkien peruskorjaustoimenpiteiden yhteydessä tehdyt pienetkin energiataloutta parantavat toimenpiteet kannattavat, koska ne nostavat talon arvoa ja pienentävät energiankulutusta. Luvussa 2 esitellään toimenpiteitä, jotka kohdistuvat energiatehokkuuden parantamiseen kohteessa. (Lommi 2010, 103–104; Vanhan talon energiaopas. 2013.)



KUVA 2. Energiatehokkaan rakentamisen portaati (Perälä 2013)



## 2.1 Korjausrakentamisen uudet energiamääräykset

Kesällä 2012 ympäristöministeriö julkaisi uuden luonnoksen asetuksesta rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen korjaus- ja muutostöissä. Asetusta paranneltiin ja uudet viralliset määräykset astuvat voimaan viranomaisten käyttöön 1.6.2013 ja muille viimeistään 1.9.2013. Asetuksen tavoitteena on pienentää olemassa olevien rakennusten energiankulutusta noin 25 % ja hiilidioksidipäästöjä noin 45 % vuoteen 2050 mennessä. Asetusta sovelletaan rakennuksiin, joissa energiankäyttö kohdistuu valaistukseen ja tilojen ja ilmanvaihdon lämmitykseen tai jäähdytykseen tarkoituksenmukaisten sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi. (Tekninen perustelumuuisto. 2012, 1; Luonnos. 2012,1; Ympäristöministeriön asetus 2013, 5.)

Energiatehokkuudelle asetettuja vähimmäisvaatimuksia noudatetaan kun on kyse rakennuksen luvanvaraisesta korjaamisesta, teknisten järjestelmien korjaamisesta tai käyttötarkoituksen muuttamisesta. Näitä korjauksia ovat esimerkiksi ulkovaipan korjaukset, teknisten järjestelmien uusimiset ja laajat peruskorjaukset. Jos energiatehokkuutta parannetaan suunnitellun huollon, korjauksen tai ylläpidon yhteydessä lupaa edellyttämättä, voidaan toimenpiteiden vaikutus ottaa huomioon myöhemmässä luvanvaraisen hankkeen yhteydessä. (Luonnos. 2012, 3; Väisänen 2012, 58; Ympäristöministeriön asetus 2013, 2, 4.)

Energiatehokkuuden parantamisvelvollisuus ei kuitenkaan koske kaikkia olemassa olevia rakennuksia. Vapautuksen saavat rakennukset niiltä osin kuin ne on suojeltu sekä tuotantorakennukset, joissa tuotantoprosessi luovuttaa suuren määrän lämpöenergiaa tai joissa runsas lämmöneristys nostaisi haitallisesti huonelämpötilaa. Parantaminen ei myöskään koske rakennuksia, joiden pinta-ala on enintään 50 m<sup>2</sup>, muita kuin asuinkäyttöön tarkoitettuja ja vähän energiaa kuluttavia maatalousrakennuksia, kasvihuoneita, väestönsuojia tai muita vastaavia rakennuksia, joiden käyttö vaikeutuisi alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa nähden. Lisäksi parannusta ei tarvitse tehdä loma-asunnoissa, joissa ei ole kokovuotiseen käyttöön tarkoitettua lämmitysjärjestelmää, siirtokelpoisissa rakennuksissa, jotka pysytetään määräajan paikallaan ja joiden käyttötarkoitus ei

oleellisesti muutu, sekä hartauden ja uskonnollisen toiminnan harjoittamiseen tarkoitetuissa rakennuksissa. (Ympäristöministeriön asetus 2013, 1.)

Keskeisin muutos asetuksessa on rakennuksen omistajalle annettavat kolme vaihtoehtoa, A, C ja D, (kuvat 3), joilla rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen taso määritellään ja parantuminen osoitetaan. Lisäksi noudatetaan teknisille järjestelmille annettuja vaatimuksia, jotka on lueteltu luettelossa B (kuva 3). (Luonnos. 2012,2; Ympäristöministeriön asetus 2013, 2, 5.)

Luettelo A; rakennusosakohtaiset vaatimukset

- 1) Ulkoseinä: Alkuperäinen  
U-arvo\*0,5 tai  
U-arvo enintään 0,17 W/(m<sup>2</sup> K).
- 2) Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä kuten kohdassa 1 tai U-arvo vähintään 0,60 W/(m<sup>2</sup> K).
- 3) Katto: Alkuperäinen  
U-arvo\*0,5 tai  
U-arvo enintään 0,09 W/(m<sup>2</sup> K).
- 4) Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä kuten kohdassa 3 tai U-arvo vähintään 0,60 W/(m<sup>2</sup> K).
- 5) Alapohja: Parannetaan mahdollisuuksien mukaan, ei saa heikentyä.
- 6) Ikkunat ja ovet: Uudet, U-arvo enintään 1,0 W/(m<sup>2</sup> K). Vanhat, korjattaessa parannetaan lämmönpitävyyttä mahdollisuuksien mukaan.

Luettelo B; teknisten järjestelmien vaatimukset

- 1) Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. (LTO:n vuosihyötysuhde on vähintään 45 %).
- 2) Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- 3) Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- 4) Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- 5) Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta parannetaan laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä mahdollisuuksien mukaan, ei saa yleensä heikentyä.
- 6) Vesi- ja/tai viemärijärjestelmien uusiminen: Kuten uudisrakentamisessa.

Luettelo C; energiankulutus rakennusluokittain

- 1) Pientalo  
-energiankulutus:  $\leq 180$  kWh/m<sup>2</sup>
- 2) Asuinkerrostalo  
-energiankulutus:  $\leq 130$  kWh/m<sup>2</sup>
- 3) Toimisto  
-energiankulutus:  $\leq 145$  kWh/m<sup>2</sup>
- 4) Opetusrakennus  
-energiankulutus:  $\leq 150$  kWh/m<sup>2</sup>
- 5) Päiväkoti  
-energiankulutus:  $\leq 150$  kWh/m<sup>2</sup>
- 6) Liikerakennus  
-energiankulutus:  $\leq 180$  kWh/m<sup>2</sup>
- 7) Majoitusliikerakennus  
-energiankulutus:  $\leq 180$  kWh/m<sup>2</sup>
- 8) Liikuntahalli pois lukien jää ja uimahallit  
-energiankulutus:  $\leq 170$  kWh/m<sup>2</sup>
- 9) Sairaala  
-energiankulutus:  $\leq 370$  kWh/m<sup>2</sup>
- 10) Muut rakennukset  
- sovelletaan luetteloita A ja B

Luettelo D; E-luku, kWh/m<sup>2</sup>, rakennusluokittain

- 1) Pientalo  
-E-vaadittu  $\leq 0,8$  x E-laskettu
- 2) Asuinkerrostalo  
-E-vaadittu  $\leq 0,85$  x E-laskettu
- 3) Toimisto  
-E-vaadittu  $\leq 0,7$  x E-laskettu
- 4) Opetusrakennus  
-E-vaadittu  $\leq 0,8$  x E-laskettu
- 5) Päiväkoti  
-E-vaadittu  $\leq 0,8$  x E-laskettu
- 6) Liikerakennus  
-E-vaadittu  $\leq 0,7$  x E-laskettu
- 7) Majoitusliikerakennus  
-E-vaadittu  $\leq 0,7$  x E-laskettu
- 8) Liikuntahalli pois lukien jää ja uimahallit  
-E-vaadittu  $\leq 0,8$  x E-laskettu
- 9) Sairaala  
-E-vaadittu  $\leq 0,8$  x E-laskettu
- 10) Muut rakennukset  
-sovelletaan luetteloita A ja B

KUVA 3. Energiatohokkuus- ja teknisten järjestelmien vaatimukset (Luonnos. 2012, 2)

Ensimmäisenä vaihtoehtona (A) on parantaa peruskorjattavien, uudistettavien ja uusien rakennusosien lämmönpitävyyttä vaatimusten mukaisiin arvoihin. Toinen vaihtoehto (C) on noudattaa asetettua rakennustyyppin mukaista vaatimusta, jonka lukuarvo, kWh/m<sup>2</sup>/vuosi, on enintään vaatimusten mukainen. Tällöin tase-

rajana käytetään standardikäytöllä laskettua rakennuksen energiankulutusta. Kolmantena vaihtoehtona (D) on laskea kokonaisenergiankulutus E-lukuna ja pienentää sitä vaatimusten mukaisesti. Teknisten järjestelmien vaatimuksia (B) noudatetaan silloin, kun niitä uudistetaan, uusitaan tai asennetaan kokonaan uusia, riippumatta valitusta vaihtoehdosta. Vaihtoehtojen C ja D yhteydessä on tehtävä erillinen suunnitelma rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta rakennuksen korjausten yhteisvaikutuksena. Tällöin on myös esitettävä energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden kokonaisvaikutus, jota ei kuitenkaan tarvitse arvioida erikseen, jos hankkeessa noudatetaan rakennusosakohtaisia ja teknisten järjestelmien vaatimuksia tai energiatehokkuuden parantamisen vaikutus on vähäinen. (Perustelumuistio. 2013, 22; Ympäristöministeriön asetus 2013, 2–4.)

Rakennukseen tehtävien toimenpiteiden tulee olla mahdollisia teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti, ja ne tulee tehdä muutenkin tehtävien korjausten ja uusimisten yhteydessä. Teknisesti toteutettavalla tarkoitetaan ratkaisua, joka on suunniteltu ja toteutettu niin, että olennaiset tekniset vaatimukset eivät heikkene. Olennaisia vaatimuksia ovat muun muassa kosteustekniset, äänitekniset ja palotekniset vaatimukset. Toiminnallisesti toteutetun ratkaisun seurauksena rakennuksen tai sen osan käyttäminen aiottuun käyttötarkoitukseensa ei merkittävästi heikkene alkuperäiseen ratkaisuun verrattuna. Taloudellisesti toteutettavalla ratkaisulla puolestaan tarkoitetaan kustannustehokkaasti toteutettavissa olevaa ratkaisua. (Perustelumuistio. 2013, 27–28; Tekninen perustelumuistio. 2012, 5.)

## **2.2 Energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet**

Rakennusta korjattaessa energiatehokkuudelle asetetaan vähimmäisvaatimuksia, jotka voivat koskea koko korjattua rakennusta, korjattua järjestelmää tai niiden osia. Tavoitteena tulee olla, että yhtään merkittävää korjausta ei tehdä ilman energiatehokkuuden parantamista tai edes arvioida mahdollisuuksia sen merkittävään parantamiseen. Tässä luvussa esitellään energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä yleispiirteisesti ja keskitytään kohteessa oleviin ratkaisuihin esimerkiksi ilmanvaihdon ja alapohjarakenteen osilta. (Lommi 2010, 88.)

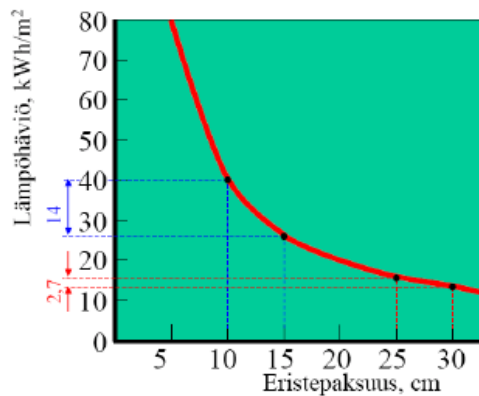
### 2.2.1 Rakennuksen vaipan lisäeristäminen

Lisäeristäminen on vaipan eristämisen parantamisen pääkeino. Siinä otetaan energiatehokkuuden lisäksi huomioon rakenteiden rakennusfysikaalinen toiminta. Lämmöneristeitä lisätessä on tärkeää tutkia myös mahdollisuudet parantaa rakennuksen ilmatiiveyttä. (Kaukomarkkinat Oy. 2012.)

Yläpohjan lisälämmöneristäminen on yksi helpoimmista ja edullisimmista keinoista parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Lisäeristäminen yleensä muuttaa yläpohjarakenteen ja vesikaton lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa, joiden tarkoituksena on eristää lämpöä ja estää sisäilman kosteuden siirtyminen kattorakenteisiin. Lisäeristäminen on kannattavaa tehdä ulkopuolelta, koska näin ollen se vaikuttaa myönteisesti vanhan rakenteen kosteustekniseen toimintaan. Lämmöneristettä lisätessä on uusi yläpohjarakenne saatava myös ilmatiiviiksi. (RT 83–10662. 1998, 2; Hemgren – Wannfors 2003, 141; Lommi 2011, 97; Perälä 2013.)

Lisälämmöneristäminen alentaa tuuletustilan lämpötilaa, jolloin kosteus tiivistyy ja homeen kasvu lisääntyy. Tämän vuoksi katon lämmöneristeen ja vesikatteen välisen tilan täytyy olla vapaasti tuulettuva, jotta rakenne pääsee kuivumaan vapaasti. Lisäeristys ei saa heikentää tuuletusilman virtausta katon reuna-alueilta yläpohjatilaan. Muutoin ilman poistuminen on varmistettava esimerkiksi päätyihin asennettavien tuuletussäleikköjen kautta. (Lommi 2011, 97; Perälä 2013.)

Ulkoseinillä on merkittävä osuus rakennuksen lämpöhäviöistä, koska ne muodostavat vaipasta suurimman osan. Lämpöhäviöt pienenevät sitä enemmän, mitä paksumpi lisäeristekerros on (kuva 4). Ulkoseinien lisälämmöneristys voidaan tehdä joko sisä- tai ulkopuolelta tapauskohtaisesti harkiten. Eristeen sijoituspuoli riippuu yleensä siitä, onko ulkovuori tai seinien sisäpintojen levytys uusimisen tarpeessa. Vaihtoehtoisesti seinärakenteen huonokuntoinen vanha eriste voidaan korvata uudella, nykyaikaisemmalla eristeellä lisäeristämisen yhteydessä. (Holopainen – Hekkanen – Hemmilä – Norvasuo 2007, 21–25; Lommi 2010, 104–105.)



Lisäeristykseen synnyttämät säästöt pienenevät oleellisesti eristyksen paksuuden mukana:

**EQUA.**  
SIMULATION TECHNOLOGY GROUP

- Lisäys 10->15 cm säästää 14 kWh/seinä m<sup>2</sup>
- Lisäys 25->30 cm säästää vain 2,7 kWh/seinä m<sup>2</sup>

#### KUVA 4. Lämmöneristyksen paksuuden vaikutus seinän lämpöhäviöön (Perälä 2013)

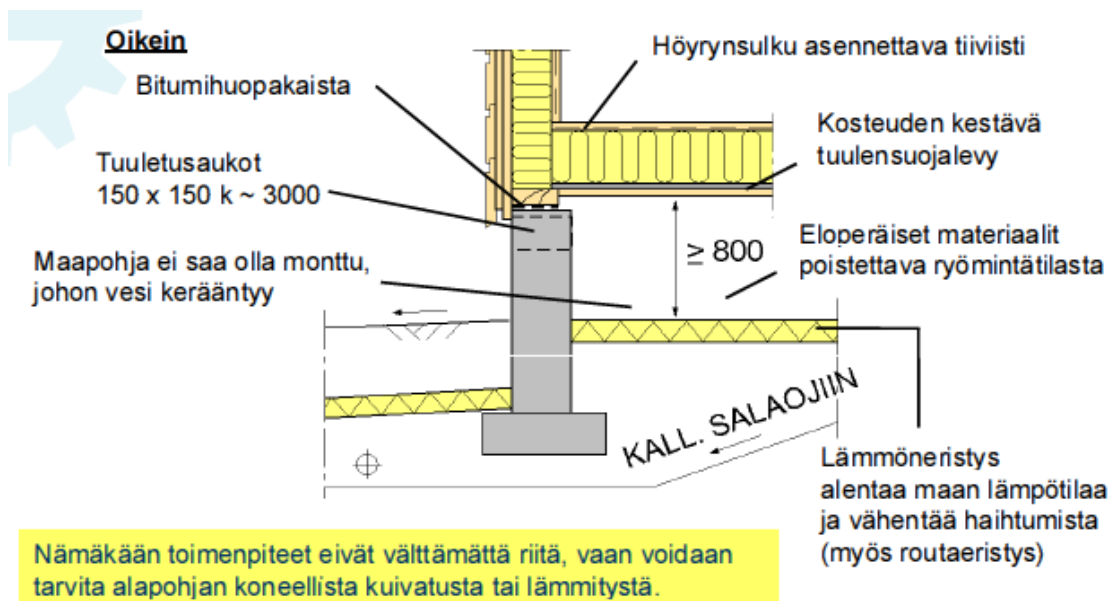
Julkisivukorjauksen yhteydessä tehtävä lisäeristys sijoitetaan rungon ulkopuolelle. Tällöin vanha runkorakenne jää lämpimäksi, seinän kosteustekninen toiminta parantuu ja uutta höyrynsulkua ei yleensä tarvita. Eristekerros kuitenkin paksuuntuu ulospäin, jolloin rakennuksen ala kasvaa ja ulkonäkö muuttuu. Tällöin on selvitettävä lupa-asiat rakennusvalvontavirastossa. Jos vanhassa rakenteessa on vinolaudoitus, on sen ylä- ja alareunat tilkittävä umpeen ennen lisäeristeen kiinnittämistä, jotta lämpö ei haihtuisi seinärakenteen välistä. (Lommi 2010, 104–105; Niskala 1992, 50.)

Lisäeristys voidaan asentaa rakenteen sisäpintaan, ellei ulkoverhouksen uusiminen ole tarpeen tai mahdollista. Uuden höyrynsulun tarve riippuu muun muassa vanhan rakenteen höyrytiivyydestä, lisäeristepaksuudesta ja lämmöneristävyydestä sekä rakennuksen maantieteellisestä sijainnista. Vanhasta rakenteesta on poistettava vesihöyrytiivit kerrokset riippumatta siitä, tapahtuuko lisäeristys ilman sisäpuolista höyrynsulkua vai uudella vesihöyrytiivillä kerroksella. Käytettäessä mineraali- tai kuituvillaa lisäeristeenä höyrynsulku tarvitaan aina, kun lisäeristeen paksuus on vähintään 50 mm. (Lommi 2010, 104–105; Niskala 1992, 50–52.)

Kumpaankin lisäeristykseen sijoitusvaihtoehtoon liittyy etuja ja riskejä, joiden perusteella on tehtävä ratkaisu tapauskohtaisesti harkiten. Kustannuksiltaan hal-

vempi ratkaisu on sisäpuolinen lisäeristys, mutta sen yhteydessä on kuitenkin otettava huomioon mahdollisten lämmityspatterien ja -putkistojen sekä sähköasennusten siirtämisestä aiheutuvat lisätyöt. Sisäpuolisessa lisälämmöneristämässä riskiksi saattaa muodostua sen paksuus. Liian tehokas lisäeristys pudottaa vanhan rakenteen lämpötilaa, jolloin sen sisäpintaan voi mahdollisesti tiivistyä kosteutta talvella. Ulkopuolisen lisäeristyksen vaurioituminen on puolestaan seurausta ennenaikaisesta lisäeristykseen ryhtymisestä, jolloin ei ole odotettu rakennuskosteuden poistumista vanhasta rakenteesta. Kuitenkin sijoittamalla lisäeristys ulkopuolelle saadaan eristetyksi myös välipohjien ja -seinien kohdat, jolloin eristykseen yleensä jäävät kylmäsilat voidaan minimoida. Lisäeristämisestä aiheutuva työ ei häiritse asumista, eikä pienennä asunnon pinta-alaa, kuten sisäpuolinen eristäminen. Ulkopuolisen eristämisen heikkoutena ovat kuitenkin useimmiten haitalliset ulkonäkövaatimukset. (Lommi 2010, 93; Niskala 1992, 60–63.)

Rossipohjainen alapohja on toiminnaltaan haastava. Tämän vuoksi alapohjan ilmatilan tulee olla hyvin tuulettuva, eikä sen lämpötila saa olla ulkoilman lämpötilaa ratkaisevasti alhaisempi. Sisä- ja ulkolämpötilojen suuresta erosta voi muodostua riski, jos lämmöneristystä lisätään liiaksi rossipohjaan. Lisäeristyksen yhteydessä tulee ottaa huomioon alapohjan ilmatiiviys, ryömintätilan tuuletus kesällä sekä maapohjan lämmöneristys. Kun nämä asiat on toteutettu huolella, ne ehkäisevät myös talvella alipaineen vuoksi sisätiloihin pyrkiviä homeita. Rossipohjaisen alapohjan lisäeristys tapahtuu lisäämällä rakenteen ulkopuolelle lämmöneristekerroksia tai vaihtamalla olemassa oleva eriste uuteen, paremmin eristävään vaihtoehtoon. Eristeen vaihto on suositeltavaa silloin, kun vanha eriste on painunut aiheuttaen vedon tunnetta lattialaudoituksen ja eristeen välissä vapaasti virtaavan kylmän ilman vuoksi. Uuden tai vaihdetun eristekerroksen päälle tulee asentaa tiivis ilman- tai höyrynsulkukerros. Alapohjan sisäpuolinen lisäeristys ei ole kannattavaa, eikä edes usein mahdollista. Kuvassa 5 on esitetty hyvin toteutettu alapohja. (Holopainen – Hekkanen – Hemmilä – Norvasuo 2007, 21–25; Lommi 2010, 104; Lommi 2011, 93; Perälä 2013.)



KUVA 5. Oikein toteutettu tuulettuva alapohja (Perälä 2013)

## 2.2.2 Ikkunoiden ja ovien energiatehokkuus

Ikkunoiden päätehtäviä ovat valon tuominen sisätiloihin ja mahdollinen tuuletaminen. Päätehtävien lisäksi ikkunan tulee eristää lämpöä ja ääntä sekä pitää sadetta ja ilmaa. Koska nämä ominaisuudet on vaikea täyttää samanaikaisesti, ikkunat ovat usein vaipan huonoimmin lämpöä eristävä rakennusosa. Näin ollen ikkunoiden energiatehokkuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Eristävyyden lisäksi ikkunoiden kautta saadaan rakennukseen auringon säteilyä, joka pienentää valaistukseen ja lämmitykseen tarvittavaa energiaa. (Hemmilä – Saarni 2001, 18; Ikkunoiden energiatehokkuus. 2012. )

Yksinkertaisin ja kustannustehokkain tapa ikkunan energiatehokkuuden parantamiseksi on niiden tiivistäminen. Lämmön- ja ääneneristävyys sekä asumismukavuus paranevat, kun puutteellisen tiivistyksen aiheuttama vedontunne, kosteuden tiivistyminen ja mahdolliset pinnoitevauriot poistuvat. Ikkuna toimii oikein, kun sisäpuite on tiivis ja lasien välinen tila pääsee tuulettumaan ulospäin. Oikein toimivaan ikkunaan ei myöskään synny huurtumista, mikä johtuu monista tekijöistä, kuten ikkunapinnan kylmyydestä, ilmanvaihdon puutteellisuudesta, sisäpuiteen tiivisteiden huonokuntoisuudesta tai uloimman puitteen liian hyvästä tiiveydestä. (Ikkunoiden energiatehokkuus. 2012; Hekkanen – Santalo 2001, 107–108; Hemmilä – Saarni 2001, 42; Niskala 1992, 73–74.)



Tiivistämistä parempi tulos saavutetaan kuitenkin vaihtamalla ikkunat kokonaan uusiin eristävimpiin malleihin tai uusimalla ikkunat osittain joko asentamalla etuikkuna, vaihtamalla lahonneet ulkopuitteet uusiin tai vaihtamalla tavallisten lasien tilalle eristyslasit. Kun vanhat ikkunat ovat huonokuntoiset ja tarvitsevat toistuvaa huoltoa, edullisin ja tyypillisin tapa on vaihtaa ikkunat uusiin, energiatehokkaampiin malleihin. Jos ikkunat ovat osiltaan ja toiminnaltaan hyväkuntoiset ja ainoa ongelma on lämmöneristävyys, sisäpuitteen lasin vaihtaminen eristyslasiksi on hyvä vaihtoehto. Eristävyyden parantumisen lisäksi lisälasi vähentää huurtumisvaaraa ja pidentää ikkunan käyttöikä. Kun ikkunoita uusitaan ja niiden tiiveys parantuu, tulee kiinnittää erityistä huomiota rakennuksen ilmanvaihdon tehokkuuteen. Korvausilman saanti tulee varmistaa esimerkiksi ulkoilmaventtiileillä, rakoventtiileillä tai tuloilmaikkunoilla. (Ikkunoiden energiatehokkuus. 2012; Hemmilä – Saarni 2001, 47–49, 60; Niskala 1992, 76.)

Kustannustehokkain tapa parantaa nykyisen kunnossa olevan ulko-oven lämmöneristyskykyä ja toimintaa on oven ja sitä ympäröivien seinärakenteiden väliin tiivistys. Heikkokuntoiset tiivisteet aiheuttavat vedontunnetta ja turhaa energiankulutusta. Eristävä ulko-ovirakenne tulisi aina sijoittaa lämpöteknisesti samaan tasoon ulkoseinän muun eristekerroksen kanssa. Lähtökohtana tulee kuitenkin pitää sitä, että eristevyöhykkeen alue ei saa jäädä kokonaan oven karmirakenteen ulkopuolelle. Tällöin on olemassa niin sanotun pielivuodon vaara. Huonokuntoinen ulko-ovi on kannattavaa vaihtaa uuteen energiatehokkaan oveen. Yleisimpiä syitä oven huonokuntoisuuteen ovat muun muassa teknisen toiminnan puutteet, heikko lämmöneristävyys ja tiivistämisen epätodennäköinen onnistuminen. (Leinos 1988, 50–51, 76–77; Niskala 1992, 84.)

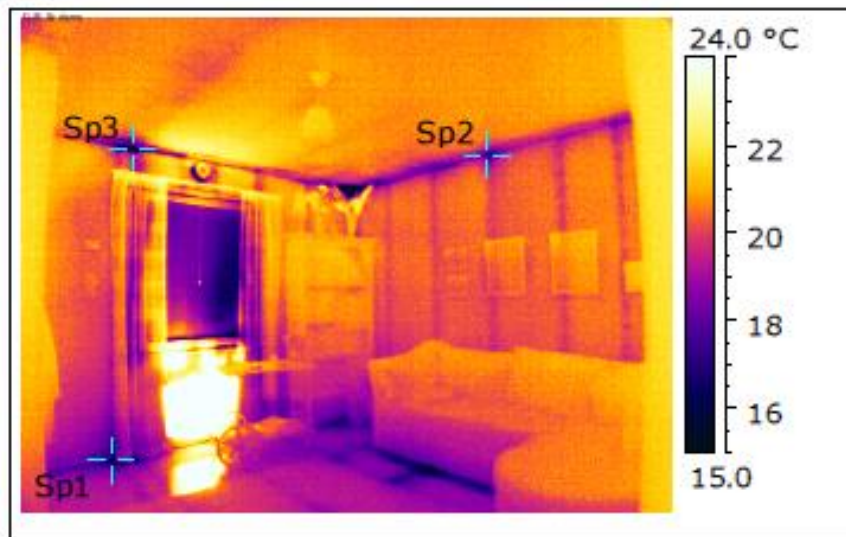
### **2.2.3 Tiiveys ja ilmanpitävyys**

Ilmanpitävyys on yksi suurimmista tekijöistä energiankulutuksen pienentämisessä ja tehokkuuden lisäämisessä. On todettu, että vanhan talon tavanomainen tiiveystaso hukkaa liki 30 % lämmitysenergiasta. Oleellisin tekijä hyvän ilmanpitävyyden saavuttamisessa on huolellinen saumojen ja liitosten tiivistäminen, koska ilmanpitävyys vaikuttaa sekä lämmityksen energian tarpeeseen että rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen ja epäpuhtauksien kulkeutumiseen

rakenteesta sisätiloihin. Tiiveyttä parannettaessa tulee kiinnittää huomiota myös ilmanvaihdon tehokkuuden lisäämiseen ja tilakohtaiseen ohjattavuuteen. (Lommi 2010, 94, 98–99; Perälä 2013; Vanhan talon energiaopas. 2013.)

Yleensä pahimmat vuotokohdat sijaitsevat seinien liittymissä ylä- ja alapohjaan. Muita ongelmakohtia ovat muun muassa ikkuna-aukkojen alapuolet, eristeisiin jääneet harvat kohdat sekä huonosti tehdyt läpiviennit. Ilmanpitävyys paranee korjaamalla eristevauriot ja varmistamalla ilmansulkukerroksen yhtenäisyys ja saumojen tiiveys. Tällöin tulee muistaa myös huolellinen läpivientien tiivistys. Vuotokohdat paikannetaan joko lämpökamerakuvauksella tai tiiveysmittauksella. (Isosaari 2012, 48–49; Lommi 2010, 99; Perälä 2013.)

Lämpö- eli infrapunakamera mittaa pintalämpötilojen eroja, jolloin se vastaanottaa lämpösäteilyä ja muuntaa sen ihmisen silmälle näkyväksi. Kuvaus perustuu siihen että luonnossa kaikki, minkä lämpötila on yli absoluuttisen nolapisteen (-273 °C) lähettää lämpösäteilyä. Tällä menetelmällä saadaan paljastettua rakenteita rikkomatta rakennuksen laatu ja vaipan ilmavuodot, joista energia virtaa hukkaan. Kuvasta 6 nähdään otos lämpökameran kuvasta, josta käyvät ilmi kylmät ja lämpimät rakenteen osat. (Isosaari 2012, 46, 48.)



*KUVA 6. Lämpökamerakuvan osoittamat vuotokohdat (Perälä 2013)*

Rakennuksen ilmatiiviys mitataan painekokeella tietokoneohjatulla laitteistolla. Mittauslaitteisto asennetaan yleensä rakennuksen ulko-oveen ja kaikki ilman-

vaihtokanavat tiivistetään teippaamalla. Mittaus suoritetaan laitteiston puhaltimen läpi kulkevasta ilmapirrasta 50 Pa:n paine-erolla, jolloin saadaan laskettua ilmanvuotoluku  $n_{50}$ , joka kuvaa vaipan ilmanpitävyyttä. Oletusarvona käytetään yleensä arvoa 4,0 1/h. Muita arvoja voidaan käyttää vain kun tiiveys on todennettu mittaamalla. Hyvänä arvona voidaan pitää arvoa, joka on alle 1,0 1/h. (Lommi 2010, 98; Perälä 2013.)

## **2.2.4 Ilmanvaihto ja lämmitys**

Ilmanvaihdon energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa järjestelmän tarpeenmukaisella käytöllä ja oikeilla säädöillä. Energian kulutusta voidaan yksinkertaisimmillaan pienentää säätämällä tulo- ja poistoilmaventtiileitä. Tehokkaampi energiankulutuksen pienentyminen saadaan perussäädöllä, eli ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan saattamisella suunnitelmien mukaiselle tasolle. Merkittävin keino vaikuttaa ilmanvaihdon energiatehokkuuteen on lisätä ilmanvaihtojärjestelmään lämmöntalteenotto. Hallitun ilmanvaihdon ja lämmöntalteenoton edellytyksenä on rakennuksen ulkovaipan, ikkunoiden ja ovien ilmanpitävyys. (Energiatehokas ilmanvaihto 2010; Hekkanen – Santalo 2001, 108; Holopainen – Hekkanen – Hemmilä – Norvasuo 2007, 52, 56.)

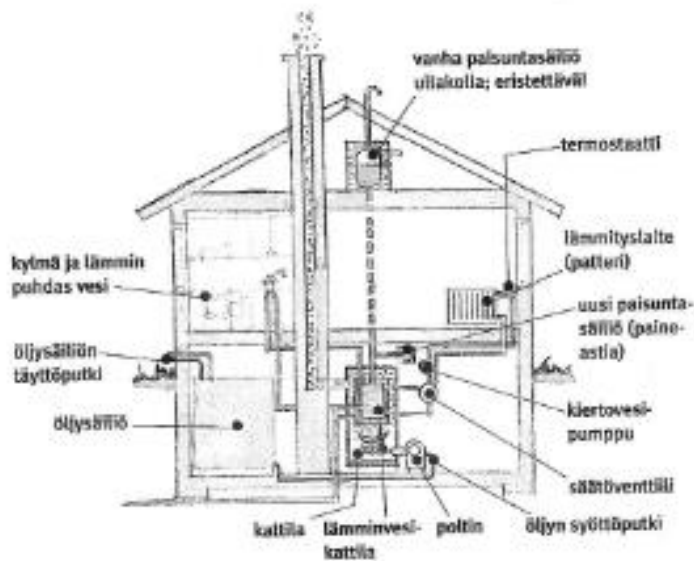
Painovoimainen ilmanvaihto perustuu tuulen vaikutukseen sekä lämpötilaeroista syntyneisiin tiheyseroihin ulko- ja sisäilman välillä. Koska nykyaikaisen rakennuksen vaippa on tiivis, on korvausilman saaminen sisätiloihin varmistettava. Yleensä korvausilma otetaan ikkunoista tai erillisistä raitisilmaventtiileistä. Poistoilma johdetaan ulos jokaisesta huoneesta erillistä kanavaa pitkin vesikaton yläpuolelle. Ilmanvaihtoa voidaan tehostaa tarpeen vaatiessa asentamalla esimerkiksi keittiöön ja kylpyhuoneeseen koneellisia poistopuhaltimia, jotka edesauttavat muun muassa kosteuden poistumista rakenteista. Koneellisessa poistossa ilma poistetaan joko poistopuhaltimella tai huippuimurilla. (Hekkanen – Santalo 2001, 84–86.)

Painovoimaisen ilmanvaihdon sekä koneellisen poiston heikkous on se, että ne toimivat huonosti lämpiminä vuodenaikoina. Järjestelmät ovat hallitsemattomia, niiden säätömahdollisuudet ovat huonot ja poistoilmasta ei voida ottaa lämpöä talteen. Painovoimainen ilmanvaihto on kuitenkin usein kunnostettavissa. Ikku-

narakenteet voidaan varustaa säädettävillä raitisilmakanavilla tai rakenteeksi valitaan tuloilmaikkuna, jossa ilma lämpenee lasien välitilassa ennen huonetilaan virtaamista. Vaihtoehtoisesti seinälle voidaan asentaa raitisilmaventtiilit, jotka ovat joko säädettäviä tai ulkoilman lämpötilan mukaan automaattisesti säätyviä. Poistoilmahormien kunto tulee myös tarkastaa, koska viallinen tiilihormi ottaa poistoilman vuotopaikoista. Hormi voidaan tiivistää joko massauksella tai erillisellä sisäputkella. (Hekkanen – Santalo 2001, 85–86; Lommi 2011, 105.)

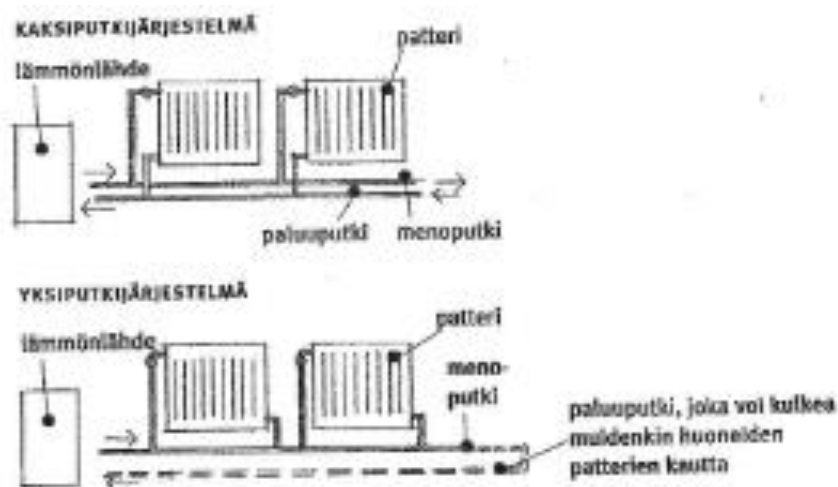
Rakennuksen rakenneratkaisut, tiiveys, materiaalien valinta ja talotekniikka vaikuttavat lämmitysjärjestelmän valintaan, toimintaan ja sen tuottaman energiankulutuksen suuruuteen. Kun muut energiatehokkaat ratkaisut toimivat, voidaan oikealla lämmitysmuodolla parantaa energiatehokkuutta huomattavasti. Jo olemassa olevan lämmönjakojärjestelmän uusiminen tai energiamuodon vaihtaminen eivät välttämättä ole kannattavia, vaan usein rakennuksen vanhaa lämmitysjärjestelmää voidaan pienin kustannuksin kunnostaa ja täydentää siten, että energiatehokkuus ja taloudellisuus kohenevat. Esimerkiksi rakennuksen päälämmitysmuodon tukena voidaan käyttää muita tukilämmitysjärjestelmiä, kuten ilmalämpöpumppua, tulisijaa tai aurinkokeräimiä. (Holopainen – Hekkanen – Hemmilä – Norvasuo 2007, 32–42; Lommi 2011, 102; Vanhan talon energiaopas. 2013.)

Lämmitysjärjestelmien päätyyppejä ovat keskuslämmitys, suora sähkölämmitys ja ilma-lämpöjärjestelmät. Näiden lisäksi on olemassa suoraan toimivia lämmönlähteitä, kuten tulisijat, öljy- ja kaasukamiinat sekä sähkökäyttöiset lämpöpuhaltimet. Yleisin lämmitysjärjestelmätyyppi on vesikiertoinen keskuslämmitys, jonka lämmönlähteenä on esimerkiksi öljykattila (kuva 7).



KUVA 7. Keskuslämmitysjärjestelmän periaate (Hemgren – Wannfors, 305)

Vesikiertoisessa keskuslämmityksessä lämmin vesi jaetaan huoneissa oleviin lämpöpattereihin tai lattialämmityspotkiin putkiston välityksellä. Tämä järjestelmä voi olla joko yksi- tai kaksiputkijärjestelmä (kuva 8). Lämmönlähteestä riippumatta vesikiertoinen lämmönjako antaa hyvät mahdollisuudet täydentävien lämmöntuotantomuotojen käyttöön mahdollistaen modernitkin tavat tuottaa lämpöenergiaa. (Hemgren – Wannfors 2003, 305; Lommi 2011, 102; Vanhan talon energiaopas. 2013.)



KUVA 8. Kaksi- ja yksiputkijärjestelmien toimintaperiaatteet (Hemgren – Wannfors, 305)

Suomen pientaloista noin neljäsosa lämmitetään öljyllä. Tämä lämmitysmuoto on kuitenkin suurin uusittu lämmitysjärjestelmä, koska ne ovat usein käyttöikänsä loppupäässä ja ikääntyessään muodostavat suuren ympäristöriskin. Tämän vuoksi öljylämmitysjärjestelmä joutuu ottamaan rinnalleen ympäristön kannalta puhtaampia lämmitysvaihtoehtoja. (Lommi 2010, 101; Lommi 2011, 102; Vanhan talon energiaopas. 2013.)

Jos öljy- tai puu-öljy-yhdistelmäkattila on iältään alle 20-vuotias, se kannattaa saneerata ja rinnalle voidaan tuoda tukilämmitysjärjestelmä. Puunpolttomahdollisuus on jo sinänsä yksi täydentävä lämmitysjärjestelmävaihtoehto. Sen käyttö edellyttää kuitenkin tilaa vievää vesivaraajaa. Edullisin tapa tuottaa lisälämpöä on asentaa lämpöpumppu. Esimerkiksi ilmalämpöpumppu säästää omakotitalon lämmityskustannuksia noin 400–500 euroa vuodessa. Koska öljykattilan hyötysuhde kesäaikaisessa lämmityksessä on huono, kohenee kattilan ekologisuus ja hyötysuhde huomattavasti aurinkokeräimillä, jotka lämmittävät suurelta osin kesäaikaisen käyttöveden. (Kaukomarkkinat Oy. 2012; Lommi 2011, 102; Vanhan talon energiaopas. 2013.)

Vanha kattila, joka ei enää sovellu lämmityskäyttöön, voidaan korvata uudella lämmitysmuodolla. Yleisin öljylämmityksen korvaaja on maalämpöpumppu, jonka hyötysuhde on paras suurista kustannuksista huolimatta. Lämmöntuotannon osalta hyötysuhde on noin kolminkertainen ja lämpimän käyttöveden osalta noin 2,3-kertainen. Helpoin ja nopein vaihtoehto energiamuodon vaihtamiseksi on pellettipoltin, joka kuitenkin vaatii rakennusluvan. Mikäli alueella on kaukolämmön jakeluverkosto, on kaukolämpö varteenotettava vaihtoehto. (Kaukomarkkinat Oy. 2012; Vanhan talon energiaopas. 2013.)

Ilmalämpöpumppu on nopea ja kustannustehokas tapa säästää lämmityskuluissa öljy- ja sähkölämmityksen rinnalla. Pumpun energiatehokkuus ilmaistaan COP-kertoimella, joka kertoo kuinka tehokkaasti kulutettu sähköenergia muuttuu lämpöenergiaksi. Esimerkiksi kertoimen ollessa 3,2, yksi kilowatti sähköä tuottaa 3,2 kilowattia lämpöä. Ilmalämpöpumppu hyödyntää ulkoilmaa energia-varastona eli se siirtää lämpöenergiaa ulkoilmasta sisätilaan. Teho on korkeimmillaan kun ulko- ja sisäilman välinen lämpötilaero on pieni. Kun lämpötila las-

kee pakkasen puolelle, lämmöntuotanto pienenee nopeasti ja kokonaisteho laskee. Tällöin tarvitaan ilmapumpun rinnalle aina päälämmitysjärjestelmä. (Isosaari 2012, 83, 85–86; Kaukomarkkinat Oy. 2012.)

Rakennuksen tilojen kesäaikaisen ylikuumenemisen estämiseksi käytetään erilaisia rakenteellisia ja passiivisia keinoja sekä öisin tehostettua ilmanvaihtoa. Näillä keinoilla voidaan hallita tilojen lämpötilaoloja ja näin ennaltaehkäistä ylikuumenemistä. Edullisimpia ja tehokkaimpia keinoja poistaa ylikuumenemistä ovat riittävän kokoiset tuuletusikkunat ja läpivirtaustuuletus. Auringonpaisteen sisääntuloa voidaan rajoittaa ikkunoiden koolla, auringonsuojalaseilla sekä rakenteellisella auringonsuojauksella, joka voi kuitenkin olla hankala toteuttaa jo olemassa olevaan rakennukseen jälkeenpäin. Rakenteellisen suojauksen keinoja ovat suuret räystäät, ulkopuoliset sälerakenteet, ikkunaa varjostavat parvekkeet, lipat, sälekaihtimet ja markiisit. Myös koneellinen jäähdytys on yksi vaihtoehto, vaikka se ei välttämättä ole paras ratkaisu energiansäästötavoitteiden kannalta. Ympäristöystävällisiä ratkaisuja ovat rakennusta ympäröivät puut ja muut istutukset, jotka avittavat ylikuumenemisen ehkäisemisessä. (Isosaari 2012, 51–52, 55; Perälä 2013.)

### 3 KOHDE

Vuonna 1969 rakennettu kohde sijaitsee Haapajärvellä Jokelassa. Kohde on alaltaan 139 m<sup>2</sup>:n suuruinen yksikerroksinen omakotitalo, joka toimii viikonloppu- ja mökkikäytössä lähinnä kesäisin. Rakennuksen kantavat rakenteet ovat puuta, eristeenä on mineraalivilla. Julkisivut ovat kokonaan vaakaneloitua puuta. Rakennuksen vesikatto on huopakatteinen harjakatto ja alapohjana toimii hyvin tuulettuva rossipohja. Kaikki ulko-ovet ja ikkunat ovat alkuperäisiä. Ulko-ovet ovat umpipuuta ja ikkunat kaksilasisia. Rakennuksessa olevat sauna ja pesuhuone eivät ole merkittävässä käytössä ulkosaunan suuren käytön vuoksi. (Katvala 2012.)

Omakotitalon päälämmitysmuoto on vesikiertoinen keskuslämmitys, jonka lämmönlähteenä on puu-öljy-yhdistelmäkattila. Tämä menetelmä toimii vesikiertoisten patterien veden lämmittäjänä ja sillä lämmitetään myös rakennuksen käyttövesi. Rakennukseen tulee myös sähkö, jota käytetään pääasiassa valaistuksessa. Omakotitaloon on asennettu ilmalämpöpumppu, jonka vuoksi öljylämmityksen tarve on vähentynyt. Näiden lisäksi rakennuksessa ovat leivinuuni ja puuhella, joista ensimmäiseksi mainittu ei kuitenkaan ole käytössä. (Katvala 2012.)

Rakennuksessa ei ole ilmanvaihtolaitteistoa, jolloin ilman vaihtuminen on painovoimaista. Kellarissa on kaksi tuloilma-aukkoa, jotka vaikuttavat kellarin parempaan ilmanvaihtumiseen. (Katvala 2012.)

#### 3.1 Korjaushistoria

Kohde on lähes kokonaan alkuperäisessä kunnossaan lukuun ottamatta muutamia yksinkertaisia korjaustoimenpiteitä. Rakennuksen yläpohjaan on tehty lisälämmöneristys 119 m<sup>2</sup>:n alueelle syksyllä 2012. Lisäeristys toteutettiin 35 cm paksulla puhallusvillakerroksella, joka asennettiin suoraan vanhan ja kuivan purueristeen päälle. Vesikate on uusittu kokonaan kesällä 2012. Kaikkiin rakennuksen ikkunoihin saunaa ja pesuhuonetta lukuun ottamatta on asennettu uudet tiivisteet vähitellen vuosien kuluessa. Julkisivun vaakaneloinnin alaosa, joka käsittää alueen julkisivun alareunasta räystäääseen saakka, on maalattu



vuonna 1985. Yläosa julkisivusta on maalattu vuonna 2012, jolloin on uusittu myös yläosan vaakalautoitus. Kohteeseen on asennettu ilmalämpöpumppu vuonna 2012. (Katvala 2012.)

### **3.2 Kuntoarvio**

Kuntoarviossa selvitetään rakennuksen kunto ja korjaustarpeet enimmäkseen aistinvaraisilla, kokemusperäisillä ja ainetta rikkomattomilla menetelmillä. Kuntoarviossa saatuja tuloksia voidaan käyttää kunnossapitosuunnitelman ja korjausohjelman lähtötietoina. (Tulla 2012.)

Kohteen kuntoarvio suoritettiin 23.10.2012 opinnäytetyön tekijän sekä kohteen omistajan kanssa. Kuntoarviossa keskityttiin erityisesti seinärakenteiden kuntoon ja tehtyjen havaintojen pohjalta laadittiin kirjallinen raportti (liite 1). Kuntoarviota tehdessä todettiin, että lisäksi on tehtävä kohteeseen lämpökamerakuvaus (liite 2), joka antaa tarkempaa tietoa mahdollisista tiiveysongelmista. Näiden menetelmien tulokset antavat pohjan kohteeseen tehtävälle korjaussuunnitelmalle.

## 4 KORJAUSSUUNNITELMA

Omistajan haastattelun, käyttäjien toiveiden ja kuntoarvion pohjalta tehdään korjaussuunnitelma, jota täydennetään tarvittaessa. Käyttäjien toiveena on pienentää energiankulutusta ja saada kohde perusparannettua mahdollisimman vähin toimenpitein. Luvussa 4 ei päädytä tiettyyn korjaussuunnitelmaan, vaan esitellään erilaisia korjausvaihtoehtoja ja niiden vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen.

### 4.1 Korjausrakentamisen energiamääräykset

Jos kohteen energiatehokkuutta parannetaan uusilla korjausrakentamisen energiamääräyksillä, tulee kaikki määräyksissä annettavat vaihtoehdot käydä läpi. Saatujen tulosten perusteella voidaan määrätä parhaan lopputuloksen antava ratkaisu, jonka tulee olla mahdollinen teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti arvioituna. Koska opinnäytetyön pituutta on rajattu, tarkastellaan tässä ratkaisuvaihtoehdossa toimenpidemahdollisuudet vain lämpöteknisesti.

#### 4.1.1 Vaihtoehto A

Vaihtoehdossa A parannetaan rakennusosakohtaisia vaatimuksia, jotka kohdistuvat ulkoseinään, ylä- ja alapohjaan sekä ikkunoihin ja oviin. Ulkoseinän alkuperäisen U-arvon eli lämmönläpäisykertoimen tulee pienentyä puolella, lopullisen arvon ollessa kuitenkin korkeintaan  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Näin varmistetaan hyvä seinän lämmöneristävyys. Myös yläpohjan U-arvon tulee pienentyä puolella tai vähintään arvoon  $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Alapohjan sekä vanhojen ikkunoiden ja ovien energiatehokkuutta ja lämmönpitävyyttä parannetaan mahdollisuuksien mukaan. Näitä rakennusosakohtaisia vaatimuksia määritettäessä voidaan energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden kokonaan tai osittain jättämistä tasoitaa tekemällä muut toteutettavissa olevat toimenpiteet ylittäen vaatimusten mukainen taso. (Ympäristöministeriön asetus 2013, 2.)

Kohteen rakenteiden lämmönläpäisykertoimet on laskettu Dof-Lämpö-ohjelmalla (liite 3). Tuloksia tarkasteltaessa tulee huomioida, että ulkoseiniä laskettaessa rakenteen ulkopinta on rajoitettu ulkoverhouksen takana olevaan tuuletusvä-

liin. Nykyisen ulkoseinärakenteen arvoksi on saatu  $0,386 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ylä- ja alapohjan arvot ovat  $0,098$  ja  $0,293 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Yläpohjan poikkeava U-arvo johtuu vastikään asennetusta lisäeristeestä. Saaduista arvoista nähdään, että kumpikaan seinän ja yläpohjan rakenneosista ei täytä sallittujen arvojen rajaa. Ulkoseinän arvon tulisi pienentyä arvoon  $0,193 \text{ W/m}^2\text{K}$  ja yläpohjan arvoon  $0,049 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Ulkoseinän lämmöneristävyyden ja U-arvon pienentämiseksi on rakenteelle esitetty kolme lisäeristysvaihtoehtoa (liite 4), joista kaksi on suunniteltu rungon ulkopuolelle ja yksi sisäpuolelle. Ulkoseinän sisäpuolinen lisäeristysratkaisu on toteutettu SPU:n polyuretaanituotteilla, joista on valittu käytettäväksi Vintti-lita ja Anselmi. Ratkaisu tuottaa arvon  $0,138 \text{ W/m}^2\text{K}$ , joka alittaa reilusti vertailukohteenä olevat sallitun U-arvon rajan ( $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) sekä vähimmäisarvon ( $0,193 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Ensimmäinen ulkopuolinen eristysratkaisuvaihtoehto on toteutettu Isoverin RKL-31 FACADE -tuotteella, joka tuottaa arvon  $0,161 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Saatu arvo alittaa kummatkin vertailuarvot. Toisessa ulkopuolisessa lisäeristysvaihtoehdossa on käytetty Paroc Renova n -tuulensuojaeristettä. U-arvoksi on saatu tällöin  $0,168 \text{ W/m}^2\text{K}$ , joka alittaa kummatkin vertailuarvot. Kaikista ratkaisuista voidaan todeta myös, että ne vähentävät huomattavasti lämpöhäviöitä eli lämmönjohtumista seinän läpi ensimmäiseen vaihtoehtoon verrattuna (liitteet 3 ja 4).

Yläpohjan nykyinen U-arvo on todella lähellä hyväksyttävää rajaa ( $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), jolloin voidaan katsoa, että ulkoseinän U-arvon huomattava parantaminen kompensoi yläpohjan parantamisen pois jättämistä. Alapohjan eristävyyttä ei ole syytä parantaa, koska muut rakenneratkaisut tuottavat hyvät tulokset ja sen energiatehokkuuden parantaminen on käytännössä vaativaa.

Ikkunoiden energiatehokkuutta on parannettu vaihtamalla vanhat tiivisteet uusiin. Ikkunoiden puitteiden ja karmien sekä karmien ja seinän välissä ei esiinny ilmavuotoja lukuun ottamatta pesuhuoneen ja saunan ikkunoita (liite 2). Tiivistämisen jälkeen ikkunoiden energiatehokkuutta voidaan parantaa vaihtamalla ne uusiin paremmin eristäviin vaihtoehtoihin tai lisäämällä nykyiseen ikkunaan lisä- tai eristyslasi. Ulko-ovien tehokkuutta voidaan parantaa tiivistämällä karmi-

en ja seinän väli. Lämpökuvista (liite 2) voidaan kuitenkin todeta, että itse ovet eristävät lämpöä heikosti, jolloin ne olisi syytä vaihtaa tehokkaammin eristäviksi. Tiivistyksiä uusittaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon se, että rakennuksen korvausilma tulee pääosin ikkunoiden ja ovien tiivistevuotojen kautta, jolloin tiivistystyö saattaa vaatia korvausilmaventtiilien asentamista ikkunoiden ja ovien yhteyteen.

#### **4.1.2 Vaihtoehto D**

Vaihtoehdossa D lasketaan rakennuksen alkuperäisiin ratkaisuihin ja standardikäyttöön perustuva kokonaisenergiankulutus eli E-luku (kWh/m<sup>2</sup>/vuosi). Pientalojen vaatimuksena on, että E-lukua pienennetään vähintään 0,8 x alkuperäiseen lukuarvoon nähden. (Ympäristöministeriön asetus 2013, 3, 24.)

Kohteen kokonaisenergiankulutus on laskettu LaMit:n Energiajunior-laskentaohjelmalla (liite 6). Syöttämällä ohjelmaan rakennuksen lähtöarvot voidaan selvittää muun muassa rakennuksen energiankulutus, lämpöhäviöt sekä energiatehokkuusluku- ja luokka. Ohjelmassa kohdetta tarkastellaan lämmitetyn nettoalan perusteella, jolloin tarkastelusta on jätetty pois kellari ja halkovaja. Ympäristöministeriön energiatodistukselle asettaman asetuksen perusteella rakennuksen osa on merkittävä vain, jos sen osuus lämmitetystä nettoalasta on vähintään 10 %. Tämän perusteella voidaan tarkastelusta jättää pois myös puoli- lämmin eteinen, koska sen ala on lämmitetystä nettoalasta vain 4 %. (Ympäristöministeriön asetus energiatodistuksesta 2013, 2.)

Energiajunior-laskentaohjelmalla saadun tuloksen perusteella kohteen nykyinen kokonaisenergiankulutus on 267 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi, jolloin rakennus kuuluu luokkaan D. Kun tätä arvoa pienennetään annetuilla ehdoilla, tulee E-luvun olla korkeintaan 213,6 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi. Tällöin arvo parantuu lähemmäs luokkaa A.

Kohteen energiankulutusta voidaan lämpötekniikan kannalta pienentää monin eri keinoin. Tiivistämällä liitteessä 2 esitetyt räikeimmät ilmavuodot, poistamalla ympäristöä kuormittava öljylämmitys ja lisäämällä rakennukseen iv-kone tulo- ja poistoilmalla saavutetaan jo huomattavaa säästöä. Tällöin rakennus kuuluu luokkaan C E-luvun ollessa 178 kWh/m<sup>2</sup> (liite 7). Tämä alittaa sallitun rajan

213,6 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi. Jos näiden toimenpiteiden lisäksi parannetaan ulkoseinien eristävyyttä SPU:n eristeillä, saavutetaan raja-arvon alittava tulos, 161 kWh/m<sup>2</sup> (liite 8), jolloin rakennus kuuluu luokkaan B. Vaikka kummallakin ratkaisuvaihtoehdolla saadaan vertailuarvon alittava tulos, on huomattava, että kumpikaan ratkaisu ei täytä tasauslaskelman suunnitteluratkaisun asettamia vaatimuksia sen läpäisemiseksi (liitteet 7 ja 8).

#### 4.1.3 Vaihtoehto C

Vaihtoehdolla C pienennetään rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta. Energiankulutuksella tarkoitetaan rakennuksen vuotuista lämmitykseen, jäähdytykseen ja sähkölaitteisiin kulutettua energiamäärää. Tähän ei kuitenkaan sisälly eri energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä. Asetuksen mukaan pientalon energiankulutusta tulisi parantaa vähintään arvoon 180 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi. (Ympäristöministeriön asetus 2013, 3, 35.)

Energiajunior-laskentaohjelmalla saatu nykyinen kohteen energiankulutus on 22 583 kWh/vuosi (liite 6). Energiatehokkuusluku (ET-luku) on tällöin 211 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi, mikä on noin 15 % yli sallitun (180 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi) rajan.

Energiankulutusjakaumasta huomataan, että suurin osa energiankulutuksesta (76 %) kuluu tilojen lämmitysenergiana (kuva 9). Tällöin huomiota tulisi kiinnittää lämmitysenergian tarpeen pienentämiseen.

12.3.2025 14:00 www.energiajunior.fi 

Energiatehokkuusluvun laskenta	
Lämmitysenergian kulutus	17 243 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	5 340 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	22 583 kWh/vuosi
<b>Rakennuksen energiatehokkuusluku</b>	<b>211 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>

KUVA 9. Kohteen energiankulutusjakauma (liite 6, 3)

Kun luvun 4 alaluvussa 4.1.2 annettuja ratkaisuvaihtoehtoja parannetaan ko-  
hentamalla ikkunoiden ja ovien lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot arvoihin 0,8  
W/m<sup>2</sup>K, saavutetaan raja-arvon alittava tulos (146 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi) energiankulu-  
tuksen ollessa 15 612 kWh/vuosi (liite 9). Tällöin ET-luku on pienentynyt 65  
kWh/m<sup>2</sup>/vuosi ja energiankulutus alentunut 6 971 kWh/vuosi. Kun ikkunoiden ja  
ovien U-arvoja parannetaan, myös tasauslaskelman vaatimukset täyttyvät. Saa-  
tu tulos ei kuitenkaan ole lopullinen, vaan sitä voidaan parantaa edelleen. Te-  
hokkaita toimenpiteitä tässä tapauksessa olisivat muun muassa alapohjan lisä-  
eristäminen ja aurinkokeräin.

#### **4.1.4 Teknisten järjestelmien vaatimukset**

Teknisten järjestelmien vaatimuksia on noudatettava sekä peruskorjauksessa,  
uudistamisessa että uusimisessa riippumatta valitusta vaihtoehdosta A, C tai D.  
Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen tulee olla vähintään 45 %. Koneellisen  
tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla korkeintaan 2,0  
kW/(m<sup>3</sup>/s) kun taas koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho kor-  
keintaan 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s). Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa puoles-  
taan olla enimmillään 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s). Lämmitysjärjestelmien vuosihyötysuhdetta  
tulee parantaa laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä mahdollisuuksi-  
en mukaisesti. Vastaavasti vesi- ja viemärijärjestelmien uusimiseen sovelletaan,  
mitä uudisrakentamisessa säädetään. (Ympäristöministeriön asetus 2013, 2-3,  
38.)

Kohteessa on tällä hetkellä painovoimainen ilmanvaihto. Luvun 4 alaluvuissa  
4.1.2 ja 4.1.3 kohteeseen on lisätty koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä,  
jonka ominaissähköteho on 1,4 kW/(m<sup>3</sup>/s). Tämä arvo on alle sallitun rajan (2,0  
kW/(m<sup>3</sup>/s)). Koneen vuosihyötysuhde on 75 %. Näiden uudistusten myötä tek-  
nisten järjestelmien vaatimukset paranevat merkittävästi entiseen verrattuna.

#### **4.2 Muut energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet**

Kohteen energiatehokkuutta voidaan parantaa myös muilla keinoin kuin korja-  
usrakentamisen energiamääräyksillä. Tällöin energiatehokkuuden parantamisel-  
le ei ole asetettu vaatimuksia, vaan sitä voidaan parantaa mahdollisuuksien

mukaan. Kuntoarvion (liite 1) perusteella voidaan todeta, että lämpötekniisesti tarkasteltuna huomiota tulisi kiinnittää erityisesti rakennuksen tiiveyteen, lämpöhäviöihin ja ilmanvaihtoon. Myös yhdistelmäkattila tulisi huomioida öljyn osalta.

Rakennusmääräyskokoelman osan D3, rakennusten energiatehokkuus, mukaan rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, että vuotokohtien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset eivät aiheuta haittaa rakennuksen energiatehokkuudelle, rakenteille tai käyttäjille. Lämpökameraraportissa (liite 2) on todettu ilmavuotoja, joihin tulisi määräysten mukaan kiinnittää erityistä huolellisuutta. Tämän perusteella rakennuksessa esiintyvät ilmavuodot tulisi korjata ainakin raportissa esitettyjen kohtien osalta, jolloin lämmitysenergian tarve vähenee. Rakennusta tiivistettäessä tulee kuitenkin huomioida se, että hyvän tiivistyksen seurauksena ilmanvaihdon ottama korvausilma rakenteiden läpi vähenee, jolloin sisäilma saattaa muuttua epäterveellisemmäksi. (D3. 2012, 10.)

Kuntoarvion perusteella todettiin, että pelkkä rakenteiden tiivistäminen ei takaisi riittävää lopputulosta. Rakennuksen lämpöhäviöt ovat ulkoseinien osalta tarpeettoman suuret (60,57 kWh/m<sup>2</sup>). Lämpöhäviöiden pienentämiseksi ulkoseinät voidaan lisäeristää. Luvun 4 alaluvussa 4.1.1 esitetyt kolme lisäeristysvaihtoehtoa alentavat kukin seinän lämpöhäviöitä noin 60 %. Tällöin ratkaisuvaihtoehdon valintakriteereiksi jäävät lisäeristyksen sijoituspuoli ja seinän paksuuden kasvaminen. Näiden lisäksi lisäeristetyn seinän lämmönläpäisykertoimen tulee olla korkeintaan 0,6 W/m<sup>2</sup>K. Ratkaisujen paksuudet ja lämmönläpäisykerroimet on esitetty liitteessä 4. (D3. 2012, 11.)

Ilmanvaihtoa parannettaessa voidaan valita monista vaihtoehdoista, koska rakennuksessa nykyisin oleva painovoimainen ilmanvaihto on vanha ja tehoton muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Muista ratkaisuista riippuen kohteeseen voidaan asentaa joko jäteilmän poistumista tehostava järjestelmä tai koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä. Poistojärjestelmässä korvausilma otetaan tuloilmaventtiileistä, kun tulo- ja poistoilmajärjestelmässä puolestaan korvausilman vaihtuminen tapahtuu koneellisesti. Jälkimmäiseen vaihtoehtoon voidaan myös halutessa liittää lämmöntalteenotto, joka osaltaan vähentää lämmitykseen käytettävää energiaa. (Isosaari 2012, 42.)

Koneellista ilmanvaihtoa asennettaessa tulee huomioida energiatehokkuus siten, että poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s) ja tulo- ja poistoilmajärjestelmän enintään 2,0 kW/(m<sup>3</sup>/s). Jos ilmanvaihdossa käytetään lämmöntalteenottoa, tulee lämpöä ottaa talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. Vastaavasti lämpöenergian tarpeen pienentyminen voidaan tehdä vaipan lämmöneristystä tai ilmanpitävyyttä parantamalla tai vähentää ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemää lämpömäärää muulla kuin poistoilman lämmöntalteenotolla. Lämpöenergian tarpeen pieneminen tulee osoittaa lämpöhäviöiden tasauslaskelmalla. (D3. 2012, 15.)

Vanha öljykattila on suuri ympäristöriski. Tämän vuoksi se ei ole paras mahdollinen vaihtoehto energiatehokkuuden kannalta ja sen korvaamista energiaystävällisemmällä vaihtoehdolla on harkittava. Kohteessa on puu-öljy-yhdistelmä-kattila, jonka rinnalla päälämmitysmuotoa tukemassa on ilmalämpöpumppu. Nykyinen ratkaisu on öljyn poistamisen osalta hyvä ratkaisu, jolloin kattila voidaan muuttaa kokonaan puupolttoiseksi ja säilyttää ilmalämpöpumppu lisälämmönlähteenä. Yleensä kattila vaatisi erillisen 300–500 litran vesivaraajan, mutta käyttöveden nykyisen kulutuksen mukaan jo nykyinen 50 litran säiliö on riittävä. Tähän vaikuttaa pihasaunassa lämmitettävä pesuvesi. Puukattilan ja lämpöpumpun lisäksi voidaan rakennukseen asentaa aurinkokeräin, jolloin käyttöveden lämmitys jäisi puukattilalle ja keräin toimisi päälämmitysmuotona.

Rakennusmääräyskokoelman osan D3 mukaan rakennusten kesäaikaista yllälämpenemistä tulee hillitä rakenteellisin ja passiivisin keinoin sekä käyttämällä yöllä tehostettua ilmanvaihtoa. Kohteen kesäaikaista yllälämpenemistä voidaan ehkäistä helposti asentamalla ikkunoihin sälekaihtimet ja lounaan puoleisten ikkunoiden ylle markiisit. Tällöin sisälle tuleva auringon suora lämpösäteily vähenee huomattavasti ja jäähtötyksen tarve vähenee. (D3. 2012, 9; Niskala 1992, 39.)

### **4.3 Kellari**

Käyttäjien mukaan rakennuksen luoteen puoleisessa päädyssä sijaitseva kellari on osoittautunut ongelmaksi. Kesällä sen sisälämpötila on huomattavan suuri ja



talvisin sisä- ja ulkolämpötiloilla ei ole suurtakaan eroa. Talvisin kellarin lämpötilat vaikuttavat myös sen kaakonpuoleisen seinän takana lämpimissä tiloissa sijaitseviin keittiön ruokakomeroihin alentaen niiden lämpötilaa. Käyttäjien erityisenä toiveena on parantaa kellarin ominaisuuksia siten, että sen käyttö olisi kannattavaa ja että se ei vaikuttaisi muuhun rakennuksen toimintaan.

Lämpökamerakuvauksessa ja kuntoarviossa todettiin, että kellarin sisäilman lämpötila on todella viileä, lämpötilan noustessa alapohjasta yläpohjaan päin tarkasteltaessa. Kaikista kylmimmät vaipan osat ovat maan alle 50 cm ulottuvat seinän osat sekä lattia kokonaispinta-alaltaan. Ulkoseinien eristeiden saumoista vuotaa kylmää ilmaa; yläosan EPS-eristeiden saumoista enemmän kuin alaosan kuitusementtilevyjen saumoista. Tuloilma on riittävää ulkoseinällä sijaitsevien kahden tuloilmakanavan vuoksi.

Kellarin seinärakenne on mallinnettu Dof-lämpö-ohjelmalla (liite 5). Ulkoseinän U-arvoksi saadaan  $0,736 \text{ W/m}^2\text{K}$  yläosan kohdalta ja  $1,333 \text{ W/m}^2\text{K}$  alaosan kohdalta. Yläosan seinärakenteen lämpöhäviö on  $115,58 \text{ kWh/m}^2$  ja alaosan  $209,37 \text{ kWh/m}^2$ .

Helppo tapa parantaa kellarin ominaisuuksia on vaihtaa sen sisäpuoliset eristykset uusiin paremmin eristäviin vaihtoehtoihin. Eristykseksi valittiin polyuretaanista valmistettu SPU:n Anselmi-eristyslevy, koska se sopii ominaisuuksiltaan kellaritilaan ja sillä on todella hyvät tiiveysominaisuudet sekä lämmönjohdavuuden suunnitteluarvo ( $\lambda_n = 0,023 \text{ W/K}$ ). 60 mm:n eristyslevyllä rakenteen uudeksi U-arvoksi saadaan  $0,393 \text{ W/m}^2\text{K}$ , joka on huomattavasti parempi kuin alkuperäiset arvot (liite 5). Uuden rakenteen lämpöhäviöt myös pienenevät eristeenvaihdon myötä 47–71 % uuden lämpöhäviölukeman ollessa  $61,691 \text{ kWh/m}^2$ .

Uusi eriste tulee asentaa vain seinärakenteen maanpäälliseen osaan, jolloin se estää lämpimämmän ilman kulkeutumista sisätiloihin kesäaikaan ja vastaavasti talvisin kylmän ilman pääsyä sisäänpäin antaen maasta kulkeutuvan kylmän ilman kuitenkin jäähdyttää kellaria, jolloin sen hyvä toiminta toteutuu.

## 5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tehtävänä oli tutkia, kuinka energiatehokkuutta voidaan parantaa suomalaisessa korjausrakentamisessa alan tämän hetkisten tietojen mukaisesti. Tavoitteena oli soveltaa koottua tietoa esimerkkikohteena toimivaan, Haapajärvellä sijaitsevaan omakotitaloon. Opinnäytetyössä esitettiin omakotitalon energiatehokkuuden parantamiseksi korjausehdotuksia, joita tarkasteltiin lähinnä lämpöteknisesti. Korjausehdotusten pohjaksi laadittiin kohteesta energiankulutuslaskelmat, rakennusosien U-arvo-laskelmat sekä kuntoarvio ja lämpökuvausraportti.

Korjausehdotuksia laadittaessa havaittiin, että jo pienillä toimenpiteillä voidaan kohentaa rakennuksen energiatehokkuutta. Huomattavaa parannusta tuottavat tulokset vaativat kuitenkin laajempia toimenpiteitä. Tuloksien perusteella voidaan toimenpiteiksi ehdottaa ilmapuotojen tiivistämistä, koneellisen poistojärjestelmän lisäämistä, ulko-ovien vaihtamista energiatehokkaammiksi sekä öljyn käytön vähentämistä lämmityksessä.

Noudattamalla korjausrakentamisen energiamääräyksiä saatiin parhaimmat tulokset. Parhaimmaksi ja helpoimmaksi toimenpidevaihtoehdoksi määräysten pohjalta voidaan todeta energiankulutuksen pienentäminen vaihtoehdolla D. Tällöin tulee kuitenkin kiinnittää huomiota lämpöhäviöiden pienentymiseen, joka osoitetaan tasauslaskelman avulla. Tämä vaatii edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi seinien lisäeristämistä, ikkunoiden vaihtamista energiatehokkaammiksi sekä ilmanvaihtojärjestelmän uusimista tulo- ja poistoilmajärjestelmäksi lämmöntalteenotolla varustettuna.

Laadittu raportti osoittaa, että energiatalouden ottaminen osaksi korjaussuunnittelua on kannattavaa, vaikkakin se vaatii paljon tietoa ja osaamista. Energiankulutukselle on asetettava konkreettiset tavoitteet, joiden vähimmäistaso annetaan ja toteutuminen osoitetaan määräyksin.

Opinnäytetyön rajatun aiheen ja aikataulujen johdosta työn tulokset eivät yksin riitä tarjoamaan valmiita ratkaisuja kohteen energiatehokkuuden parantamiseksi. Päätöksenteon tueksi vaaditaan kosteusteknisiä tarkasteluja sekä kustan-

nuslaskelmia, jotka pohjautuvat kokonaisenergiankulutuksen laskentaan. Optimituloksen varmistamiseksi ei riitä pelkästään energiatehokkaiden ratkaisujen esittäminen, vaan huomioon on syytä ottaa myös huolellinen rakennustapa sekä ympäristövaikutukset ja käyttäjien toiveet.

## LÄHTEET

Lämpökuvaustutkimukset. 2013. Clemac. Saatavissa: [www.clemac.fi](http://www.clemac.fi). Hakupäivä 28.3.2013.

D3. 2012. 2011. Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf). Hakupäivä 11.4.2013.

Energiatehokas ilmanvaihto. 2010. Motiva. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/3180/Energiatehokas\\_ilmanvaihto.pdf](http://www.motiva.fi/files/3180/Energiatehokas_ilmanvaihto.pdf). Hakupäivä 20.1.2013.

Hekkanen, Martti – Santalo, Maria 2001. Omakotitalon huoltokirja. 2., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Hemgren, Per – Wannfors, Henrik 2003. Pientalon käsikirja. Rakenteet, hoito ja korjaukset. Suom. Leena Kivivalli. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Hemmilä, Kari – Saarni, Risto 2001. Ikkunaremontti. Tampere: Kirjapaino Tammer-paino Oy.

Holopainen, Riikka – Hekkanen, Martti – Hemmilä, Kari – Norvasuo, Markku 2007. Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit. VTT. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2377.pdf>. Hakupäivä 19.1.2013

Ikkunoiden energiatehokkuus. 2012. Motiva. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/vaikuta\\_hankinnoilla/ikkunoiden\\_energiailuokitus/ikkunoiden\\_energiatehokkuus](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/ikkunoiden_energiailuokitus/ikkunoiden_energiatehokkuus). Hakupäivä 20.1.2013.

Illikainen, Kimmo 2012. T523206 Rakennusfysiikan sovellukset, Rafnet-oppimateriaalin teoriaosan lämpöosio. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Isosaari, Kyösti 2012. Mistä energia taloon? Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Jormalainen, Pentti – Matilainen, Ari 1999. Korjausrakennustyöt/Korjausrakentaminen. 2., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Kauppinen Jyrki. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. Perustelumuistio. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

[www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142234&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142234&lan=fi). Hakupäivä 16.3.2013.

Kauppinen Jyrki. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012. Tekninen perustelumuistio. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136899&lan=fi>. Hakupäivä 20.10.2012.

Katvala, Sakari 2012. Kohteen omistaja. Haastattelu 23.10.2012.

Leinos, Markku 1988. Oviopas. Hanko: Hangon Kirjapaino Oy.

Lommi, Jouko 2010. Uusi ja vanha talo energiatehokkaiksi. Meidän Talo 19.1.2010. S. 85–106.

Lommi, Jouko 2011. Pientalon korjausopas. Meidän Talo 18.1.2011. S. 83–106.

Niskala, Eino 1992. Puutalon korjaus. Helsinki: Rakentajain kustannus.

Perälä, Seppo 2013. T522305 Talonrakennuksen talo-osat, luennot 5 op. Opin-  
tojakson oppimateriaali keväällä 2013. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakou-  
lu, tekniikan yksikkö.

Energiaviisas remontointi. 2012. Pientalon opas. Esite. Kaukomarkkinat Oy.

E-luku-laskuri. 2013. Puuinfo. Saatavissa:

<http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/mitoitusohjelmat/e-lukulaskuri>. Hakupäivä 25.3.2013.

RT 83- 10662. 1998. Yläpohjan lisälämmöneristäminen. Rakennustieto Oy.

Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410662%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%246784/10662.pdf>. Hakupäivä 19.1.2013.

Tulla, Kauko 2012. T522506 Korjausrakentamisen perusteet, luennot 6 op. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Vanhan talon energiaopas. 2013. Esite. Meidän talo.

Väisänen, Siru 2012. Korjausrakentamisen energiatehokkuusvaatimuksista kiitosta ja kritiikkiä. Rakennustaito vol. 107, nro 7. S. 58–59.

Ympäristöministeriö. Tasauslaskelma. 2013. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/searchresult.asp?query=tasauslaskelma&button2=%A0Hae%A0&lan=fi>. Hakupäivä 25.3.2013.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012. Luonnos. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136892&lan=fi>. Hakupäivä 20.10.2012.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: [www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142232&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142232&lan=fi). Hakupäivä 16.3.2013.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakennusten\\_energia\\_todistus\\_uudistuu\\_16\\_%283872%29](http://www.ymparisto.fi/FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennusten_energia_todistus_uudistuu_16_%283872%29). Hakupäivä 11.4.2013.

## **LIITTEET**

Liite 1 Kuntoarvio

Liite 2 Lämpökuvausraportti

Liite 3 Dof-lämpö-mallinnus, alkuperäinen ulkoseinärakenne

Liite 4 Dof-lämpö-mallinnus, lisäeristysratkaisut

Liite 5 Dof-lämpö-mallinnus, kellarin seinä ja lisäeristysratkaisu

Liite 6 Energiajunior-laskelmat, nykyiset ratkaisut

Liite 7 Energiajunior-laskelmat, ratkaisuvaihtoehto 1

Liite 8 Energiajunior-laskelmat, ratkaisuvaihtoehto 2

Liite 9 Energiajunior-laskelmat, ratkaisuvaihtoehto 3



## KUNTOARVIORAPORTTI

### TERVAKOSKENTIE 62

Tekijä:

Laura Rautio

26.3.2013

Työn ohjaaja:

Kimmo Illikainen

Työn tilaaja:

Sakari ja Tuula Katvala



**Sisältö**

1 KOHTEEN TUNNISTE- JA YLEISTIEDOT	3
1.1 Kohteen yleistiedot	3
1.2 Kuntoarvion tekijä	3
1.3 Tilaajan yhteystiedot	3
1.4 Kohteen kuvaus	3
2 KÄYTÖSSÄ OLLEET ASIAKIRJAT JA PIIRUSTUKSET	5
3 ARVION TAVOITTEET JA RAJAUKSET	6
4 KUNTOARVIO	7
4.1 Kuntoarvio	7
4.2 Käytetyt laitteet ja menetelmät	7
5 MENETELMIEN JA TULOKSIEN LUOTETTAVUUS JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT	8
6 TULOKSET	9
6.1 Ulkoseinät	9
6.2 Ikkunat ja ulko-ovet	9
6.4 Kellari	10
6.5 Tiiveys	11
6.6 Ilmanvaihto	11
6.7 Lämmitys	12
6.8 Sähköjärjestelmä	12
7 JOHTOPÄÄTÖKSET RAKENNUKSEN KUNNOSTA	13
8 KORJAUSTOIMENPITEET	14
9 LIITTEET	15
Liite 1. Rakennuksen lupakuvat	15

# 1 KOHTEEN TUNNISTE- JA YLEISTIEDOT

## 1.1 Kohteen yleistiedot

Kohteen nimi:	Leppäranta
Omistajat:	Sakari ja Tuula Katvala
Osoite:	Tervakoskentie 62, 85800 Haapajärvi
Valmistumisvuosi:	1969, kattoen uusiminen ja yläpohjan eristeiden parannus 2012
Tilat:	Kellari, 1. kerros

## 1.2 Kuntoarvion tekijä

Rakennusinsinööriopiskelija Laura Rautio

## 1.3 Tilaajan yhteystiedot

Tilaaja:	Sakari ja Tuula Katvala
Osoite:	Uutelantie 5, 85800 Haapajärvi
Puh:	040 7294753

## 1.4 Kohteen kuvaus

### 6

Kohde on Haapajärven Jokelassa sijaitseva yksikerroksinen omakotitalo, joka on viikonloppu ja mökkikäytössä ympäri vuoden. Kohteeseen on tehty muutamia yleisiä korjaustöitä. Tiedossa olevat aikaisemmat muutokset:

- 2012

Vesikatteen uusiminen kokonaisuudessaan, sisältäen aluskatteen, rimat ja huopakatteen

Yläpohjan lisäeristäminen puhallusvillalla jo olemassa olevan purueristeen päälle

Ilmapumpun asennus taloon, merkki Mitsubishi

- 1970- 2010  
Ikkunoiden tiivisteiden uusiminen koko taloon.
- 1996  
Öljykattilan uusiminen

## **2 KÄYTÖSSÄ OLLEET ASIAKIRJAT JA PIIRUSTUKSET**

Asiakirjat ja piirustukset:

Arkkitehdin pohjapiirustus, leikkaus ja julkisivut vuodelta 1967

### **3 ARVION TAVOITTEET JA RAJAUKSET**

Kuntoarvion tavoitteena on selvittää omakotitalon nykyinen kunto keskittyen seinärakenteisiin ja rakennuksen tiiveyteen lämpötekniisesti tarkasteltuna. Tontilla sijaitsevien ulkosaunan ja piharakennusten kuntoa ei arvioida.

Arvioinnissa kajottiin rakenteisiin vain vähän, sillä niiden avaamiseen ei saatu lupaa. Pääasiassa arviointi suoritettiin aistinvaraisin keinoin. Kohteen omistajien haastattelussa kävi ilmi, että kohteen energiankulutus on liian suurta, jonka vuoksi kuntoarvio rajataan lämpötekniiseen tarkasteluun.

## 4 KUNTOARVIO

### 4.1 Kuntoarvio

Kohteen kuntoarvio tehtiin 23.10.2012. Aistinvaraisella tarkastelulla pyrittiin määrittämään rakenteiden nykyistä kuntoa sekä mahdollisten lisäselvitysten tutkimustarvetta. Lisäksi kiinnitettiin huomioita ilmanvaihdon ja lämmityksen tehokkuuteen.

Kohdekäynnin perusteella oli aiheellista selvittää lämpökameralla rakennuksen ilmanvuotokohdat. Kuvaukset suoritettiin 26.3.2013. Lämpökamerakuvauksesta on erillinen raportti (opinnäytetyön liite 2).

### 4.2 Käytetyt laitteet ja menetelmät

Apuvälineet arvioinnissa:

- Mittanauha, 5 m
- Digikamera
- Taskulamppu
- Muistiinpanovälineet

## **5 MENETELMIEN JA TULOKSIEN LUOTETTAVUUS JA EPÄVARMUUS-TEKIJÄT**

Kohteen tarkastaminen edellyttää tekijältä ammattitaitoa ja huolellisuutta. Tämän kuntoarvion tekijällä ei ole vielä kertynyt mittavaa kokemusta arvioinnista. Tällöin tulokset ovat suuntaa antavia, mutta eivät välttämättä täysin luotettavia.

Silmämääräinen ja aistivarainen arviointi antaa tietoa kohteen yleiskunnosta ja tällöin voidaan myös havaita asioita, jotka tarvitsevat lisätutkimuksia. Täydellistä varmuutta kohteen kunnosta ei kuitenkaan voida saada ilman rakenteiden laajoja avauksia.

Kuntoarvion lisäksi tehtiin lämpökamerakuvaus, joka tukee arviossa tehtyjä havaintoja. Kuvauksesta laadittiin erillinen lämpökuvauksraportti (opinnäytetyön liite 2).

## 6 TULOKSET

### 6.1 Ulkoseinät

Rakennuksen ulkoseinärakenne ulkoa sisäänpäin:

1. Ulkoverhouslauta, vaaka 22 mm
2. Pystykoolaus 22 mm + tuuletusväli
3. Vinolaudoitus 22 mm
4. Tuulensuoja 13 mm
5. Runko 50 x 100 mm + mineraalivilla
6. Tervapaperi 1,00 mm
7. Lastulevy 13 mm

Ulkoseinän rakenteista ei ole täyttä varmuutta, mutta omistajien selvityksien perusteella rakenne on oletettavasti yllä olevan mukainen. Tällöin seinärakenteen paksuus on 193 mm. Lämpimän tilan seinät rajoittuvat kellariin, puolilämpimään eteiseen ja kylmään tilaan, joka toimii halkovajana ja osittain kattilahuoneena.

Sisäpinnoiltaan rakenne on hyvässä kunnossa. Pesuhuoneessa lastulevyn korvaavat laatat ja puiset paneelit ovat tyydyttävässä kunnossa. Julkisivu on hyvässä kunnossa, lukuun ottamatta uusittavissa olevaa maalipintaa. Lisäksi lounaan puoleiset nurkkalaudat sekä luoteen puoleisen kapeamman oven kynnyks ovat kokeneet lahovaurioita. Päätyjulkisivujen yläosat ovat erinomaisessa kunnossa kesällä 2012 tehdyn ulkovuoren uusimisen ja maalauksen jäljiltä.

Lämpökamerakuvauksessa havaittiin ulkoseinärakenteessa useita ilmanvuotokohtia. (opinnäytetyön liite 2, kuvat TI 000061, TI 000083 ja TI 000078).

### 6.2 Ikkunat ja ulko-ovet

Ikkunat ovat kaksilasisia, kiinteitä ikkunoita, joiden yhteydessä on tuuletusräppänä. Kaikkiin ikkunoihin on asennettu uudet tiivisteet vuosien kuluessa. Ulkopuolelta kaikkien ikkunoiden puitteet ovat maalipinnaltaan tyydyttävässä kunnossa. Sisäpuolelta ikkunat ovat hyvässä kunnossa. Lämpökamerakuvauksessa kävi ilmi, että kaikkien ikkunoiden tiivistykset ovat loistavassa kunnossa lukuun ottamatta pesuhuoneen ja saunan ikkunoita. Vuotokohdat on esitetty opinnäytetyön liitteessä 2, kuvassa TI 000094.



Rakennuksen ulko-ovet sekä halkovajan ovi ovat hyväkuntoisia umpiovia, jotka eivät kuitenkaan lämpötekniisesti tarkasteltuna ole tehokkaita. Lämpökuvauksessa tehdyissä havainnoissa (opinnäytetyön liite 2, kuvat TI 000075, TI 000088, TI 000102 ja TI 000104) huomattiin, että ovien karmien ja seinän välissä esiintyy runsasta ilmavuotoa.



*Kuva 1. Ikkunan pokat kaipaavat huoltoa*

### **6.3 Kellari**

Kellarin ulkoseinärakenne ulkoa sisäänpäin:

Ulkoverhouslauta, vaaka 22 mm

Pystykoolaus 22 mm + tuuletusväli

Vinolaudoitus 22 mm

Tuulensuoja 12 mm

EPS- eriste 30 mm / Kuitusementtilevy 30 mm

Kellarin seinän rakenne ulkoseinän osalta on oletettavasti edellä mainitun mukainen. Tällöin sen paksuus on 108 mm. Seinät jatkuvat betonisina maan alle noin 500 mm. Lattiana toimii betonilaatta, jonka paksuus on noin 50 mm. Kellari on hyvässä kunnossa, mutta huonosti eristetty. Omistajien kertoman mukaan kellari yllämpenee kesäisin ja lähes jäätyy talvisin. Tämä vaikuttaa myös kellarin kaakon vastaisella seinällä oleviin keittiön ruokakomeroihin.

Lämpökuvauksen tuloksista huomattiin (opinnäytetyön liite 2, kuvat TI 000120 ja TI 000112), että eristeiden saumakohdat vuotavat, ja että kellarin lämpötila on lattiatasossa huomattavasti alhaisempi kuin ylhäällä.



*Kuva 2. Kellarin eristemateriaalit ja tuloilmaventtiili*

## 6.4 Tiiveys

Silmämääräisesti rakennuksen tiiveystaso on ulko-ovia lukuun ottamatta suhteellisen hyvä. Ovien läheisyydessä ilmenee vedontunnetta. Lämpökamerakuvista (opinnäytetyön liite 2) nähdään, että ulkoseinärakenteiden nurkkakohdissa ja liittymissä ylä- ja alapohjaan on vuotokohtia. Myös ovien tiivistyksissä on puutteita. Näiden lisäksi kellarin seinärakenteen liittymissä ilmeni vuotokohtia.

## 6.5 Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvaihto on painovoimaista. Ilma vaihtuu ikkunoista, ovista ja hormin kautta, jonka kunnosta ei ole tietoa. Kellarille on omat tuloilmaventtiilinsä. Poistoilmakanavat sijaitsevat keittiössä ja wc:ssä. Koneellista poistoa tai huippuimuria ei ole.

Omistajien kertomuksen mukaan ilma vaihtuu hyvin, eikä tunkkaisuutta ole havaittavissa. Tämä viittaa siihen, että ilmanvaihto olisi riittävä.

## 6.6 Lämmitys

Rakennuksessa on öljy-puu-yhdistelmäkattila, joka toimii päälämmönlähteenä. Kattilan yhteydessä ei ole erillistä vesivaraajaa. Jokaisessa huoneessa on vesikiertoiset patterit ikkunoiden alla lukuun ottamatta puolilämmintä halkovajaa. Kellarissa on sähköllä toimiva patteri. Lisälämmönlähteenä toimii vuonna 2012 asennettu ilmalämpöpumppu. Keittiössä on lisäksi leivinuuni ja puuhella, joista vain puuhella on satunnaisessa käytössä.



*Kuva 3. Puu-öljy-yhdistelmäkattila*

## 6.7 Sähköjärjestelmä

Sähköpääkeskus sijaitsee puolilämpimässä eteisessä. Se on riittävä ja hyväkuntoinen. Ukkosenjohdatinta ei rakennuksessa ole. Sähköä käytetään pääasiassa valaistukseen ja ilmalämpöpumpun käyttöön.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET RAKENNUKSEN KUNNOSTA

Suurimman korjaustarpeen aiheuttavat rakennuksen ilmanvuotokohdat. Pahimmat ja merkittävimmät vuotokohdat on koottu lämpökuvausraporttiin. Nämä kohdat olisi suositeltavaa korjata, sillä ne saattavat aiheuttaa terveellistä sekä rakenteellista haittaa ja ne lisäävät lämmityskulujen suuruutta.

Lämpöteknisesti tarkasteltuna nykyinen seinärakenne ei ole riittävän hyvä, vaan se tulisi lisäeristää. Tässä tapauksessa huomiota tulisi kiinnittää myös ilmanvaihdon tehokkuuden parantamiseen. Julkisivujen osalta vaurioituneet nurkkalaudat ja kynnykset tulevat uusiksi.

Kellarin seinien huonon eristävyys vuoksi ne tulisi lisäeristää, jolloin sisälämpötila saataisiin pidettyä normaalissa tasossa. Ilmanvaihtuvuus kellarissa on riittävä.

Ikkunat ovat hyvässä kunnossa lukuun ottamatta pesuhuoneen ja saunan ikkunoita, joiden tiivistykset tulisi uusiksi. Vanhanaikaiset umpipuiset ulko-ovet tulisi vaihtaa uusiin, paremmin lämpöä eristäviin tai vähintäänkin tiivistää karmeissa esiintyvät ilmavuodot.

Painovoimainen ilmanvaihto on nykyisillä ratkaisuilla toimiva vaihtoehto, mutta lisäeristysten ja ikkunoiden ja ovien tiiveyden parantuessa se ei ole enää riittävä. Suositeltavaa on asentaa vähintäänkin huippuimuri tai koneellinen poisto.

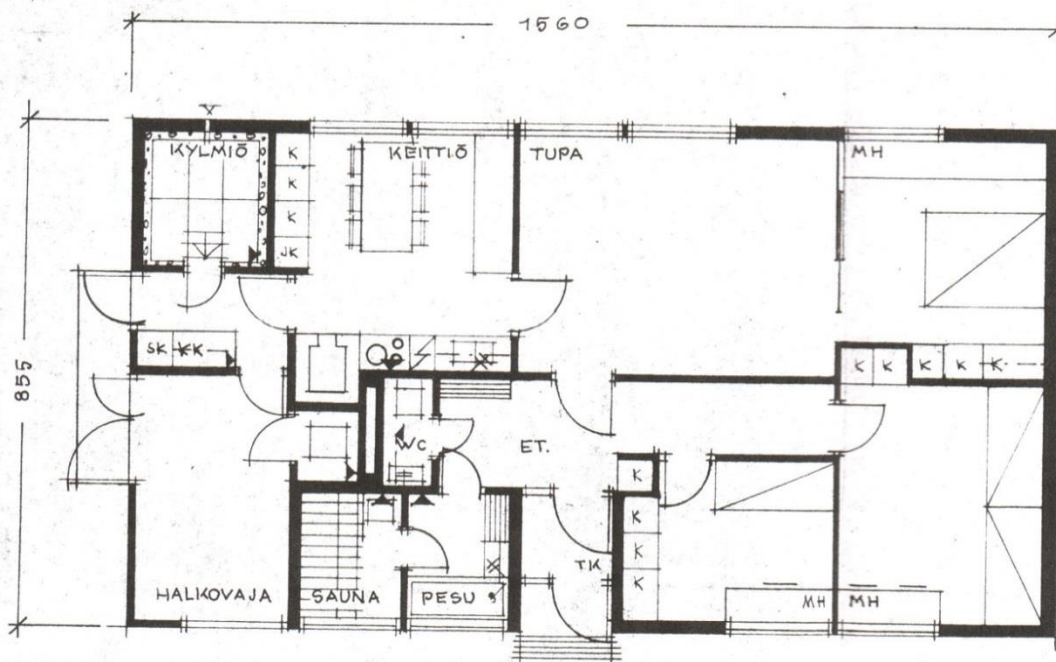
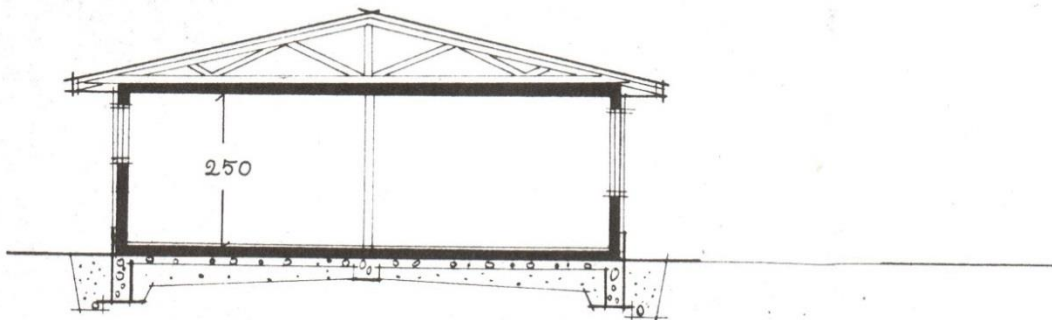
Nykyinen lämmitysmuoto toimii hyvin ja lämmityksen tarve kattilan osalta on vähentynyt, kun ilmalämpöpumppu on otettu käyttöön. Öljy ei kuitenkaan ole uusiutuva luonnonvara, jolloin sen vaihtamista toiseen lämmitysmuotoon tulee harkita.

## **8 KORJAUSTOIMENPITEET**

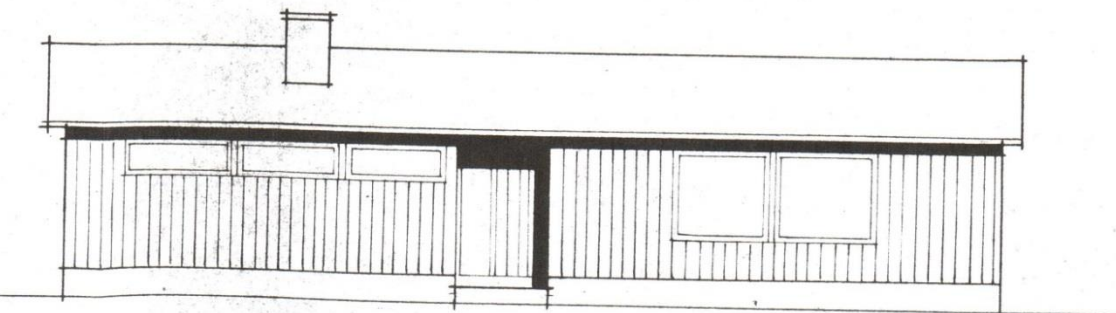
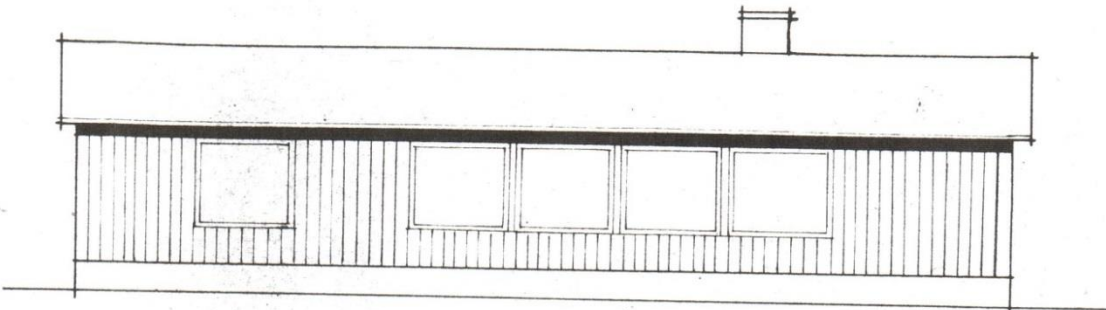
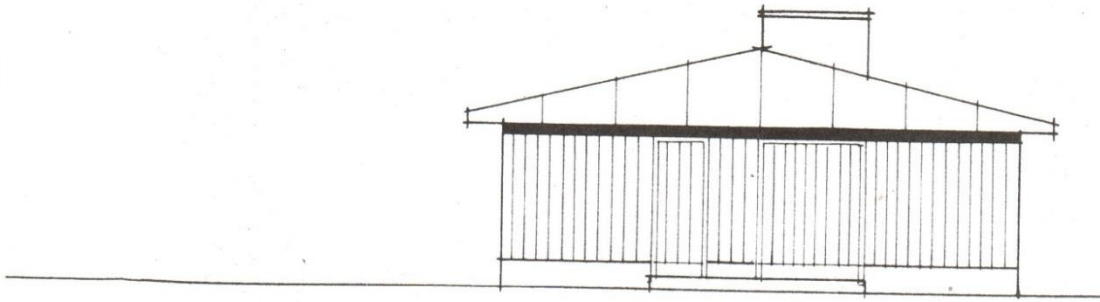
Korjaustoimenpiteet on esitetty opinnäytetyön kappaleessa 4, korjaussuunnitelma. Lopullinen päätös korjaustoimenpiteistä jää kuitenkin rakennuksen omistajille.

## **9 LIITTEET**

### **Liite 1. Rakennuksen lupakuvat**

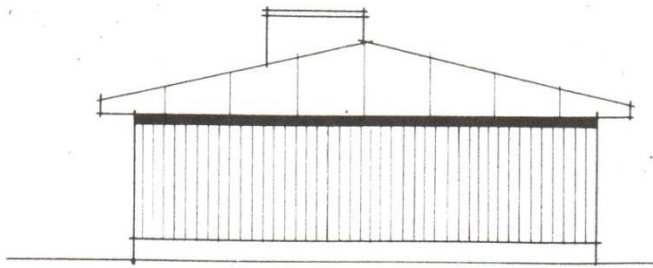


ASUNNON PINTA-ALA	98 m <sup>2</sup>
RAKENNUKSEN ALA	132 m <sup>2</sup>
RAKENNUKSEN TILAVUUS	360 m <sup>3</sup>



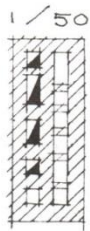
	MA 6B
Piirustukset tarkasti	PÄÄPIIRUSTUS
11.0.2017 k/10.11.17	MAATALOUSSEUROJEN KESKUSLIITTO, RAKENNUSOSASTO





HELLA  
LEIVINUUNI

KESKUSL.  
KIUAS  
KESKUSL.



KEITTIÖ  
KYLMIÖ  
KUIVAUSKOM.  
WC  
PESUHUONE  
SAUNA



## LÄMPÖKUVAUSRAPORTTI

### TERVAKOSKENTIE 62

Tekijä:

Laura Rautio

26.3.2013

Työn ohjaaja:

Kimmo Illikainen

Työn tilaaja:

Sakari ja Tuula Katvala

**Sisältö**

<a href="#">LÄMPÖKUVAUSRAPORTTI</a> .....	1
<a href="#">TERVAKOSKENTIE 62</a> .....	1
<a href="#">1 KOHTEEN TUNNISTE- JA YLEISTIEDOT</a> .....	3
<a href="#">1.1 Kohteen yleistiedot</a> .....	3
<a href="#">2 LÄHTÖARVOT</a> .....	4
<a href="#">2.1 Laitteistot</a> .....	4
<a href="#">2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet</a> .....	4
<a href="#">2.3 Muut mittausparametrit</a> .....	4
<a href="#">3 SUHTEUTETUT PINTALÄMPÖTILAT ELI LÄMPÖTILAINDEKSI</a> .....	5
<a href="#">3.1 Yleistä</a> .....	5
<a href="#">3.2 Korjausluokitus</a> .....	5
<a href="#">3.3 Mittaustulokset</a> .....	5
<a href="#">4 KUVIEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET</a> .....	7
<a href="#">5 LIITTEET</a> .....	8

## 1 KOHTEEN TUNNISTE- JA YLEISTIEDOT

### 1.1 Kohteen yleistiedot

Kohde:	Omakotitalo, kellari ja 1. kerros
Osoite:	Tervakoskentie 62, 85800 Haapajärvi
Tilaaaja:	Sakari ja Tuula Katvala
Valmistumisvuosi:	1969, katteen uusiminen ja yläpohjan eristeiden parannus 2012
Tekijä:	Laura Rautio, rakennusinsinööriopiskelija
Tutkimusajankohta:	26.3.2013
Kuvaus kohteesta:	Kohde on yksikerroksinen omakotitalo puurungolla ja mineraalivillaeristeellä. Lämmin tila rajoittuu halkojaan ja luoteen puoleiseen eteiseen sekä kellariin. Katetyyppinä on harjakatto ja alapohjana tuulettuva puinen rossipohja. Ilmanvaihto on painovoimaista ja lämmityksenä on puu-öljy-yhdistelmäkatilla sekä ilmalämpöpumppu.

## 2 LÄHTÖARVOT

### 2.1 Laitteistot

Lämpökuvaus suoritettiin infrapunakameralla IRI 4010–01, sarjanumero s/n E 0003567. Laitteen mittausalue on  $-10\text{ °C} - 250\text{ °C}$ , näkökenttä  $20^\circ \times 15^\circ$ , pikselit  $160 \times 120$  (19200), lukematarkkuus  $\pm 2\text{ °C}$  tai  $\pm 2\%$  mittaustavasta. Emissiivisyys on valittavissa  $0,03 - 1,0$ .

### 2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet

Ulkolämpötila (T-ulko):  $-1\text{ °C}$

Sisälämpötila (T-sisä): kellari  $+3\text{ °C}$ , 1. kerros  $+23\text{ °C}$

Lämpötilaero (T-sisä – T-ulko):  $0\text{ °C} - 22\text{ °C}$

Mittausajankohtana oli selkeää ja poutaa. Tuulen keskimääräinen nopeus oli  $0,2\text{ m/s}$ . Mittaus suoritettiin normaaleissa asuinolosuhteissa. Sisälämpötila pidettiin samoissa lämpötiloissa kuin yleensäkin. Päivää edeltävänä vuorokaute-  
na 25.3.2013 lämpötila Haapajärvellä oli  $-5\text{ °C}$ .

### 2.3 Muut mittausparametrit

Pintojen emissiivisyyskerroin:  $0,93$

Kuvausetäisyys:  $1-3\text{ m}$

### 3 SUHTEUTETUT PINTALÄMPÖTILAT ELI LÄMPÖTILAINDEKSI

#### 3.1 Yleistä

Lämpötilaindeksillä arvioidaan rakennuksen vaipan lämpöteknistä toimivuutta arvioimalla ja vertaamalla toisiinsa vaipan pintalämpötiloja. (Clemac. 2013.)

Lämpötilaindeksi määritellään seuraavasti:

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 (\%)$$

KAAVA 1

*TI = lämpötilaindeksi (%)*

*T<sub>sp</sub> = sisäpinnan lämpötila (°C), mitattu esimerkiksi lämpökameralla*

*T<sub>i</sub> = sisäilman lämpötila (°C)*

*T<sub>o</sub> = ulkoilman lämpötila (°C)*

#### 3.2 Korjausluokitus

Korjausluokka 1 (TI < 61 %):	Lämpötila ei täytä välttävää tasoa (eristeviika tai korjattava ilmavuoto). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
Korjausluokka 2 (TI 61 – 65 %):	Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.
Korjausluokka 3 (TI 65 – 70 %):	Täyttää hyvän tason vaatimukset, mutta tilan käyttötarkoitus huomioiden piilee kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski.
Korjausluokka 4 (TI > 70 %):	Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

#### 3.3 Mittaustulokset

Alle on laskettu kohteen lämpötilaindeksejä TI vastaavat pistemäiset pintalämpötilat mittaushetkellä.

Puolilämmin eteinen, sisälämpötila + 10 °C:

TI < 61 % (KL 1): < +6.1 °C

TI 61 – 65 % (KL 2): +6.1 °C – +6.5 °C

TI 65 – 70 % (KL 3): +6.5 °C – +7 °C

TI > 70 % (KL 4): > +7 °C

Kellari, sisälämpötila + 3 °C:

TI < 61 % (KL 1): < +1.83 °C

TI 61 – 65 % (KL 2): +1.83 °C – +1.95 °C

TI 65 – 70 % (KL 3): +1.95 °C – +2.1 °C

TI > 70 % (KL 4): +2.1 °C

1. kerros, sisälämpötila + 23 °C:

TI < 61 % (KL 1): < +14.03 °C

TI 61 – 65 % (KL 2): +14.03 °C - +14.95 °C

TI 65 – 70 % (KL 3): +14.95 °C - +16.1 °C

TI > 70 % (KL 4): +16.1 °C

## 4 KUVIEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Lämpökamerakuvissa on käytetty pistelämpötila-asetusta jokaisen huoneen osalta. Kaikista kuvista käyvät ilmi kuvatun alueen maksimi- ja minimilämpötilat. Kuvien alla on esitetty pintojen korjausluokitus sekä johtopäätökset. Tässä raportissa on esitetty kuvat vain kaikkein pahimmista tuloksista sekä yksi kuva hyvästä tiiviydestä.

Rakenteiden liitoskohdat ovat yleensä rakennusfysikaalisista syistä johtuen kylmempää kuin rakenteiden keskiosat. Eristeiden vähäinen määrä ja erityisesti nurkissa esiintyvä runkotolppien suuri määrä vaikuttavat lämpötilan alenemiseen. Ilmansulun tiiveys ja asennuksen huolellisuus vaikuttavat lämpötilaan oleellisesti. Ikkunoiden ja ovien tiivisteiden kunto vaikuttaa huomattavasti lämpötilaeroihin.

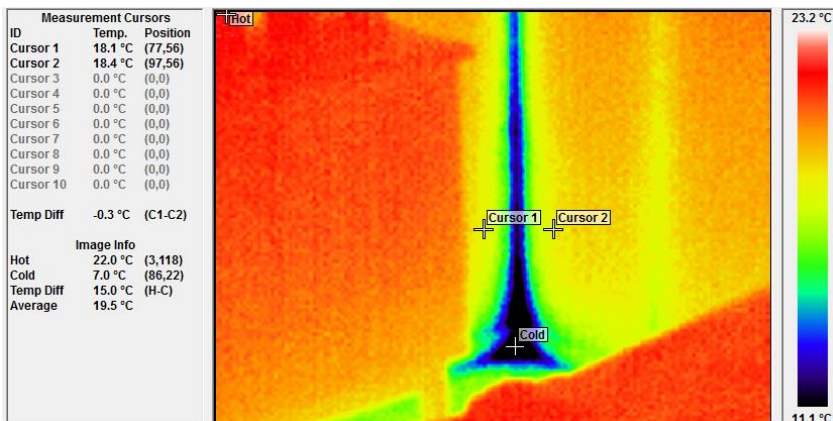
Ulkoseinien liitoksien nurkissa ja niiden liittymissä ylä- ja alapohjiin esiintyi ilma-  
vuotoa jokaisen huoneen osalta. Samoin vuotoa esiintyi kaikissa väliseinien liitoksissa ulkoseiniin. Myös sisäverhouslevyjien saumoista vuoti jonkin verran kylmää ilmaa. Ikkunoissa ei pesuhuonetta ja saunaa lukuun ottamatta esiintynyt vuotoa, koska niiden tiivisteet on uusittu ja asennettu huolellisesti. Ulko-ovissa esiintyi suurta karmivuotoa jokaisen oven osalta. Kellarissa ilmapuotoa esiintyi seinien liittymissä ylä- ja alapohjaan, sekä eristeiden saumakohdissa. Lattia oli huomattavasti kylmempi kuin muut vaipan osat.

Olosuhteet olivat otolliset lämpökamerakuvauksen tekemiseen. Rakennuksessa oletettiin vallitsevan alipaine, koska ilmanvaihto on painovoimaista. Tuloksia tulee kuitenkin tulkita varauksella, sillä kuvaaja ei ole käynyt lämpökuvauksen sertifiointikoulutusta ja kuvauksen aikana ei ollut mahdollisuutta rakennuksen paine-eron ja suhteellisten kosteuksien mittauksiin.



## **5 LIITTEET**

Lämpökamera- ja digikamerakuvat (11 sivua)

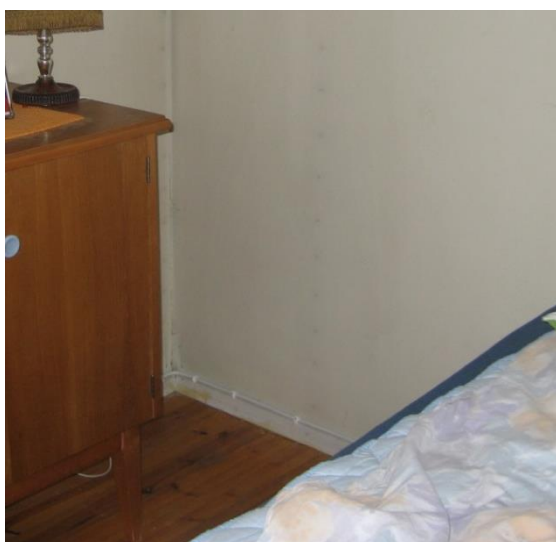


Kuva TI 000061

**Johtopäätökset:**

Ulkoseinien liitokset ja nurkan liitos alapohjaan vuotavat makuuhuoneessa 3.

KL 1.



Kuva IMG 6982

**Etäisyys:** 2 m

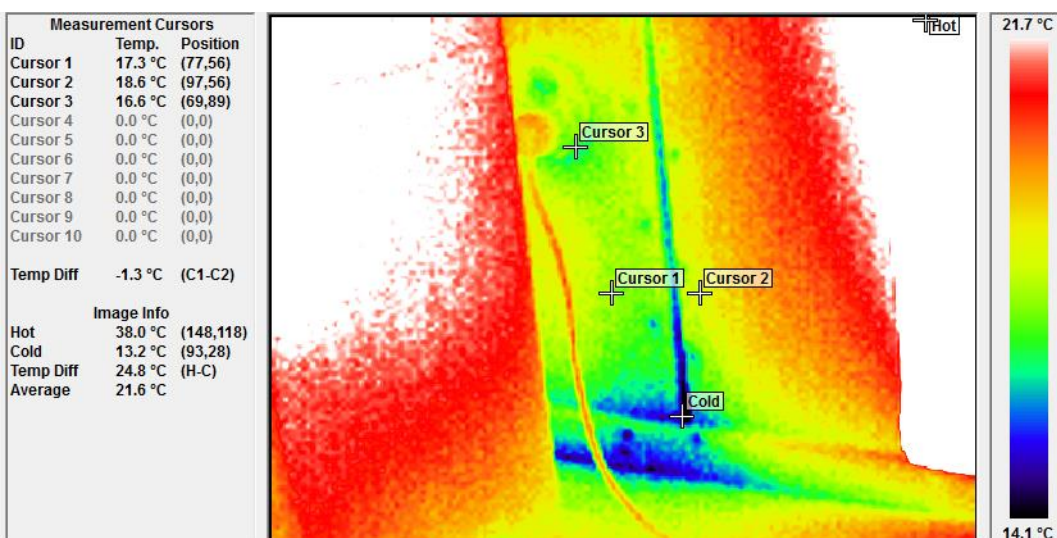
**Lämpötila:**

Min. 7.0 °C

Max. 22.0 °C

C1 18.1 °C

C2 18.4 °C



Kuva TI 000083

**Johtopäätökset:**

Ulkoseinän ja alapohjan välinen liittymä sekä sisäverhouslevyjen saumat vuotavat makuuhuoneessa 1.

KL 1.



Kuva IMG 7011

**Etäisyys:** 1 m**Lämpötila:**

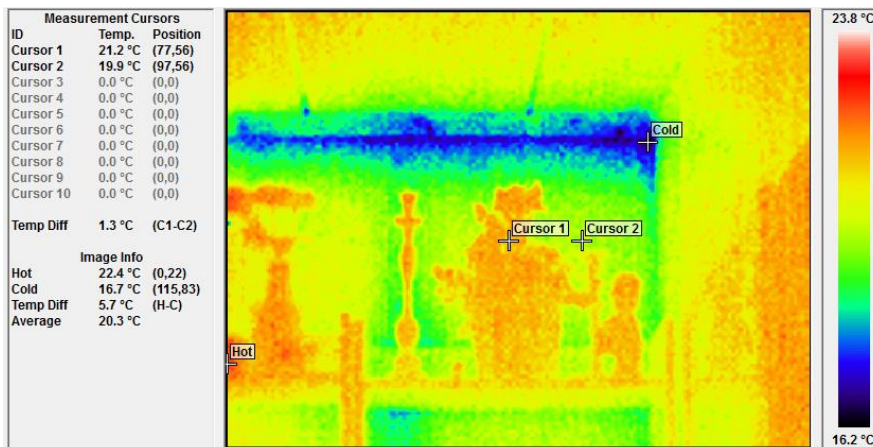
Min. 13.2 °C

Max. 32.0 °C

C1 17.3 °C

C2 18.6 °C

C3 16.6 °C

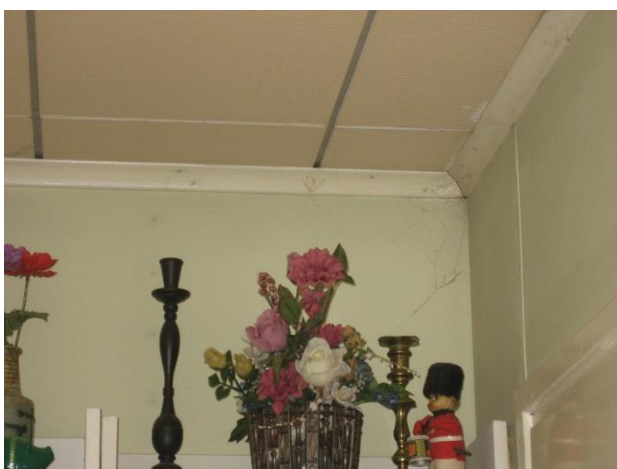


Kuva TI000078

**Johtopäätökset:**

Ulkoseinän liitos yläpohjaan vuotaa makuuhuoneessa 2.

KL 4.



Kuva IMG 7002

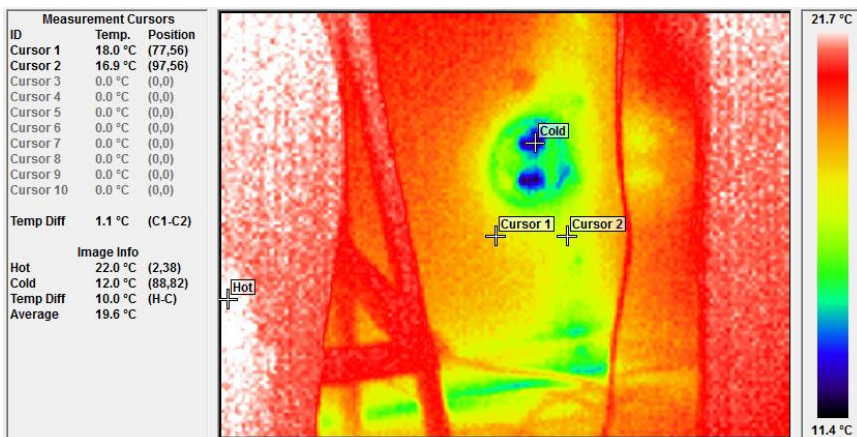
**Etäisyys:** 3 m**Lämpötila:**

Min. 16.7 °C

Max. 22.4 °C

C1 21.2 °C

C2 19.9 °C



Kuva TI000065

**Johtopäätökset:**

Pistorasian läpivi-  
enti vuotaa  
olohuoneen ul-  
koseinässä.

KL 1.



Kuva IMG 6985

**Etäisyys:** 1 m

**Lämpötila:**

Min. 12.0 °C

Max. 22.0 °C

C1 18.0 °C

C2 16.9 °C



Kuva TI000070

**Johtopäätökset:**

Keittiön ja kella-  
rin välisen sei-  
nän nurkka ja  
alaosa vuotavat  
ruokakomeroi-  
den alta.

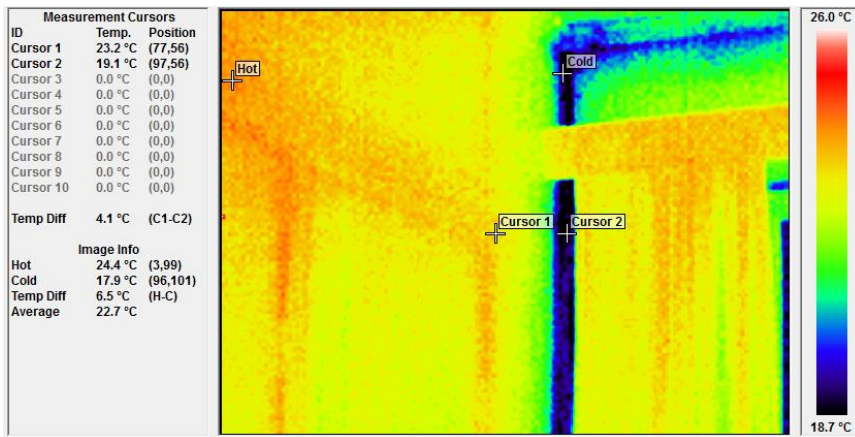
KL 1.



Kuva IMG 6989

**Etäisyys:** 1 m**Lämpötila:**

Min.	11.2 °C
Max.	39.7 °C
C1	20.9 °C
C2	18.2 °C
C3	13.8 °C



Kuva TI 000071

**Johtopäätökset:**

Keittiön ja kellarin välisen seinän liittymä ulkoseinään ja yläpohjan vuotaa.

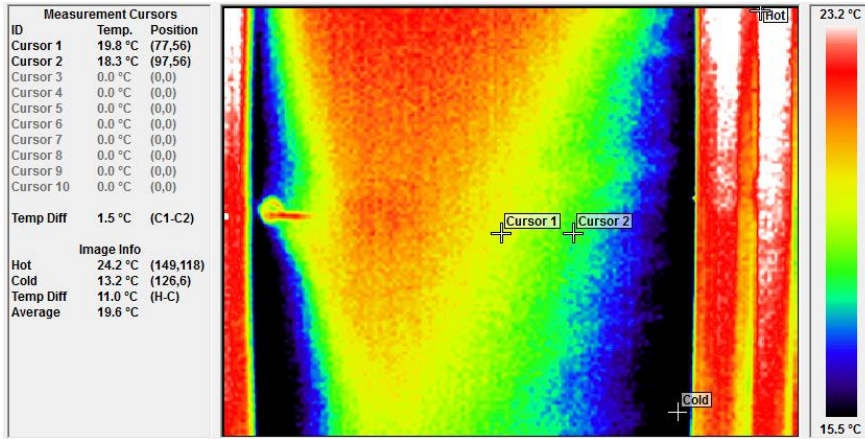
KL 4.



Kuva IMG 6988

**Etäisyys:** 3 m**Lämpötila:**

Min.	17.9 °C
Max.	24.4 °C
C1	23.2 °C
C2	19.1 °C



Kuva TI 000075

**Johtopäätökset:**

Keittiön ja puoli-lämpimän tilan välisen oven karmit vuotavat.

KL 1.



Kuva IMG 6994

**Etäisyys:** 2 m

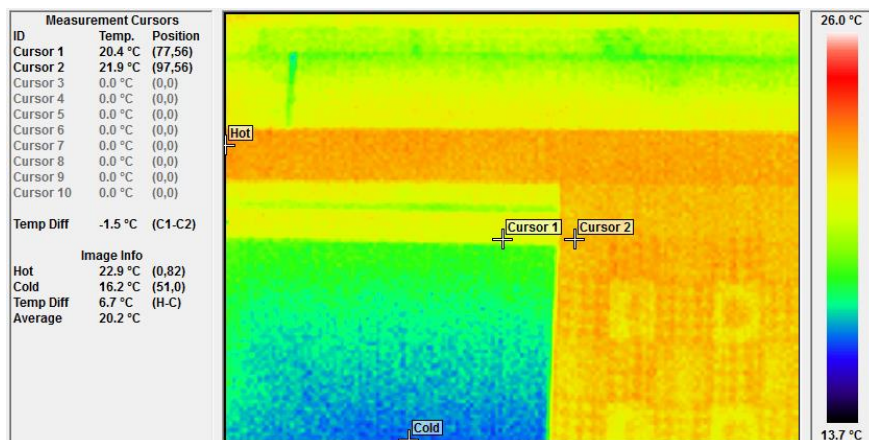
**Lämpötila:**

Min. 13.2 °C

Max. 24.2 °C

C1 19.8 °C

C2 18.3 °C

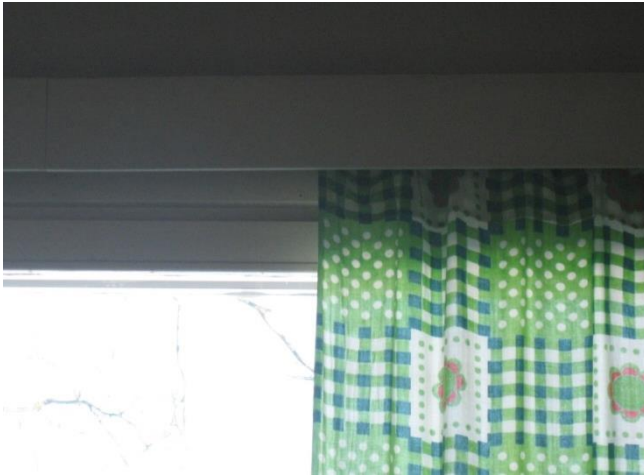


Kuva TI 000123

**Johtopäätökset:**

Keittiön ikkunan karmeissa ei ole vuotoa.

KL 4.



Kuva IMG 7069

Etäisyys: 2 m

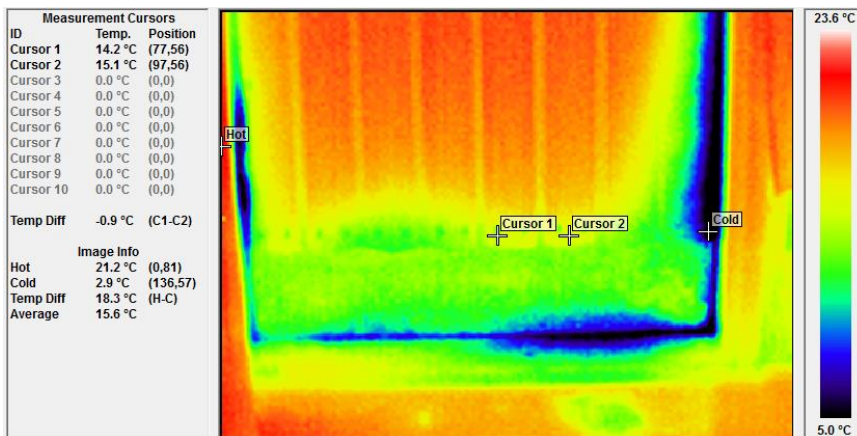
Lämpötila:

Min. 16.2 °C

Max. 22.9 °C

C1 20.4 °C

C2 21.9 °C



Kuva TI 000088

**Johtopäätökset:**

Ulko-oven karmit vuotavat.

KL 1.



Kuva IMG 7015

Etäisyys: 1 m

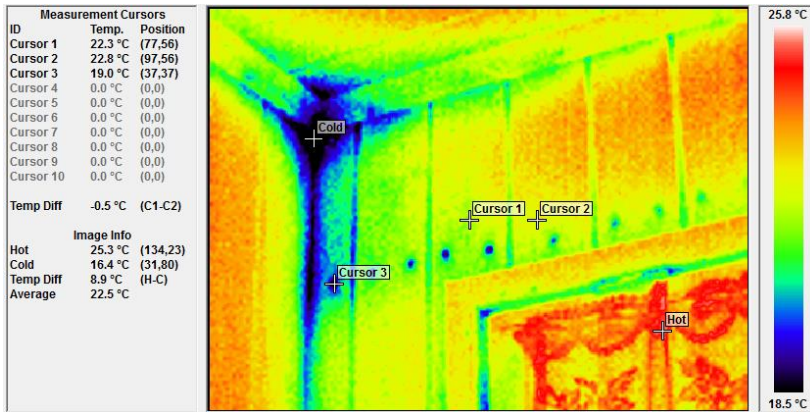
Lämpötila:

Min. 2.9 °C

Max. 21.2 °C

C1 14.2 °C

C2 15.1 °C



Kuva TI 000092

**Johtopäätökset:**

Pesuhuoneen nurk-kaliittymä yläpoh-jaan vuotaa. Myös naulojen reiät vuotavat.

KL 4.



Kuva IMG 7020

**Etäisyys:** 2 m

**Lämpötila:**

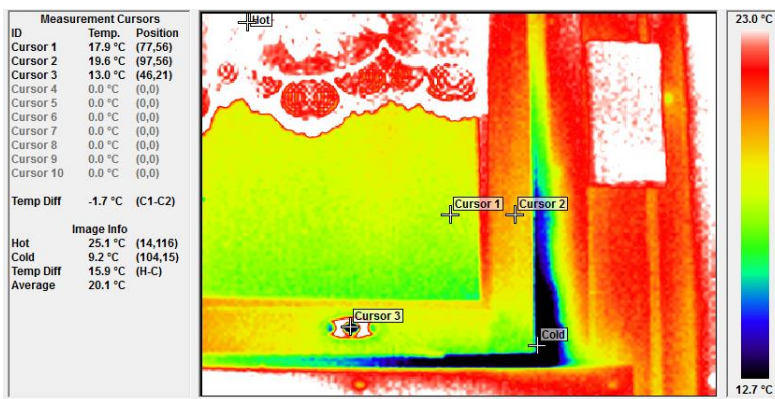
Min. 16.4 °C

Max. 25.3 °C

C1 22.3 °C

C2 22.8 °C

C3 19.0 °C



Kuva TI 000094

**Johtopäätökset:**



Pesuhuoneen ikkunan karmit ja kahvan kolot vuotavat. KL 1.



Kuva IMG 7023

**Etäisyys:** 1 m

**Lämpötila:**

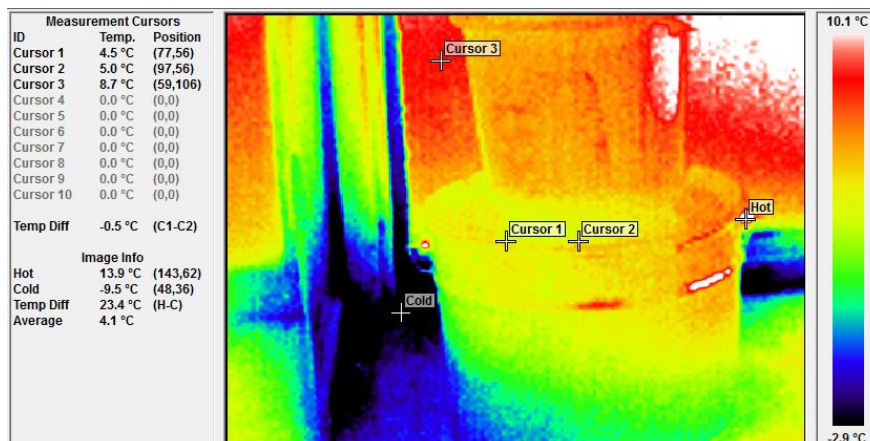
Min. 9.2 °C

Max. 25.1 °C

C1 17.9 °C

C2 19.6 °C

C3 13.0 °C



Kuva TI 000102

**Johtopäätökset:**

Puolilämpimän-tilan ulko-oven karmit vuotavat.

KL 1.



Kuva IMG 7047

**Etäisyys:** 1 m**Lämpötila:**

Min.

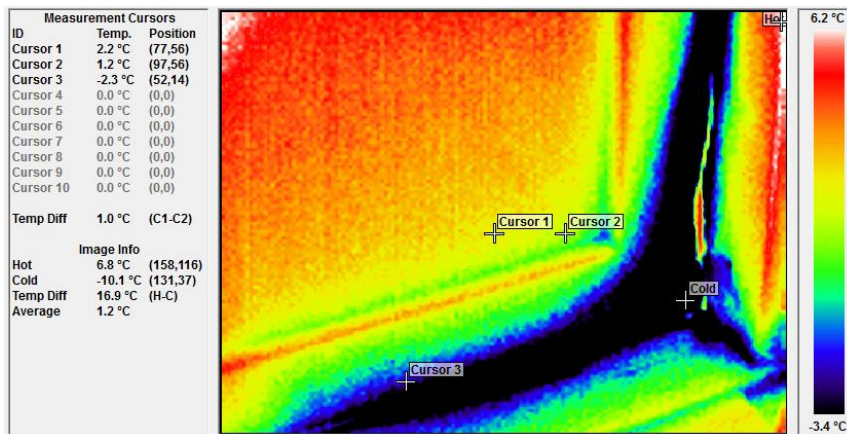
- 9.5 °C

Max. 13.9 °C

C1 4.5 °C

C2 5.0 °C

C3 8.7 °C



Kuva TI 000104

**Johtopäätökset:**

Halkovajan ja puo-  
lilämpimän eteisen  
välisen oven kar-  
mit vuotavat.

KL 1.



Kuva IMG 7042

**Etäisyys:** 1 m**Lämpötila:**

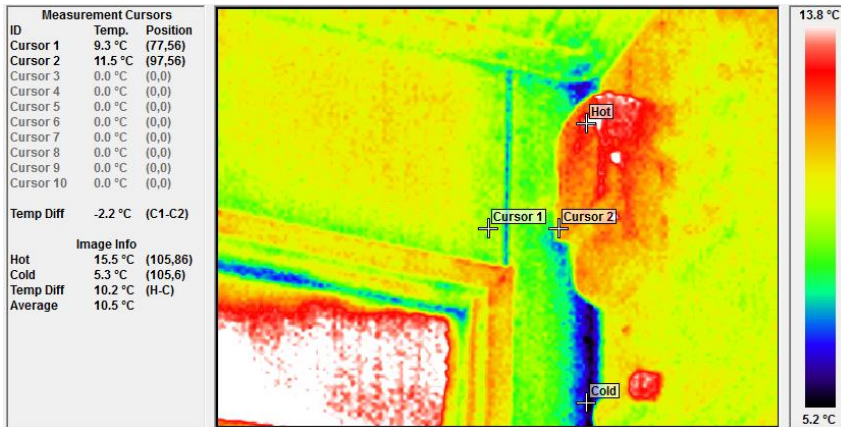
Min. - 10.1 °C

Max. 6.8 °C

C1 2.2 °C

C2 1.2 °C

C3 13.0 °C



Kuva TI 000104

**Johtopäätökset:**

Kellarin ja puoli-lämpimän eteisen välisen seinän ja ulkoseinän välinen nurkka vuotaa.

KL 1.



Kuva IMG 7049

**Etäisyys:** 2 m

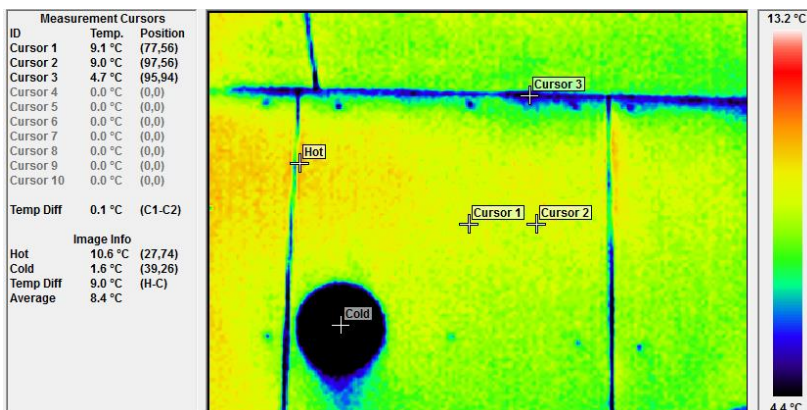
**Lämpötila:**

Min. 5.3 °C

Max. 15.5 °C

C1 9.3 °C

C2 11.5 °C



Kuva TI 000112

**Johtopäätökset:**

Kellarin yläosan eristeiden saumat vuotavat. Tuloilma-aukosta tulee kylmää ilmaa.

KL 1.



Kuva IMG 7063

**Etäisyys:** 3 m**Lämpötila:**

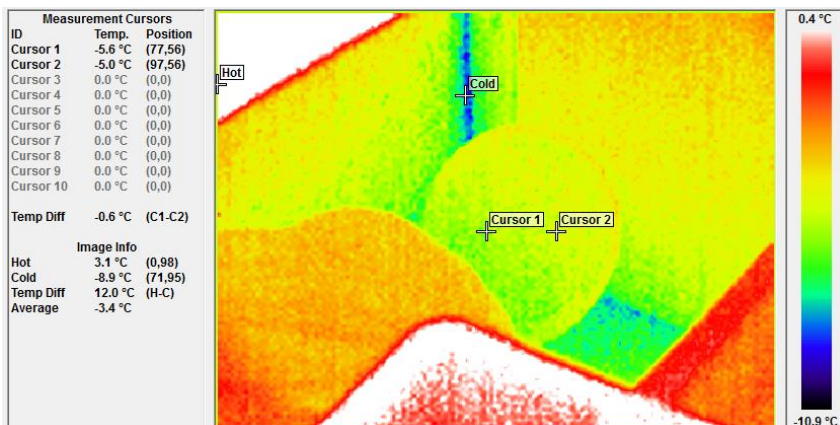
Min. 1.6 °C

Max. 10.6 °C

C1 9.1 °C

C2 9.0 °C

C3 4.7 °C



Kuva TI 000120

**Johtopäätökset:**

Kellarin ulkonurkan liittymä alapohjaan vuotaa.

KL 1.



Kuva IMG 7060

**Etäisyys:** 3 m**Lämpötila:**

Min. - 8.9 °C

Max. 3.1 °C

C1 - 5.6 °C

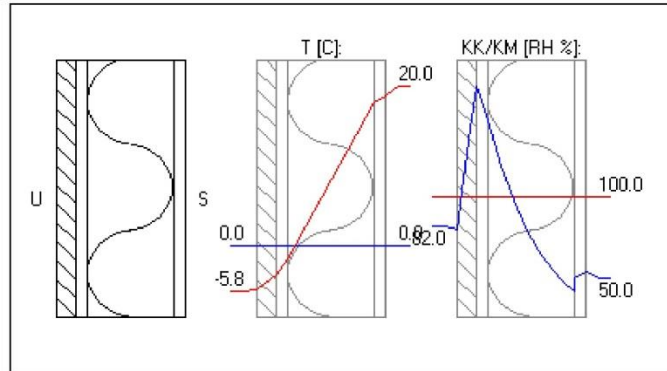
C2 - 5.0 °C

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Ulkoseinä
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013
	Tunnus: US_alkup.

**Rakenteen pää tiedot:**

U-arvo: 0.386 W/m<sup>2</sup>K  
 Paksuus: 149.000 mm  
 Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
 Paino: 31.31 kg  
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 4175.198 m<sup>2</sup>hPa/g  
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000240 g/m<sup>2</sup>hPa  
 Lämmönvastus: 2.593 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, ulko: 0.040 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 Puu (mänty)	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Puukuitulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
3 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
4 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
5 Lastulevy	13.00	0.1300	1.800000e-05	0.00	700.00
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	LK [W/K](kpl):
3 Puu	0.1200	9.1	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Maaliskuu (744.0 h)

**Lisätiedot:**

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00
1	-5.44	100.0	79.6	79.6	0.00
2	-3.79	100.0	168.2	100.0	221.77
3	-1.67	100.0	146.8	100.0	0.00
4	17.87	100.0	41.2	41.2	0.00
5	17.93	100.0	49.7	49.7	0.00
6	18.83	100.0	53.7	53.7	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

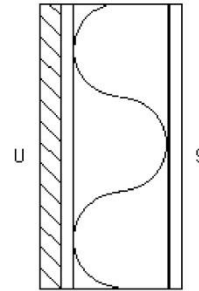
**Tiivistymis- / homevaara ! (SK\_max = 100.0 %)**

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

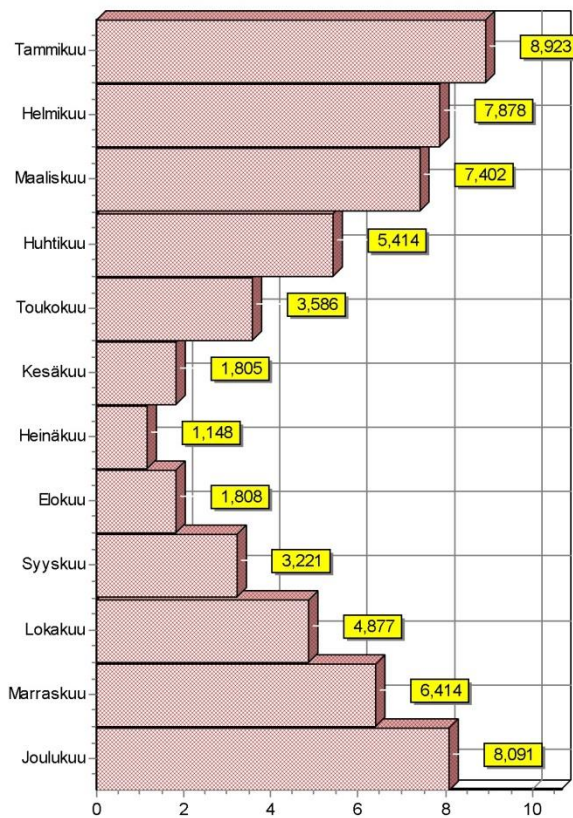
Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Ulkoseinä	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: US_alkup.

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	22.00
Puukuitulevy, huokoi	13.00
Mineraalivilla	100.00
Tervapaperi	1.00
Lastulevy	13.00



**Lämpöhäviö: (Yhteensä 60.567 kWh)**



**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.386 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	149.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	31.31 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	4175.198 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000240 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.593 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

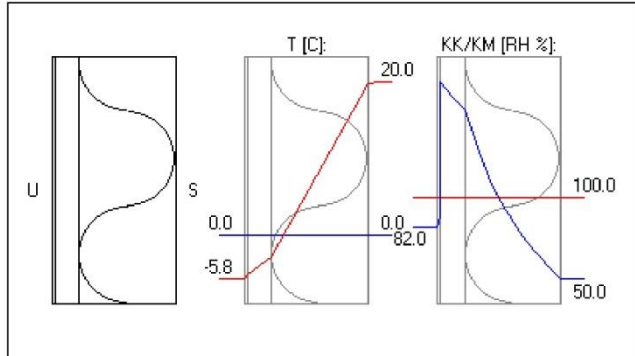
**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Yläpohja
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013
	Tunnus: YP

**Rakenteen pää tiedot:**

U-arvo: 0.098 W/m<sup>2</sup>K  
 Paksuus: 513.000 mm  
 Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
 Paino: 23.11 kg  
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 2188.883 m<sup>2</sup>hPa/g  
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000457 g/m<sup>2</sup>hPa  
 Lämmönvastus: 10.156 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, ulko: 0.040 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, sisä: 0.100 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 Puukuitulevy, huokoi	12.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
2 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
3 Sahanpuru	100.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
4 PAROC BLT 4 (Puhallu)	400.00	0.0450	3.780000e-04	0.00	0.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	LK [W/K](kpl):
3 Puu	0.1200	9.1	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Maaliskuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00
1	-5.70	100.0	81.3	81.3	0.00
2	-5.14	100.0	88.3	88.3	0.00
3	-5.13	100.0	171.0	100.0	341.96
4	-2.82	100.0	153.8	100.0	64.07
5	19.75	100.0	50.8	50.8	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

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

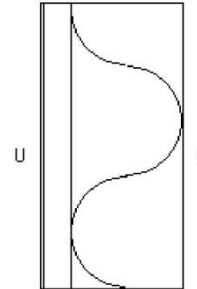
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

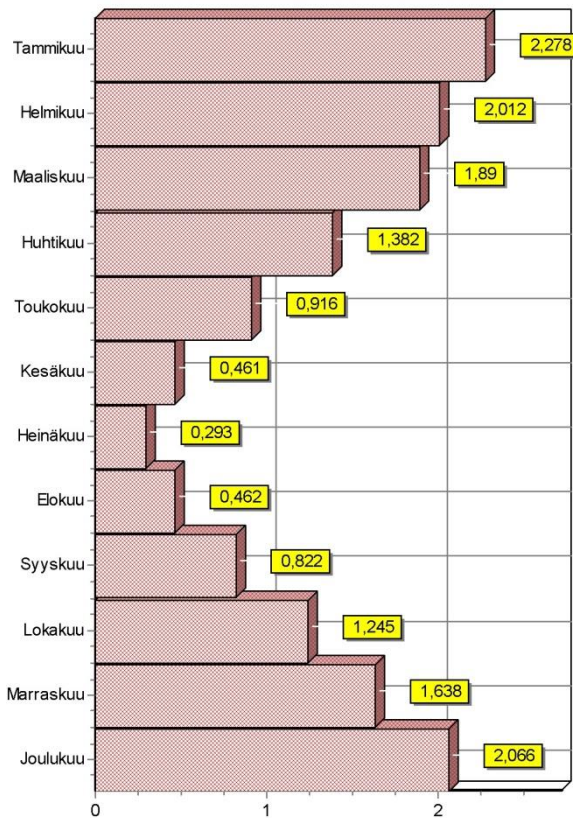
Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Yläpohja	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: YP

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Puukuitulevy, huokoi	12.00
Tervapaperi	1.00
Sahanpuru	100.00
PAROC BLT 4 (Puhallu)	400.00



**Lämpöhäviö: (Yhteensä 15.465 kWh)**



**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.098 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	513.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	23.11 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2188.883 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000457 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	10.156 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Lisätiedot:**



Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Yläpohja	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: YP

<p><b>Rakenteen pää tiedot:</b></p> <p>U-arvo: 0.098 W/m2K                  Paksuus: 513.000 mm                  Pinta-ala: 1.00 m2                  Paino: 23.11 kg                  Hinta: 0.00 euro</p> <p>Vesihöyryn vastus: 2188.883 m2hPa/g                  Vesih. läpäisykerroin: 0.000457 g/m2hPa                  Lämmönvastus: 10.156 m2K/W                  Pintavastus, ulko: 0.040 m2K/W                  Pintavastus, sisä: 0.100 m2K/W                  Kulma (0-90): 90.000</p>	
--	--

<b>Rakenteen kerrostiedot:</b>						Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:					
1	PAROC BLT 4 (Puhallu)	400.00	0.0450	3.780000e-04	0.00	0.00					
2	Sahanpuru	100.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00					
3	Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00					
4	Puukuitulevy, huokoi	12.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00					
	KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:	LK [W/K](kpl):					
2	Puu	0.1200	9.1	0.00	480.00	—					

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

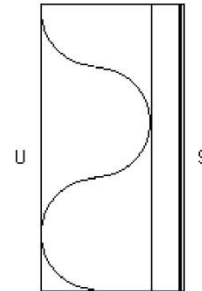
<b>Lämpötilat ja kosteudet:</b>						<b>Maaliskuu (744.0 h)</b>						<b>Lisätiedot:</b>
Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m2]:							
U	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00							
1	-5.70	100.0	81.3	81.3	0.00							
2	16.87	100.0	37.9	37.9	0.00							
3	19.17	100.0	35.4	35.4	0.00							
4	19.19	100.0	50.6	50.6	0.00							
5	19.75	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

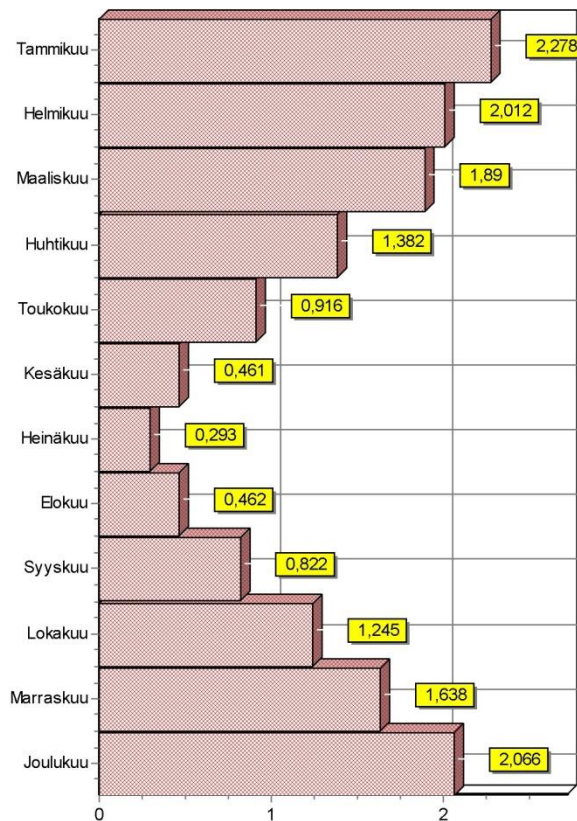
Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Yläpohja	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: YP

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
PAROC BLT 4 (Puhallu)	400.00
Sahanpuru	100.00
Tervapaperi	1.00
Puukuitulevy, huokoi	12.00



**Lämpöhäviö: (Yhteensä 15.465 kWh)**



**Rakenteen päätiedot:**

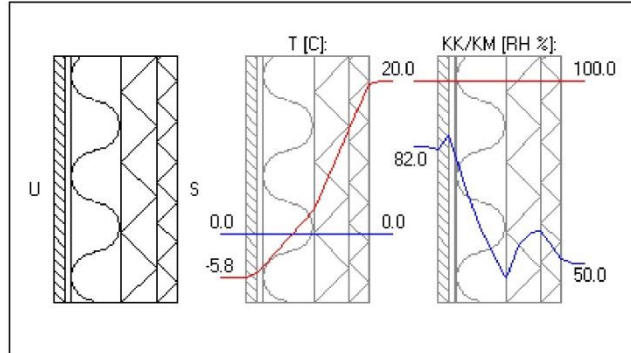
U-arvo:	0.098 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	513.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	23.11 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2188.883 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000457 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	10.156 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Ulkoseinä_SPU
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013
	Tunnus: US_SPU

**Rakenteen pää tiedot:**

U-arvo:	0.138 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	245.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	32.52 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	56648.458 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000018 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	7.269 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 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 Puu (mänty)	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Puukuitulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
3 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
4 Vintti-lita	70.00	0.0230	1.860000e-06	0.00	33.00
5 Hetivalmis-Anselmi (	40.00	0.0230	2.434700e-06	0.00	200.00
<b>KYLMÄSILTA:</b>					
3 Puu	0.1200	9.1	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Maaliskuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00
1	-5.66	100.0	81.1	81.1	0.00
2	-5.04	100.0	85.0	85.0	0.00
3	-4.23	100.0	80.0	80.0	0.00
4	3.20	100.0	45.9	45.9	0.00
5	13.61	100.0	58.9	58.9	0.00
6	19.56	100.0	51.4	51.4	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

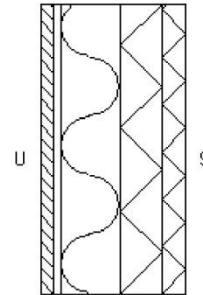
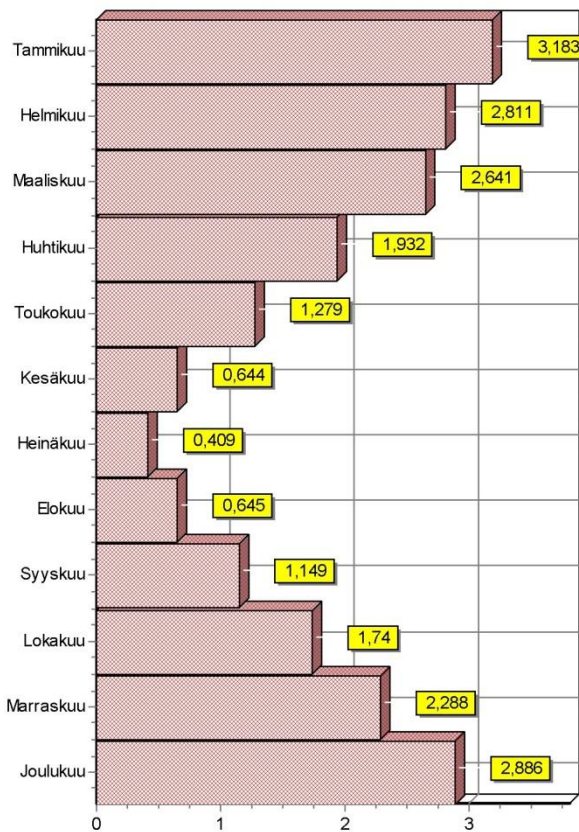
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Ulkoseinä_SPU
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013
	Tunnus: US_SPU

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	22.00
Puukuitulevy, huokoi	13.00
Mineraalivilla	100.00
Vintti-lita	70.00
Hetivalmis-Anselmi (	40.00

**Lämpöväiö: (Yhteensä 21.608 kWh)****Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.138 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	245.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	32.52 kg
Hinta:	0.00 euro

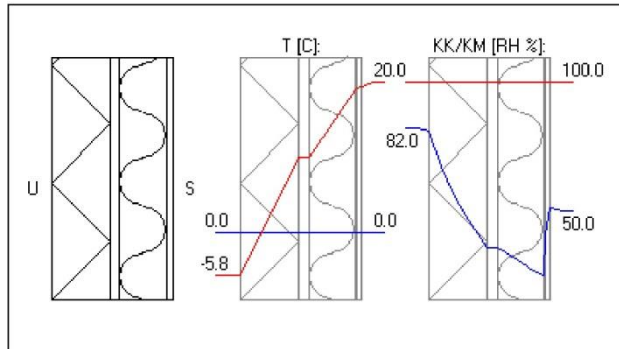
Vesihöyryn vastus:	56648.458 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000018 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	7.269 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Ulkoseinä_ParocRenova	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: US_ParocR

**Rakenteen pää tiedot:**

U-arvo:	0.168 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	258.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	15.49 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2129.962 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000469 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	5.956 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 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 PAROC Renova n	125.00	0.0330	3.780000e-04	0.00	0.00
2 Tuulettuva ilmarako	20.00	10.0000	1.000000e+01	0.00	0.00
3 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
4 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
5 Lastulewy	12.00	0.1300	1.800000e-05	0.00	700.00
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	LK [W/K](kpl):
3 Puu	0.1200	9.1	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA = Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Maaliskuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00
1	-5.63	100.0	80.9	80.9	0.00
2	10.04	100.0	36.2	36.2	0.00
3	10.05	100.0	36.2	36.2	0.00
4	19.05	100.0	25.2	25.2	0.00
5	19.08	100.0	40.8	40.8	0.00
6	19.46	100.0	51.7	51.7	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

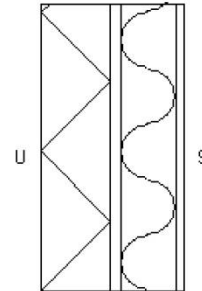
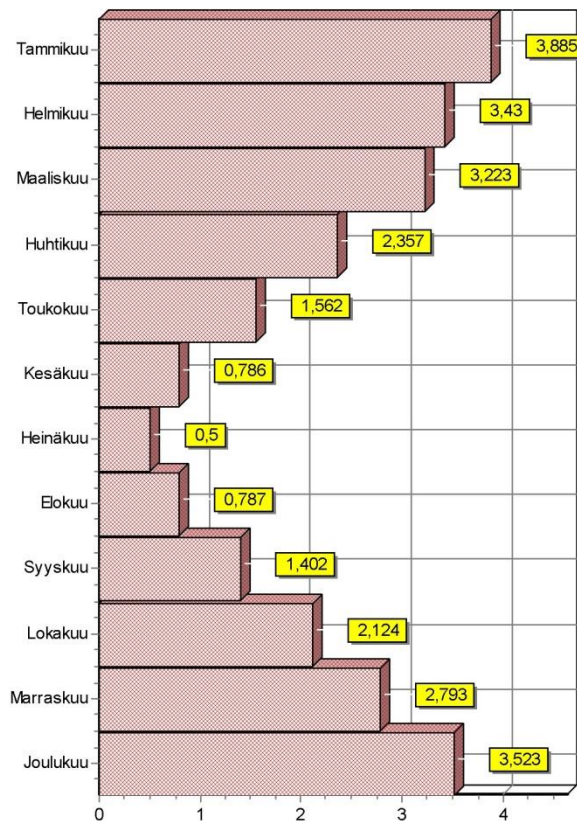
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Ulkoseinä_ParocRenova	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: US_ParocR

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
PAROC Renova n	125.00
Tuulettuva ilmarako	20.00
Mineraalivilla	100.00
Tervapaperi	1.00
Lastulevy	12.00


**Lämpöhäviö: (Yhteensä 26.371 kWh)**

**Rakenteen päätiedot:**

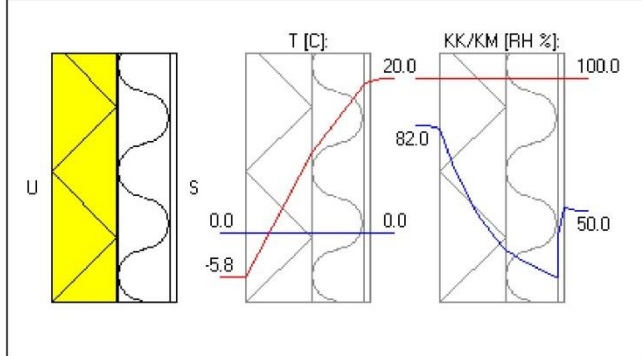
U-arvo:	0.168 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	258.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	15.49 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2129.962 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000469 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	5.956 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Ulkoseinä_Isover
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013
	Tunnus: US_Isover

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.161 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	238.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	15.49 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2129.960 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000469 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	6.198 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 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 ISOVER RKL-31 Facade	125.00	0.0310	3.780000e-04	0.00	0.00
2 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Lastulevy	12.00	0.1300	1.800000e-05	0.00	700.00
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	LK [W/K](kpl):
2 Puu	0.1200	9.1	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Maaliskuu (744.0 h)

**Lisätiedot:**

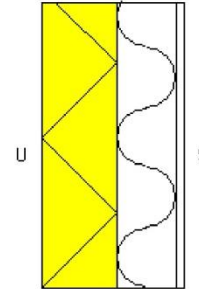
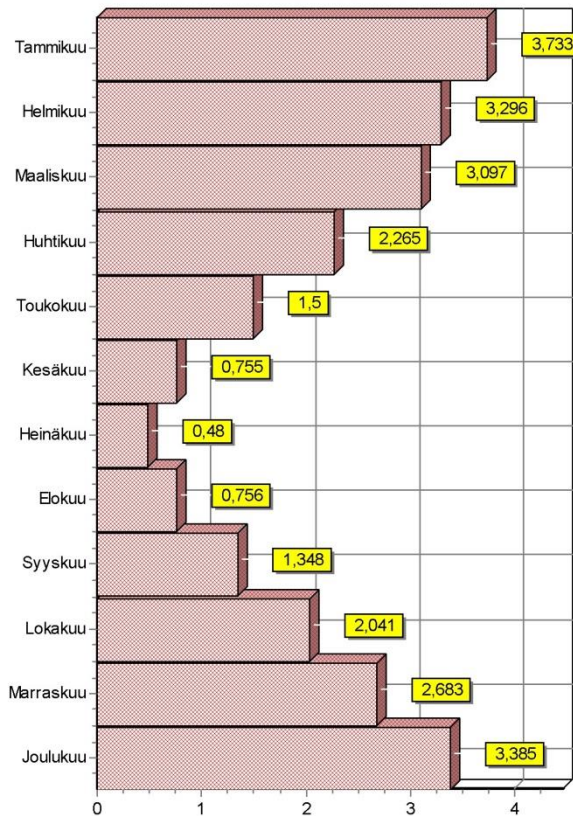
Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00
1	-5.64	100.0	80.9	80.9	0.00
2	10.42	100.0	35.3	35.3	0.00
3	19.09	100.0	25.1	25.1	0.00
4	19.11	100.0	40.8	40.8	0.00
5	19.48	100.0	51.6	51.6	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

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

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Ulkoseinä_Isover	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: US_Isover

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
ISOVER RKL-31 Facade	125.00
Mineraalivilla	100.00
Tervapaperi	1.00
Lastulevy	12.00

**Lämpöhäviö: (Yhteensä 25.340 kWh)****Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.161 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	238.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	15.49 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2129.960 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000469 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	6.198 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

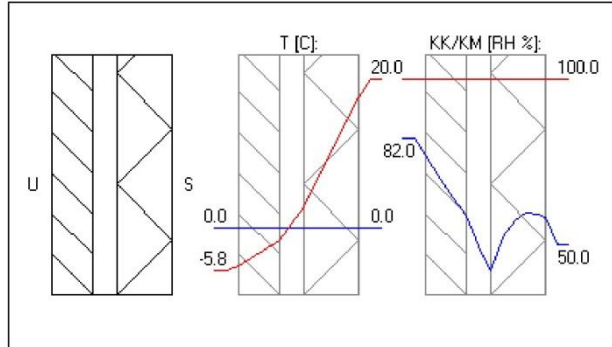
**Lisätiedot:**



Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Kellarin ulkoseinä_EPS	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: Kellari_A

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.736 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	65.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	21.11 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	473011.973
Vesih. läpäisykerroin:	0.000002 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	1.359 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 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 Puu (mänty)	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00		
2 Puukuitulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00		
3 EPS	30.00	0.0390	6.373600e-08	0.00	200.00		

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	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00
1	-5.04	100.0	77.0	77.0	0.00
2	-1.56	100.0	59.0	59.0	0.00
3	2.93	100.0	42.3	42.3	0.00
4	17.53	100.0	58.3	58.3	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

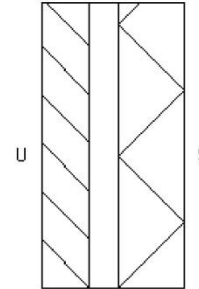
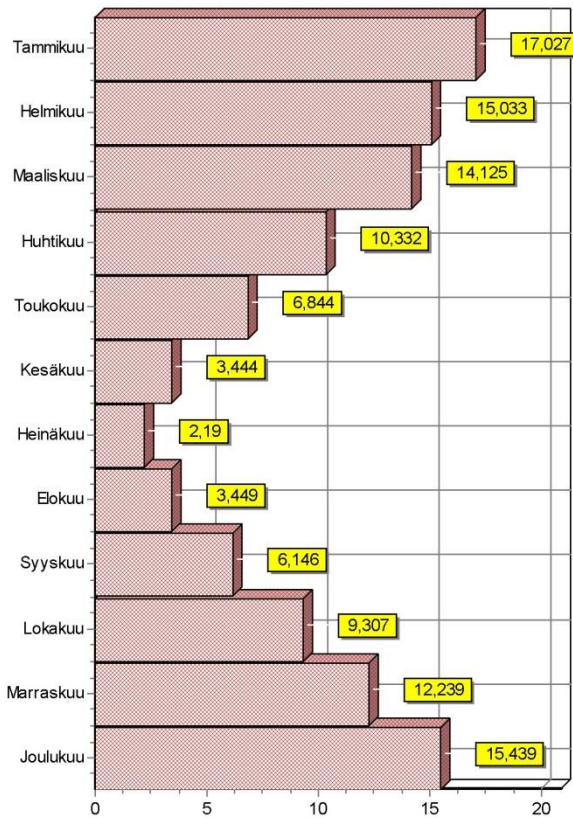
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Kellarin ulkoseinä_EPS	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: Kellari_A

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	22.00
Puukuitulevy, huokoi	13.00
EPS	30.00

**Lämpöhäviö: (Yhteensä 115.575 kWh)****Rakenteen päätiedot:**

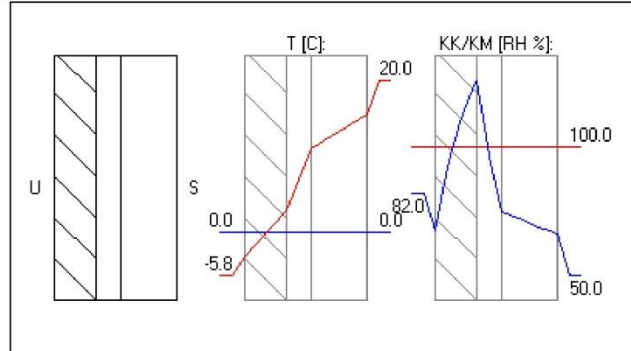
U-arvo:	0.736 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	65.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	21.11 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	473011.973 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000002 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	1.359 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Kellarin ulkoseinä_Sementtillastulevy
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013
	Tunnus: Kellari_B

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	1.333 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	65.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	36.11 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2945.370 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000340 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	0.750 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1	Puu (mänty)	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00
2	Puukuitulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
3	Sementtillastulevy	30.00	0.2300	4.800000e-05	0.00	700.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

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

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	Maaliskuu (744.0 h)				
	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00
1	-3.39	100.0	67.3	67.3	0.00
2	2.91	100.0	125.8	100.0	261.51
3	11.04	100.0	74.7	74.7	0.00
4	15.53	100.0	66.1	66.1	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

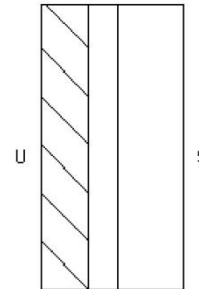
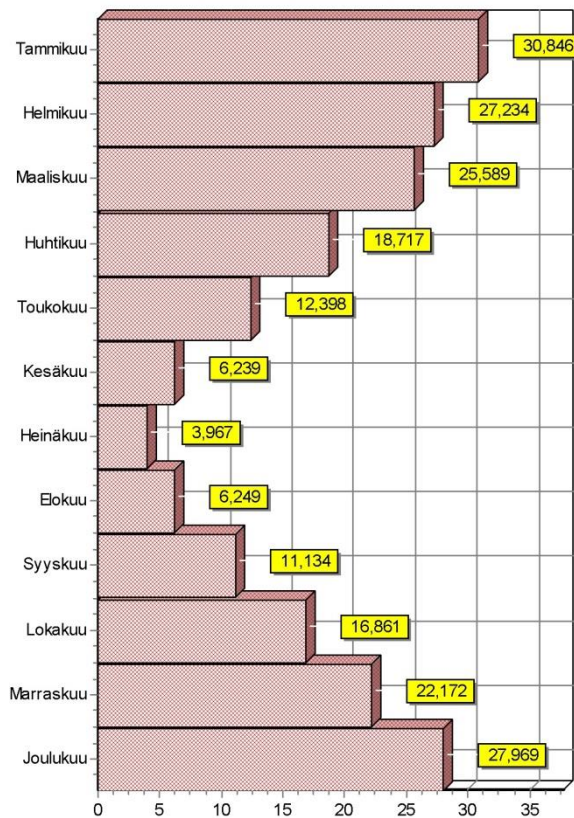
**Lisätiedot:****Tiivistymis- / homevaara ! (SK\_max = 100.0 %)**

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

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Kellarin ulkoseinä_Sementtillastulewy	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: Kellari_B

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	22.00
Puukuitulewy, huokoi	13.00
Sementtillastulewy	30.00

**Lämpöhäviö: (Yhteensä 209.374 kWh)****Rakenteen päätiedot:**

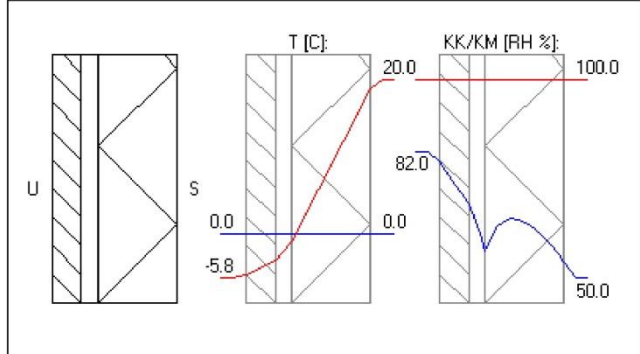
U-arvo:	1.333 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	65.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	36.11 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2945.370 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000340 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	0.750 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Kellarin ulkoseinä_SPU_Anselmi70mm	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: Kellari_SPU

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.393 W/m2K
Paksuus:	95.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m2
Paino:	22.91 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	554095.246
Vesih. läpäisykerroin:	0.000002 g/m2hPa
Lämmönvastus:	2.546 m2K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 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 Puu (mänty)	22.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00		
2 Puukuitulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00		
3 Hetivalmis-Anselmi A	60.00	0.0307	1.087400e-07	0.00	130.00		

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

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

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-5.80	100.0	82.0	82.0	0.00
1	-5.39	100.0	79.3	79.3	0.00
2	-3.54	100.0	68.8	68.8	0.00
3	-1.14	100.0	57.1	57.1	0.00
4	18.68	100.0	54.2	54.2	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

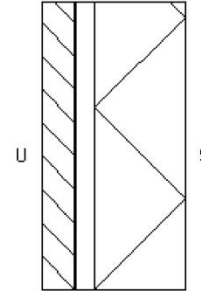
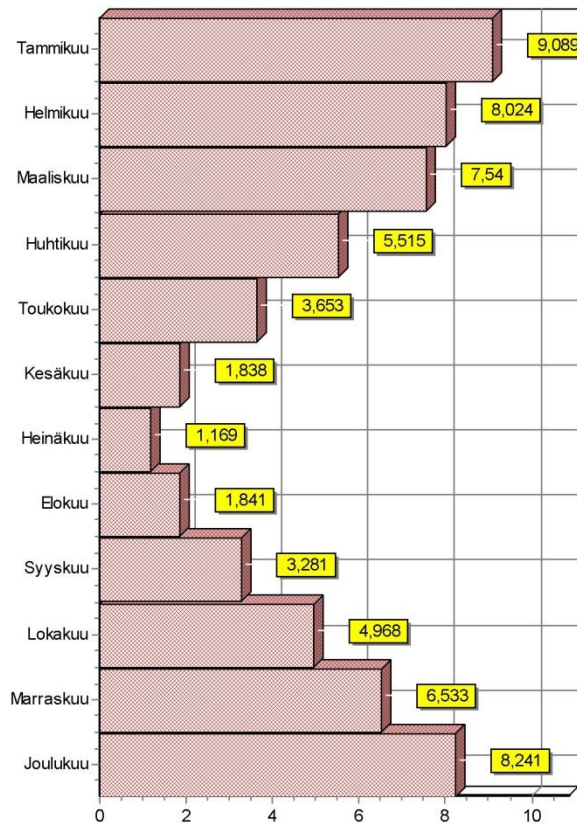
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

Rakennuskohde: Leppäranta	Sisältö: Kellarin ulkoseinä_SPU_Anselmi70mm	
Suunnittelija:	Päiväys: 8.4.2013	Tunnus: Kellari_SPU

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	22.00
Puukuitulevy, huokoi	13.00
Hetivalmis-Anselmi A	60.00

**Lämpöhäviö: (Yhteensä 61.691 kWh)****Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.393 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	95.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	22.91 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	554095.246 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000002 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.546 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Lisätiedot:**

**E-luvun laskennan lähtötiedot**

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Osoite</b>	Tervakoskentie 62, 85800, Haapajärvi
<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Omakotitalo
<b>Rakennusvuosi</b>	1969
<b>Lämmitetty nettoala</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Ilmanvuotoluku</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )

<b>Vyöhyke:</b>	Lämmitetty osa
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Ilmanvuotoluku:</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )

Rakennusvaipan umpiosat	Tyyppi	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	U A W/K
Rossipohja	Tuuletettu alapohja	100.00	0.293*	29.30
Yläpohja,lämmin tila	Yläpohja	100.00	0.10	9.80
Seinä,koillinen	Seinä	22.50	0.39	8.69
Seinä,kaakko	Seinä	22.00	0.39	8.49
Seinä,lounas	Seinä	27.45	0.39	10.60
Ovi,lounas	Ulko-ovi	1.89	1.08	2.04

\* U-arvo ilman maan vastusta

Kylmäsiilat	Tyyppi	Pituus m	Konduktanssi W/mK	Lämpöhäviökerroin W/K
US-YP	US-YP, Puu, Puu	42.20	0.05	2.11
US-AP	US-AP, Puu, Puu	42.20	0.06	2.53
Nurkat	Sisänurkka, Puu	17.50	-0.04	-0.70
Ikkunat ja ovet	Ikkuna/Ovi, Puu	61.00	0.04	2.44

Ikkunat	Suunta	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	G-arvo
Ikkuna,koillinen	Koillinen	12.60	2.49	0.75
Ikkuna,lounas	Lounas	8.46	2.49	0.75

Ilmanvaihtolaitteet	Ilman lämpötila C	SFP-luku kW/(m <sup>3</sup> /s)	Lämpötilasuhde	Ajat	Ilmavirta m <sup>3</sup> /s
Painovoimainen ilmanvaihto	0.00	0.00	0.00	Ma-Su 0-24	0.00

Lämmitysjärjestelmät	Tyyppi	Lämmöntuoton hyötysuhde	Jakojärjestelmän hyötysuhde	Lämpökerroin	Lämpöpumpun teho kW
Öljy	standardi öljy	0.81	0.80	-	-
Puu	puukattila	0.70	0.85	-	-
Ilmalämpöpumppu	ILP	-	1.00	2.80	5.00

Lämmin käyttövesi	LKV:n käyttö	Yhteensä
Vyöhyke	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a)	m <sup>3</sup> /a
Lämmitetty osa	0.60	60.00

LKV:n lämmitysjärjestelmät	Lämmöntuoton hyötysuhde	Lämpökerroin
Öljy	0.81	-
Puu	0.70	-

Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus	Käyttöaste
Vyöhyke	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	-
Lämmitetty osa	2.00	3.00	8.00	0.6 (0.1)*

\* Valaistuksen käyttöaste on 0,1

<b>Päiväys</b>	<b>Allekirjoitus</b>	<b>Nimen selvennys</b>
14.4.2013		

**Rakennuksen lämmitysteho**

<b>Vyöhyke</b>	<b>Lämmitetty osa</b>
Rossipohja	1275.21 W
Seinä,koillinen	416.88 W
Seinä, kaakko	407.62 W
Seinä,lounas	508.59 W
Yläpohja,lämmin tila	470.4 W
Ovi,lounas	97.98 W
Ikkuna,koillinen	1505.95 W
Ikkuna,lounas	1011.14 W
<b>Kylmäsilat:</b>	
US-YP	101.28 W
US-AP	121.54 W
Nurkat	-33.6 W
Ikkunat ja ovet	117.12 W
<b>Rakenteet yhteensä</b>	<b>6000.11 W</b>
<b>Painovoimainen ilmanvaihto:</b>	
Tuloilma	22 W
Jälkilämmityspatteri	0 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve	58800 W
Vuotoilma	533.33 W
<b>Kokonaistehontarve vyöhykkeelle</b>	<b>65355.44 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	
<b>Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve</b>	<b>6533 W</b>
<b>Ilmanvaihdon lämmitystehontarve</b>	<b>0 W</b>
<b>Käyttöveden lämmitystehontarve</b>	<b>58800 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	<b>65355 W</b>



**Tasauslaskenta**

<b>Rakennuskohde</b>	<b>Opinnäytetyö, Leppäranta (YLLÄPITO: ks. Energiaselvityksen tiedot -&gt; Lisätiedot)</b>
<b>Rakennustunnus</b>	<b>1.00</b>
Rakennustyyppi	Pientalo tai rivitalo
Käyttötarkoituksiluokka	Omakotitalo
Tasauslaskelman tekijä:	Laura Rautio
Päiväys	16.5.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	<b>EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA</b>

**Rakennuksen laajuustiedot**

Rakennustilavuus	360.50 m <sup>3</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	100.00 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoli-lämpimät tilat	0.00 m <sup>2</sup>
Rakennusluokka	1.00
Rakennuksen kerrosmäärä	1.00

Perustiedot Vyöhyke: Lämmitetty osa <b>RAKENNUSOSAT</b>	Pinta-alat [A], m <sup>2</sup>		U-arvot [U], W/(m <sup>2</sup> K)			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö [H = A * U], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila							
Seinä,koillinen	24.08	22.50	0.17	0.60	0.39	4.09	8.69
Seinä, kaakko	23.54	22.00	0.17	0.60	0.39	4.00	8.49
Seinä,lounas	29.37	27.45	0.17	0.60	0.39	4.99	10.60
Yläpohja,lämmin tila	100.00	100.00	0.09	0.60	0.10	9.00	9.80
Rossipohja	100.00	100.00	0.17	0.60	0.27*	17.00	26.57
Ikkuna,koillinen	9.58	12.60	1.00	1.80	2.49	9.58	31.37
Ikkuna,lounas	6.44	8.46	1.00	1.80	2.49	6.44	21.07
Ovi,lounas	1.89	1.89	1.00	1.80	1.08	1.89	2.04
<b>Yhteensä</b>	<b>294.90</b>	<b>294.90</b>				<b>57.00</b>	<b>118.62</b>

\* U-arvo sisältäen maan lämmönvastuksen (rakenteen u-arvo lähtötietolomakkeessa)

VAIPAN ILMANVUODOT	Ilmanvuotoluku [q <sub>so</sub> ], m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Vuotoilma				
Lämmin tila	2.00	4.00	5.56	11.11

ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta [q], m <sup>3</sup> /s		Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, [h], %		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q * (1-h)], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihto						
Painovoimainen ilmanvaihto (ei LTO-vaatimusta)	0.04	0.04	0.00	0.00	40.00	40.00

Vyöhykkeen lämpöhäviöiden tasaus		Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
<b>Lämpimän tilan ominaislämpöhäviö yhteensä</b>	<b>102.55</b>	<b>169.73</b>	

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus		Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>	<b>102.55</b>	<b>169.73</b>	
<b>Puoli-lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta (YLLÄPITO: ks. Energiaselvityksen tiedot -> Lisätiedot)		
<b>Rakennustunnus</b>	1.00		
<b>Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista</b>			
<b>Pinta-alat</b>			
Vertailuikkunapinta-ala on 15% yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaaloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta			
	kyllä	ei	
	X		
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa			
- lämpimissä tiloissa	X		
- puoliämpimissä tiloissa	X		
<b>Rakennusosien U-arvot</b>			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia			
	kyllä	ei	
		X	
<b>Rakennusvaipan ilmanpitävyys</b>			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen			
	kyllä	ei	
	X		
- lämpimissä tiloissa		Enimmäisarvo	Suunnitteluarvo
		4.00	4.00
- puoliämpimissä tiloissa	X	4.00	0.00
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen			
	kyllä	ei	
		X	
- lämpimissä tiloissa		Vertailuarvo	Suunnitteluarvo
		102.55	169.73
- puoliämpimissä tiloissa	X	0.00	0.00
<b>Tarkistuslistan yhteenveto</b>			
<b>Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset</b>			
	kyllä	ei	
		X	
<b>Lisäselvitykset</b>			
<b>Rakennuksen ilmanpitävyys</b>			
Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvoa. Suunnitteluarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Rakennusvaipan ilmanvuotoluku saa olla enintään 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ), mutta ilmanvuotoluku voi ylittää tämän arvon, jos rakennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä. Jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mittaamalla tai muulla menettelyllä, rakennusvaipan ilmanvuotolukuna käytetään arvoa 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ).			
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde</b>			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voidaan määrittää lämmöntalteenottolaitteen valmistajan ilmoittaman varmennetun vuosihyötysuhteen perusteella. Ohjeita vuosihyötysuhteen määrittämiseksi esitetään ympäristöministeriön monisteessa 122 ja tasauslaskentaoppaassa. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde määritetään osassa D3/2012 esitetyn säävyöhyke 1:n säätiedoilla (Helsinki-Vantaa).			

**E-luvun laskennan tulokset**

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Osoite</b>	Tervakoskentie 62, 85800, Haapajärvi
<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Pientalo tai rivitalo
<b>Käyttötarkoituksiluokka</b>	Omakotitalo
<b>Rakennusvuosi</b>	1969
<b>Lisätiedot</b>	Rakennuksessa painovoimainen ilmanvaihto sekä äljy-puu-yhdistelmäkatilla. Kylmäiltoihin on laskettu ikkunoiden osalta vain pesuhuoneen ikkunat.

Vyöhyke	E-luku kWh/m <sup>2</sup>	Raja	Luokka	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Tyyppi
<b>Koko rakennus</b>	<b>267</b>	<b>204</b>	<b>D</b>	<b>100</b>	<b>Pientalo tai rivitalo</b>
Lämmitetty osa	267	204	D	100	Pientalo tai rivitalo

<b>Vyöhyke:</b>	Lämmitetty osa
<b>Tyyppi:</b>	Pientalo tai rivitalo
<b>Käyttötarkoitus:</b>	Omakotitalo
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	100 m <sup>2</sup>

E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	2615.00	1,7	4445.00	44.00
Kaukolämpö	0.00	0,7	0.00	0.00
Kaukojäähdytys	0.00	0,4	0.00	0.00
Uusiutuva polttoaine	0.00	0,5	0.00	0.00
Fossiilinen polttoaine	22172.00	1.00	22172.00	222.00
<b>Yhteensä</b>	<b>24787.00</b>	<b>-</b>	<b>26617.00</b>	<b>266.00</b>

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinkosähkö	0.00	0.00
Aurinkolämpö	0.00	0.00
Tuulisähkö	0.00	0.00
Lämpöpumppu	0.00	0.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukolämpö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Polttoaine kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Öljy	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.99	0.00	158.04	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	63.68	0.00
Puu	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.38	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Ilmalämpöpumppu	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet	-	-	-	-
Painovoimainen ilmanvaihto	0.00	0.00	0.00	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n apulaitteet	0.00	0.00	0.00	0.00
Jäähdytysjärjestelmä	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0.00	0.00	0.00
<b>Yhteensä</b>	<b>26.15</b>	<b>0.00</b>	<b>221.72</b>	<b>0.00</b>


<sup>1</sup> Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	11091.00	110.91
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>	0.00	0.00
LKV:n valmistus	5106.00	51.06
Jäähdytys	0.00	0.00

<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
--------------	-------	------------------------

ID 12.3.895.1488	2/2	
Aurinko	7662.00	76.62
Ihmiset	1051.00	10.51
Kuluttajalaitteet	1577.00	15.77
Valaistus	701.00	7.01
LKV	220.00	2.20
<b>Laskentatyökalun nimi ja versio:</b>	Energiajunior 12.3	
<b>Energiaselvityksen tekijä:</b>	OAMK OAMK	
<b>Päsuunnittelija:</b>		
<b>Päiväys</b>	<b>Allekirjoitus</b>	<b>Nimen selvennys</b>
14.4.2013		

ID:12.3.895.1488 www.energiainfo.fi



# ENERGIATODISTUS

## Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**  
 Osoite: **Tervakosentie 62**  
**85800 Haapajärvi**

Valmistumisvuosi: **1969**  
 Rakennustunnus: **1**  
 Asuntojen lukumäärä: **1**

## Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi): **211**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

**Katvala Sakari ja Tuula**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

**Laura Rautio**

Todistuksen antamispäivä:

**14.4.2013**

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

**13.4.2023**

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen.

ID 12.3.895.1488 www.energiainjuri.fi



## ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

### Rakennuksen laajuustiedot

<b>Bruttoala</b>	<b>106,8 brm<sup>2</sup></b>	<b>Ilmatilavuus</b>	<b>250,00 m<sup>3</sup></b>
<b>Rakennustilavuus</b>	<b>360,5 rak-m<sup>3</sup></b>	<b>Henkilömäärä</b>	<b>2</b>
<b>Huoneistoala</b>	<b>98 hum<sup>2</sup></b>		

### Rakenteet

<u>Rakennusosat</u>	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
<b>Ulkoseinät</b>				
Seinä,koillinen	22,50	0,386		
Seinä, kaakko	22,00	0,386		
Seinä,lounas	27,45	0,386		
<b>Yläpohja</b>				
Yläpohja,lämmin tila	100,00	0,098		
<b>Alapohja</b>				
Rossipohja	100,00	0,293		
<b>Ovet</b>				
Ovi,lounas	1,89	1,08		
<b>Ikkunat</b>			<b>g<sub>kohtisuora</sub></b>	<b>F<sub>kehä</sub></b>
Koilliseen				
Ikkuna,koillinen	12,60	2,49	0,75	0,75
Lounaaseen				
Ikkuna,lounas	8,46	2,49	0,75	0,75

Tehollinen lämpökapasiteetti C<sub>rak omin.</sub> **40,00 Wh(brm<sup>2</sup>K)**

### Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n <sub>50</sub>	<b>Lämmitetty osa</b>	<b>4,0</b> 1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	<b>Painovoimainen ilmanvaihto</b>	<b>0,035</b> m <sup>3</sup> /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde		<b>0</b> %

### Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	<b>43,80</b> m <sup>3</sup> /vuosi
Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus	kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

### Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	<b>Öljy</b>	kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Sisältää käyttöveden lämmityksen		
Lämmönjakotapa	<b>Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön</b>	
Lämmönvaraajat	<b>Varaaja , 50 l</b>	
Lämpimän käyttöveden kiertojohto		kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>
Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita		kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

ID 12.3.885.1488 www.energiainjuri.fi



**Energiatohokkuusluvun laskenta**

Lämmitysenergian kulutus	<b>17 243 kWh/vuosi</b>
Laitesähköenergian kulutus	<b>5 340 kWh/vuosi</b>
Jäähdytysenergian kulutus	<b>0 kWh/vuosi</b>
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	<b>22 583 kWh/vuosi</b>
<b>Rakennuksen energiatohokkuusluku</b>	<b>211 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>

## E-luvun laskennan lähtötiedot

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Osoite</b>	Tervakoskentie 62, 85800, Haapajärvi
<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Omakotitalo
<b>Rakennusvuosi</b>	1969
<b>Lämmitetty nettoala</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Ilmanvuotoluku</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )

<b>Vyöhyke:</b>	Lämmitetty osa
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Ilmanvuotoluku:</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )

Rakennusvaipan umpiosat	Tyyppi	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	U A W/K
Rossipohja	Tuuletetty alapohja	100.00	0.293*	29.30
Yläpohja,lämmin tila	Yläpohja	100.00	0.10	9.80
Seinä,koillinen	Seinä	22.50	0.39	8.69
Seinä, kaakko	Seinä	22.00	0.39	8.49
Seinä,lounas	Seinä	27.45	0.39	10.60
Ovi,lounas	Ulko-ovi	1.89	1.08	2.04

\* U-arvo ilman maan vastusta

Kylmäsiilat	Tyyppi	Pituus m	Konduktanssi W/mK	Lämpöhäviökerroin W/K
	-			

Ikkunat	Suunta	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	G-arvo
	-			
Ikkuna,koillinen	Koillinen	12.60	2.49	0.75
Ikkuna,lounas	Lounas	8.46	2.49	0.75

Ilmanvaihtolaitteet	Ilman lämpötila C	SFP-luku kW/(m <sup>3</sup> /s)	Lämpötilasuhde	Ajat	Ilmavirta m <sup>3</sup> /s
Iv-kone	0.00	1.40	0.00	Ma-Su 0-24	0.10

Lämmitysjärjestelmät	Tyyppi	Lämmöntuoton hyötysuhde	Jakojärjestelmän hyötysuhde	Lämpökerroin	Lämpöpumpun teho kW
Puu	puukattila	0.70	0.85	-	-
Ilmalämpöpumppu	ILP	-	1.00	2.80	5.00

Lämmin käyttövesi	LKV:n käyttö m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a)	Yhteensä m <sup>3</sup> /a
Vyöhyke	0.60	60.00

LKV:n lämmitysjärjestelmät	Lämmöntuoton hyötysuhde	Lämpökerroin
Puu	0.70	-

Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt W/m <sup>2</sup>	Kuluttajalaitteet W/m <sup>2</sup>	Valaistus W/m <sup>2</sup>	Käyttöaste
Vyöhyke	2.00	3.00	8.00	0.6 (0.1)*

\* Valaistuksen käyttöaste on 0,1

<b>Päiväys</b>	<b>Allekirjoitus</b>	<b>Nimen selvennys</b>
12.4.2013		



**Rakennuksen lämmitysteho**

<b>Vyöhyke</b>	<b>Lämmitetty osa</b>
Rossipohja	1275.21 W
Seinä,koillinen	416.88 W
Seinä, kaakko	407.62 W
Seinä,lounas	508.59 W
Yläpohja,lämmin tila	470.4 W
Ovi,lounas	97.98 W
Ikkuna,koillinen	1505.95 W
Ikkuna,lounas	1011.14 W

**Kylmäsillat:**

<b>Rakenteet yhteensä</b>	<b>5693.77 W</b>
---------------------------	------------------

**Iv-kone:**

Tuloilma	2090 W
Jälkilämmityspatteri	2470 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve	58800 W
Vuotoilma	533.33 W

<b>Kokonaistehontarve vyöhykkeelle</b>	<b>69587.1 W</b>
--	------------------

**Rakennuksen lämmitystehontarve**

<b>Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve</b>	<b>8697 W</b>
<b>Ilmanvaihdon lämmitystehontarve</b>	<b>2470 W</b>
<b>Käyttöveden lämmitystehontarve</b>	<b>58800 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	<b>69587 W</b>

## Tasauslaskenta

<b>Rakennuskohde</b>	<b>Opinnäytetyö, Leppäranta</b>
<b>Rakennustunnus</b>	<b>1.00</b>
Rakennustyyppi	Pientalo tai rivitalo
Käyttötarkoitusluokka	Omakotitalo
Tasauslaskelman tekijä:	Laura Rautio
Päiväys	12.4.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	<b>EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA</b>

## Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	360.50 m <sup>3</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	100.00 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0.00 m <sup>2</sup>
Rakennusluokka	1.00
Rakennuksen kerros määrä	1.00

Perustiedot						Lämpöhäviöiden tasaus	
Vyöhyke: Lämmitetty osa RAKENNUSOSAT	Pinta-alat [A], m <sup>2</sup>		U-arvot [U], W/(m <sup>2</sup> K)			Ominaislämpöhäviö [H = A * U], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila							
Seinä,koillinen	24.08	22.50	0.17	0.60	0.39	4.09	8.69
Seinä, kaakko	23.54	22.00	0.17	0.60	0.39	4.00	8.49
Seinä,lounas	29.37	27.45	0.17	0.60	0.39	4.99	10.60
Yläpohja,lämmin tila	100.00	100.00	0.09	0.60	0.10	9.00	9.80
Rossipohja	100.00	100.00	0.17	0.60	0.27*	17.00	26.57
Ikkuna,koillinen	9.58	12.60	1.00	1.80	2.49	9.58	31.37
Ikkuna,lounas	6.44	8.46	1.00	1.80	2.49	6.44	21.07
Ovi,lounas	1.89	1.89	1.00	1.80	1.08	1.89	2.04
<b>Yhteensä</b>	<b>294.90</b>	<b>294.90</b>				<b>57.00</b>	<b>118.62</b>

\* U-arvo sisältäen maan lämmönvastuksen (rakenteen u-arvo lähtötietolomakkeessa)

VAIPAN ILMANVUODOT	Ilmanvuotoluku [q <sub>50</sub> ], m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Vuotoilma				
Lämmin tila	2.00	4.00	5.56	11.11

ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta [q], m <sup>3</sup> /s		Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, [h], %		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q * (1-h)], W/K		
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto							
Iv-kone (ei LTO-vaatimusta)	0.04	0.04	0.00	0.75	40.00	10.00	
<b>Vyöhykkeen lämpöhäviöiden tasaus</b>						<b>Vertailu- ratkaisu</b>	<b>Suunnittelu- ratkaisu</b>
<b>Lämpimän tilan ominaislämpöhäviö yhteensä</b>						<b>102.55</b>	<b>139.73</b>

	Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>		
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>	<b>102.55</b>	<b>139.73</b>
<b>Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

<b>Rakennuskohde</b>	<b>Opinnäytetyö, Leppäranta</b>		
<b>Rakennustunnus</b>	<b>1.00</b>		
<b>Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista</b>			
<b>Pinta-alat</b>			
Vertailuikkunapinta-ala on 15% yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuisissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- puoliämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennusosien U-arvot</b>			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Rakennusvaipan ilmanpitävyys</b>			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>
- puoliämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>4.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus</b>			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input type="checkbox"/>	<b>102.55</b>	<b>139.73</b>
- puoliämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Tarkistuslistan yhteenveto</b>			
<b>Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Lisäselvitykset</b>			
<b>Rakennuksen ilmanpitävyys</b>			
Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvoa. Suunnitteluarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Rakennusvaipan ilmanvuotoluku saa olla enintään 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ), mutta ilmanvuotoluku voi ylittää tämän arvon, jos rakennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä. Jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mittaamalla tai muulla menettelyllä, rakennusvaipan ilmanvuotolukuna käytetään arvoa 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ).			
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde</b>			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voidaan määrittää lämmöntalteenottolaitteen valmistajan ilmoittaman varmennetun vuosihyötysuhteen perusteella. Ohjeita vuosihyötysuhteen määrittämiseksi esitetään ympäristöministeriön monisteessa 122 ja tasauslaskentaoppaassa. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde määritetään osassa D3/2012 esitetyn säävyöhykke 1:n säätiedoilla (Helsinki-Vantaa).			

## E-luvun laskennan tulokset

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Osoite</b>	Tervakoskentie 62, 85800, Haapajärvi
<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Pientalo tai rivitalo
<b>Käyttötarkoitukseluokka</b>	Omakotitalo
<b>Rakennusvuosi</b>	1969
<b>Lisätiedot</b>	Rakennuksessa koneellinen ilmanvaihto sekä puukattila. Kylmäsiltoja ei ole.

Vyöhyke	E-luku kWh/m <sup>2</sup>	Raja	Luokka	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Tyyppi
<b>Koko rakennus</b>	<b>178</b>	<b>204</b>	<b>C</b>	<b>100</b>	<b>Pientalo tai rivitalo</b>
Lämmitetty osa	178	204	C	100	Pientalo tai rivitalo

<b>Vyöhyke:</b>	Lämmitetty osa
<b>Tyyppi:</b>	Pientalo tai rivitalo
<b>Käyttötarkoitus:</b>	Omakotitalo
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	100 m <sup>2</sup>

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	3006.00	1,7	5110.00	51.00
Kaukolämpö	0.00	0,7	0.00	0.00
Kaukojäähdytys	0.00	0,4	0.00	0.00
Uusiutuva polttoaine	25205.00	0,5	12603.00	126.00
Fossiilinen polttoaine	0.00	1.00	0.00	0.00
<b>Yhteensä</b>	<b>28211.00</b>	<b>-</b>	<b>17713.00</b>	<b>177.00</b>

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinkosähkö	0.00	0.00
Aurinkolämpö	0.00	0.00
Tuulisähkö	0.00	0.00
Lämpöpumppu	0.00	0.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukolämpö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Polttoaine kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Puu	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.38	0.00	178.35	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	73.70	0.00
Ilmalämpöpumppu	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet	-	-	-	-
Iv-kone	4.91	0.00	0.00	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n apulaitteet	0.00	0.00	0.00	0.00
Jäähdytysjärjestelmä	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0.00	0.00	0.00
<b>Yhteensä</b>	<b>30.06</b>	<b>0.00</b>	<b>252.05</b>	<b>0.00</b>

<sup>1</sup> ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	11510.00	115.10
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>	0.00	0.00
LKV:n valmistus	5106.00	51.06
Jäähdytys	0.00	0.00

<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	7662.00	76.62
Ihmiset	1051.00	10.51
Kuluttajalaitteet	1577.00	15.77
Valaistus	701.00	7.01
LKV	220.00	2.20

ID 12.3.895.1488

2/2



---

**Laskentatyökalun nimi ja versio:** Energijunior 12.3

---

**Energiaselvityksen tekijä:** OAMK OAMK

---

**Pääsuunnittelija:**

---

**Päiväys**  
12.4.2013**Allekirjoitus****Nimen selvennys**

---

## ENERGIATODISTUS

**Rakennus**

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**  
 Osoite: **Tervakoskentie 62**  
**85800 Haapajärvi**

Valmistumisvuosi: **1969**

Rakennustunnus: **1**

Asuntojen lukumäärä: **1**

**Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu**

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

*Paljon kuluttava*

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

**218**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

**Katvala Sakari ja Tuula**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

**Laura Rautio**

Todistuksen antamispäivä:

**12.4.2013**

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

**11.4.2023**

ID 12.3.895.1488 www.energiajunior.fi

la mit .fi

## ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

### Rakennuksen laajuustiedot

<b>Bruttoala</b>	<b>106,8 brm<sup>2</sup></b>	<b>Ilmatilavuus</b>	<b>250,00 m<sup>3</sup></b>
<b>Rakennustilavuus</b>	<b>360,5 rak-m<sup>3</sup></b>	<b>Henkilömäärä</b>	<b>2</b>
<b>Huoneistoala</b>	<b>98 hum<sup>2</sup></b>		

### Rakenteet

<u>Rakennusosat</u>	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
<b>Ulkoseinät</b>				
Seinä,koillinen	22,50	0,386		
Seinä, kaakko	22,00	0,386		
Seinä,lounas	27,45	0,386		
<b>Yläpohja</b>				
Yläpohja,lämmin tila	100,00	0,098		
<b>Alapohja</b>				
Rossipohja	100,00	0,293		
<b>Ovet</b>				
Ovi,lounas	1,89	1,08		
<b>Ikkunat</b>			$g_{\text{kohtisuora}}$	$F_{\text{kehä}}$
Koilliseen				
Ikkuna,koillinen	12,60	2,49	0,75	0,75
Lounaaseen				
Ikkuna,lounas	8,46	2,49	0,75	0,75

**Tehollinen lämpökapasiteetti  $C_{\text{rak omin.}}$  40,00 Wh(brm<sup>2</sup>K)**

### Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku $n_{50}$	<b>Lämmitetty osa</b>	<b>4,0</b> 1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	<b>lv-kone</b>	<b>0,035</b> m <sup>3</sup> /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyötysuhde		<b>75</b> %

### Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	<b>43,80</b> m <sup>3</sup> /vuosi
Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus	kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

### Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	<b>Puu</b>	kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Sisältää käyttöveden lämmityksen		
Lämmönjakotapa	<b>Vesiradiaattori 45/35 C jakojohdot eristämätön</b>	
Lämmönvaraajat	<b>Varaaja , 50 l</b>	
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo		kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>
Kiertojohdtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita		kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

ID 12.3.995.1488 www.energiainjuri.fi

la .mit. .fi

**Energiätehoisuusluvun laskenta**

Lämmitysenergian kulutus	17 924 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	5 340 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	23 264 kWh/vuosi
<b>Rakennuksen energiatehoisuusluku</b>	<b>218 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>



ID 12.3.895.1488

1/1

**E-luvun laskennan lähtötiedot**

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Osoite</b>	Tervakoskentie 62, 85800, Haapajarvi
<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Omakotitalo
<b>Rakennusvuosi</b>	1969
<b>Lämmitetty nettoala</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Ilmanvuotoluku</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )

<b>Vyöhyke:</b>	Lämmitetty osa
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Ilmanvuotoluku:</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )

Rakennusvaipan umpiosat	Tyyppi	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	U A W/K
Rossipohja	Tuuletettu alapohja	100.00	0.293*	29.30
Yläpohja,lämmin tila	Yläpohja	100.00	0.10	9.80
Seinä,koillinen	Seinä	22.50	0.14	3.11
Seinä,kaakko	Seinä	22.00	0.14	3.04
Seinä,lounas	Seinä	27.45	0.14	3.79
Ovi,lounas	Ulko-ovi	1.89	1.08	2.04

\* U-arvo ilman maan vastusta

Kylmäsiilat	Tyyppi	Pituus m	Konduktanssi W/mK	Lämpöhäviökerroin W/K
	-			

Ikkunat	Suunta	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	G-arvo
	-			-
Ikkuna,koillinen	Koillinen	12.60	2.49	0.75
Ikkuna,lounas	Lounas	8.46	2.49	0.75

Ilmanvaihtolaitteet	Ilman lämpötila C	SFP-luku kW/(m <sup>3</sup> /s)	Lämpötilasuhde	Ajat	Ilmavirta m <sup>3</sup> /s
lv-kone	0.00	1.40	0.00	Ma-Su 0-24	0.10

Lämmitysjärjestelmät	Tyyppi	Lämmöntuoton hyötysuhde	Jakojärjestelmän hyötysuhde	Lämpökerroin	Lämpöpumpun teho kW
Puu	puukattila	0.70	0.85	-	-
Ilmalämpöpumppu	ILP	-	1.00	2.80	5.00

Lämmin käyttövesi	LKV:n käyttö	Yhteensä
<b>Vyöhyke</b>	<b>m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>m<sup>3</sup>/a</b>
Lämmitetty osa	0.60	60.00

LKV:n lämmitysjärjestelmät	Lämmöntuoton hyötysuhde	Lämpökerroin
Puu	0.70	-

Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus	Käyttöaste
<b>Vyöhyke</b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	<b>-</b>
Lämmitetty osa	2.00	3.00	8.00	0.6 (0.1)*

\* Valaistuksen käyttöaste on 0,1

Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys
12.4.2013		

**Rakennuksen lämmitysteho**

<b>Vyöhyke</b>	<b>Lämmitetty osa</b>
Rossipohja	1275.21 W
Seinä,koillinen	149.04 W
Seinä, kaakko	145.73 W
Seinä,lounas	181.83 W
Yläpohja,lämmin tila	470.4 W
Ovi,lounas	97.98 W
Ikkuna,koillinen	1505.95 W
Ikkuna,lounas	1011.14 W
<b>Kylmäsiilat:</b>	
<b>Rakenteet yhteensä</b>	<b>4837.28 W</b>
<b>Iv-kone:</b>	
Tuloilma	2090 W
Jälkilämmityspatteri	2470 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve	58800 W
Vuotoilma	533.33 W
<b>Kokonaistehontarve vyöhykkeelle</b>	<b>68730.61 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	
<b>Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve</b>	<b>7841 W</b>
<b>Ilmanvaihdon lämmitystehontarve</b>	<b>2470 W</b>
<b>Käyttöveden lämmitystehontarve</b>	<b>58800 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	<b>68731 W</b>

ID 12.3.895.1488

1/2

**Tasauslaskenta**

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Rakennustunnus</b>	1.00
Rakennustyyppi	Pientalo tai rivitalo
Käyttötarkoitukseluokka	Omakotitalo
Tasauslaskelman tekijä:	Laura Rautio
Päiväys	12.4.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA

**Rakennuksen laajuustiedot**

Rakennustilavuus	360.50 m <sup>3</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	100.00 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0.00 m <sup>2</sup>
Rakennusluokka	1.00
Rakennuksen kerrosmäärä	1.00

Perustiedot Vyöhyke: Lämmitetty osa RAKENNUSOSAT	Pinta-alaat [A], m <sup>2</sup>		U-arvot [U], W/(m <sup>2</sup> K)			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö [H = A * U], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila							
Seinä, koillinen	24.08	22.50	0.17	0.60	0.14	4.09	3.11
Seinä, kaakko	23.54	22.00	0.17	0.60	0.14	4.00	3.04
Seinä, lounas	29.37	27.45	0.17	0.60	0.14	4.99	3.79
Yläpohja, lämmin tila	100.00	100.00	0.09	0.60	0.10	9.00	9.80
Rossipohja	100.00	100.00	0.17	0.60	0.27*	17.00	26.57
Ikkuna, koillinen	9.58	12.60	1.00	1.80	2.49	9.58	31.37
Ikkuna, lounas	6.44	8.46	1.00	1.80	2.49	6.44	21.07
Ovi, lounas	1.89	1.89	1.00	1.80	1.08	1.89	2.04
<b>Yhteensä</b>	<b>294.90</b>	<b>294.90</b>				<b>57.00</b>	<b>100.78</b>

\* U-arvo sisältäen maan lämmönvastuksen (rakenteen u-arvo lähtötietolomakkeessa)

VAIPAN ILMANVUODOT	Ilmanvuotoluku [q <sub>so</sub> ], m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Vuotoilma				
Lämmin tila	2.00	4.00	5.56	11.11

ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta [q], m <sup>3</sup> /s		Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, [h], %		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q * (1-h)], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihto						
lv-kone (ei LTO-vaatimusta)	0.04	0.04	0.00	0.75	40.00	10.00

Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>Vyöhykkeen lämpöhäviöiden tasaus</b>	
<b>Lämpimän tilan ominaislämpöhäviö yhteensä</b>	<b>102.55</b>
	<b>121.89</b>

Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>	
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>	<b>102.55</b>
<b>Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>	<b>0.00</b>
	<b>0.00</b>

<b>Rakennuskohde</b>	<b>Opinnäytetyö, Leppäranta</b>		
<b>Rakennustunnus</b>	<b>1.00</b>		
<b>Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista</b>			
<b>Pinta-alat</b>			
Vertailuikkunapinta-ala on 15% yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasaloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- puoillämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennusosien U-arvot</b>			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Rakennusvaipan ilmanpitävyys</b>			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>
- puoillämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>4.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input type="checkbox"/>	<b>102.55</b>	<b>121.89</b>
- puoillämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Tarkistuslistan yhteenvedo</b>			
<b>Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Lisäselvitykset</b>			
<b>Rakennuksen ilmanpitävyys</b>			
Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvoa. Suunnitteluarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Rakennusvaipan ilmanvuotoluku saa olla enintään 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ), mutta ilmanvuotoluku voi ylittää tämän arvon, jos rakennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä. Jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mittaamalla tai muulla menettelyllä, rakennusvaipan ilmanvuotolukuna käytetään arvoa 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ).			
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde</b>			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voidaan määrittää lämmöntalteenottolaitteen valmistajan ilmoittaman varmennetun vuosihyötysuhteen perusteella. Ohjeita vuosihyötysuhteen määrittämiseksi esitetään ympäristöministeriön monisteessa 122 ja tasauslaskentaoppaassa. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde määritetään osassa D3/2012 esitetyn säävyöhykke 1:n säätiedoilla (Helsinki-Vantaa).			

ID 12.3.895.1488

1/2

**E-luvun laskennan tulokset**

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Osoite</b>	Tervakoskentie 62, 85800, Haapajärvi
<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Pientalo tai rivitalo
<b>Käyttötarkoitusluokka</b>	Omakotitalo
<b>Rakennusvuosi</b>	1969
<b>Lisätiedot</b>	Rakennuksessa koneellinen ilmanvaihto sekä puukattila. Kylmäsiltoja ei ole. Seinät on lisäeristetty SPU-eristeillä.

Vyöhyke	E-luku kWh/m <sup>2</sup>	Raja	Luokka	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Tyyppi
<b>Koko rakennus</b>	<b>161</b>	<b>204</b>	<b>B</b>	<b>100</b>	<b>Pientalo tai rivitalo</b>
Lämmitetty osa	161	204	B	100	Pientalo tai rivitalo

<b>Vyöhyke:</b>	Lämmitetty osa
<b>Tyyppi:</b>	Pientalo tai rivitalo
<b>Käyttötarkoitus:</b>	Omakotitalo
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	100 m <sup>2</sup>

E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	3006.00	1,7	5110.00	51.00
Kaukolämpö	0.00	0,7	0.00	0.00
Kaukojäähdytys	0.00	0,4	0.00	0.00
Uusiutuva polttoaine	21944.00	0,5	10972.00	110.00
Fossiilinen polttoaine	0.00	1.00	0.00	0.00
<b>Yhteensä</b>	<b>24950.00</b>	<b>-</b>	<b>16082.00</b>	<b>161.00</b>

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinkosähkö	0.00	0.00
Aurinkolämpö	0.00	0.00
Tuulisähkö	0.00	0.00
Lämpöpumppu	0.00	0.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukolämpö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Polttoaine kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Puu	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.38	0.00	145.74	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	73.70	0.00
Ilmalämpöpumppu	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet				
lv-kone	4.91	0.00	0.00	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n apulaitteet	0.00	0.00	0.00	0.00
Jäähdytysjärjestelmä	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0.00	0.00	0.00
<b>Yhteensä</b>	<b>30.06</b>	<b>0.00</b>	<b>219.44</b>	<b>0.00</b>

<sup>1</sup> ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	9424.00	94.24
Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys <sup>3</sup>	0.00	0.00
LKV:n valmistus	5106.00	51.06
Jäähdytys	0.00	0.00

<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämmityksen tilassa

<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	7512.00	75.12
Ihmiset	1051.00	10.51
Kuluttajalaitteet	1577.00	15.77
Valaistus	701.00	7.01
LKV	220.00	2.20

ID 12.3.895.1488

2/2



---

**Laskentatyökalun nimi ja versio:** Energialunior 12.3

---

**Energiaselvityksen tekijä:** OAMK OAMK

---

**Pääsuunnittelija:**

---

**Päiväys**

12.4.2013

**Allekirjoitus****Nimen selvitys**

---

ID 12.3.895.1488 www.energiainjoo.fi

la milt .fi

## ENERGIATODISTUS

**Rakennus**

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**  
 Osoite: **Tervakoskentie 62**  
**85800 Haapajärvi**

Valmistumisvuosi: **1969**  
 Rakennustunnus: **1**

Asuntojen lukumäärä: **1**

**Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu**

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

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

**194**

Energiatehokkuusluvun luokittelusteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

**Katvala Sakari ja Tuula**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

**Laura Rautio**

Todistuksen antamispäivä:

**12.4.2013**

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

**11.4.2023**

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen.

ID 12.3.895.1488 www.energiajunior.fi

lä mää .fi

## ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

### Rakennuksen laajuustiedot

<b>Bruttoala</b>	<b>106,8 brm<sup>2</sup></b>	<b>Ilmatilavuus</b>	<b>250,00 m<sup>3</sup></b>
<b>Rakennustilavuus</b>	<b>360,5 rak-m<sup>3</sup></b>	<b>Henkilömäärä</b>	<b>2</b>
<b>Huoneistoala</b>	<b>98 hum<sup>2</sup></b>		

### Rakenteet

Rakennusosat	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
<b>Ulkoseinät</b>				
Seinä,koillinen	22,50	0,138		
Seinä, kaakko	22,00	0,138		
Seinä,lounas	27,45	0,138		
<b>Yläpohja</b>				
Yläpohja,lämmin tila	100,00	0,098		
<b>Alapohja</b>				
Rossipohja	100,00	0,293		
<b>Ovet</b>				
Ovi,lounas	1,89	1,08		
<b>Ikkunat</b>			g kohtisuora	F <sub>kehä</sub>
Koilliseen				
Ikkuna,koillinen	12,60	2,49	0,75	0,75
Lounaaseen				
Ikkuna,lounas	8,46	2,49	0,75	0,75

**Tehollinen lämpökapasiteetti C<sub>rak omin</sub> 40,00 Wh(brm<sup>2</sup>K)**

### Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n <sub>50</sub>	<b>Lämmitetty osa</b>	<b>4,0</b> 1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	<b>lv-kone</b>	<b>0,035</b> m <sup>3</sup> /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyhötysuhde		<b>75</b> %

### Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	<b>43,80</b> m <sup>3</sup> /vuosi
Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus	kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

### Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys <b>Puu</b>	kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Sisältää käyttöveden lämmityksen	
Lämmönjakotapa <b>Vesiradiaattori 45/35 C jakojohdot eristämätön</b>	
Lämmönvaraajat <b>Varaaja , 50 l</b>	
Lämpimän käyttöveden kiertajohto	kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>
Kiertajohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita	kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>



ID 12.3.895.1488 www.energiainfo.fi

**Energiatohokkuusluvun laskenta**

Lämmitysenergian kulutus	15 326 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	5 340 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	20 666 kWh/vuosi
<b>Rakennuksen energiatohokkuusluku</b>	<b>194 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>

ID 12.3.895.1488

1/1

**E-luvun laskennan lähtötiedot**

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Osoite</b>	Tervakoskentie 62, 85800, Haapajärvi
<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Omakotitalo
<b>Rakennusvuosi</b>	1969
<b>Lämmitetty nettoala</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Ilmanvuotoluku</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )

<b>Vyöhyke:</b>	Lämmitetty osa
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Ilmanvuotoluku:</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )

Rakennusvaipan umpiosat	Tyyppi	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	U A W/K
Rossipohja	Tuuletettu alapohja	100.00	0.293*	29.30
Yläpohja, lämmin tila	Yläpohja	100.00	0.10	9.80
Seinä, koillinen	Seinä	22.50	0.14	3.11
Seinä, kaakko	Seinä	22.00	0.14	3.04
Seinä, lounas	Seinä	27.45	0.14	3.79
Ovi, lounas	Ulko-ovi	1.89	0.80	1.51

\* U-arvo ilman maan vastusta

Kylmäsiilat	Tyyppi	Pituus m	Konduktanssi W/mK	Lämpöhäviökerroin W/K
	-			
Ikkunat	Suunta	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	G-arvo
	-			-
Ikkuna, koillinen	Koillinen	12.60	0.80	0.75
Ikkuna, lounas	Lounas	8.46	0.80	0.75

Ilmanvaihtolaitteet	Ilman lämpötila C	SFP-luku kW/(m <sup>3</sup> /s)	Lämpötilasuhde	Ajat	Ilmavirta m <sup>3</sup> /s
Iv-kone	0.00	1.40	0.00	Ma-Su 0-24	0.10

Lämmitysjärjestelmät	Tyyppi	Lämmöntuoton hyötysuhde	Jakojärjestelmän hyötysuhde	Lämpökerroin	Lämpöpumpun teho kW
Puu	puukattila	0.70	0.85	-	-
Ilmalämpöpumppu	ILP	-	1.00	2.80	5.00

Lämmin käyttövesi	LKV:n käyttö	Yhteensä
<b>Vyöhyke</b>	<b>m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>m<sup>3</sup>/a</b>
Lämmitetty osa	0.60	60.00

LKV:n lämmitysjärjestelmät	Lämmöntuoton hyötysuhde	Lämpökerroin
Puu	0.70	-

Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus	Käyttöaste
<b>Vyöhyke</b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	<b>-</b>
Lämmitetty osa	2.00	3.00	8.00	0.6 (0.1)*

\* Valaistuksen käyttöaste on 0,1

Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys
12.4.2013		

**Rakennuksen lämmitysteho**

<b>Vyöhyke</b>	<b>Lämmitetty osa</b>
Rossipohja	1275.21 W
Seinä,koillinen	149.04 W
Seinä, kaakko	145.73 W
Seinä,lounas	181.83 W
Yläpohja,lämmin tila	470.4 W
Ovi,lounas	72.58 W
Ikkuna,koillinen	483.84 W
Ikkuna,lounas	324.86 W

**Kylmäsiilat:****Rakenteet yhteensä 3103.49 W****Iv-kone:**

Tuloilma	2090 W
Jälkilämmityspatteri	2470 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve	58800 W
Vuotoilma	533.33 W

**Kokonaistehontarve vyöhykkeelle 66996.82 W****Rakennuksen lämmitystehontarve**

<b>Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve</b>	<b>6107 W</b>
<b>Ilmanvaihdon lämmitystehontarve</b>	<b>2470 W</b>
<b>Käyttöveden lämmitystehontarve</b>	<b>58800 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	<b>66997 W</b>

ID 12.3.895.1488

1/2

**Tasauslaskenta**

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Rakennustunnus</b>	1.00
Rakennustyyppi	Pientalo tai rivitalo
Käyttötarkoitukseluokka	Omakotitalo
Tasauslaskelman tekijä:	Laura Rautio
Päiväys	12.4.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET

**Rakennuksen laajuustiedot**

Rakennustilavuus	360.50 m <sup>3</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	100.00 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0.00 m <sup>2</sup>
Rakennusluokka	1.00
Rakennuksen kerros määrä	1.00

Perustiedot Vyöhyke: Lämmitetty osa RAKENNUSOSAT	Pinta-alaat [A], m <sup>2</sup>		U-arvot [U], W/(m <sup>2</sup> K)			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö [H = A * U], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila							
Seinä,koillinen	24.08	22.50	0.17	0.60	0.14	4.09	3.11
Seinä, kaakko	23.54	22.00	0.17	0.60	0.14	4.00	3.04
Seinä,lounas	29.37	27.45	0.17	0.60	0.14	4.99	3.79
Yläpohja,lämmin tila	100.00	100.00	0.09	0.60	0.10	9.00	9.80
Rossipohja	100.00	100.00	0.17	0.60	0.27*	17.00	26.57
Ikkuna,koillinen	9.58	12.60	1.00	1.80	0.80	9.58	10.08
Ikkuna,lounas	6.44	8.46	1.00	1.80	0.80	6.44	6.77
Ovi,lounas	1.89	1.89	1.00	1.80	0.80	1.89	1.51
<b>Yhteensä</b>	<b>294.90</b>	<b>294.90</b>				<b>57.00</b>	<b>64.66</b>

\* U-arvo sisältäen maan lämmönvastuksen (rakenteen u-arvo lähtötietolomakkeessa)

VAIPAN ILMANVUODOT	Ilmanvuotoluku [q <sub>50</sub> ], m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Vuotoilma				
Lämmin tila	2.00	4.00	5.56	11.11

ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta [q], m <sup>3</sup> /s		Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, [h], %		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q * (1-h)], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihto						
Iv-kone (ei LTO-vaatimusta)	0.04	0.04	0.00	0.75	40.00	10.00

Vyöhykkeen lämpöhäviöiden tasaus		Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>Lämpimän tilan ominaislämpöhäviö yhteensä</b>		<b>102.55</b>	<b>85.77</b>

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus		Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>		<b>102.55</b>	<b>85.77</b>
<b>Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>		<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta		
<b>Rakennustunnus</b>	1.00		
<b>Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista</b>			
<b>Pinta-alat</b>			
Vertailuikkunapinta-ala on 15% yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisussa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- puoliilämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennusosien U-arvot</b>			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennusvaipan ilmanpitävyys</b>			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>		Enimmäisarvo 4.00 Suunnitteluarvo 4.00
- puoliilämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>		Enimmäisarvo 4.00 Suunnitteluarvo 0.00
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>		Vertailuarvo 102.55 Suunnitteluarvo 85.77
- puoliilämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>		Vertailuarvo 0.00 Suunnitteluarvo 0.00
<b>Tarkistuslistan yhteenveto</b>			
<b>Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Lisäselvitykset</b>			
<b>Rakennuksen ilmanpitävyys</b>			
Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvoa.			
Suunnitteluarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Rakennusvaipan ilmanvuotoluku saa olla enintään 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ), mutta ilmanvuotoluku voi ylittää tämän arvon, jos rakennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä.			
Jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mitaamalla tai muulla menettelyllä, rakennusvaipan ilmanvuotolukuna käytetään arvoa 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ).			
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde</b>			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voidaan määrittää lämmöntalteenottolaitteen valmistajan ilmoittaman varmennetun vuosihyötysuhteen perusteella. Ohjeita vuosihyötysuhteen määrittämiseksi esitetään ympäristöministeriön monisteessa 122 ja tasauslaskentaoppaassa.			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde määritetään osassa D3/2012 esitetyn säävyöhyke 1:n säätiedoilla (Helsinki-Vantaa).			

**E-luvun laskennan tulokset**

<b>Rakennuskohde</b>	Opinnäytetyö, Leppäranta
<b>Osoite</b>	Tervakoskentie 62, 85800, Haapajärvi
<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Pientalo tai rivitalo
<b>Käyttötarkoituksiluokka</b>	Omakotitalo
<b>Rakennusvuosi</b>	1969
<b>Lisätiedot</b>	Rakennuksessa koneellinen ilmanvaihto sekä puukattila. Kylmäsiltoja ei ole. Seinät on lisäeristetty SPU-eristeillä ja ikkunoiden sekä ovien U-arvot ovat 0,8.

Vyöhyke	E-luku kWh/m <sup>2</sup>	Raja	Luokka	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Tyyppi
<b>Koko rakennus</b>	<b>130</b>	<b>204</b>	<b>B</b>	<b>100</b>	<b>Pientalo tai rivitalo</b>
Lämmitetty osa	130	204	B	100	Pientalo tai rivitalo

<b>Vyöhyke:</b>	Lämmitetty osa
<b>Tyyppi:</b>	Pientalo tai rivitalo
<b>Käyttötarkoitus:</b>	Omakotitalo
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	100 m <sup>2</sup>

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	3006.00	1,7	5110.00	51.00
Kaukolämpö	0.00	0,7	0.00	0.00
Kaukojäähdytys	0.00	0,4	0.00	0.00
Uusiutuva polttoaine	15634.00	0,5	7817.00	78.00
Fossiilinen polttoaine	0.00	1.00	0.00	0.00
<b>Yhteensä</b>	<b>18640.00</b>	<b>-</b>	<b>12927.00</b>	<b>129.00</b>

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinkosähkö	0.00	0.00
Aurinkolämpö	0.00	0.00
Tuulisähkö	0.00	0.00
Lämpöpumppu	0.00	0.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukolämpö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Polttoaine kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Puu	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.38	0.00	82.64	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	73.70	0.00
Ilmalämpöpumppu	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet				
lv-kone	4.91	0.00	0.00	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n apulaitteet	0.00	0.00	0.00	0.00
Jäähdytysjärjestelmä	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0.00	0.00	0.00
<b>Yhteensä</b>	<b>30.06</b>	<b>0.00</b>	<b>156.34</b>	<b>0.00</b>


<sup>1</sup> ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	5365.00	53.65
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>	0.00	0.00
LKV:n valmistus	5106.00	51.06
Jäähdytys	0.00	0.00

<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	7507.00	75.07
Ihmiset	1051.00	10.51
Kuluttajalaitteet	1577.00	15.77
Valaistus	701.00	7.01

ID 12.3.895.1488	2/2	
LKV	220.00	2.20
<b>Laskentatyökalun nimi ja versio:</b>	Energiajunior 12.3	
<b>Energiaselvityksen tekijä:</b>	OAMK OAMK	
<b>Päsuunnittelija:</b>		
<b>Päiväys</b>	<b>Allekirjoitus</b>	<b>Nimen selvennys</b>
12.4.2013		

ID 12.3.895.1488 www.energiainfo.fi



# ENERGIATODISTUS

## Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**  
 Osoite: **Tervakoskentie 62**  
**85800 Haapajärvi**

Valmistumisvuosi: **1969**  
 Rakennustunnus: **1**  
 Asuntojen lukumäärä: **1**

## Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi): **146**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:  
**12.4.2013**

Todistuksen tilaaja:

**Katvala Sakari ja Tuula**

Todistuksen laatija:

**Laura Rautio**

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:  
**11.4.2023**

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen.



ID 12.3.895.1488 www.energiainfo.fi

la mii .fi

## ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

### Rakennuksen laajuustiedot

<b>Bruttoala</b>	<b>106,8 brm<sup>2</sup></b>	<b>Ilmatilavuus</b>	<b>250,00 m<sup>3</sup></b>
<b>Rakennustilavuus</b>	<b>360,5 rak-m<sup>3</sup></b>	<b>Henkilömäärä</b>	<b>2</b>
<b>Huoneistoala</b>	<b>98 hum<sup>2</sup></b>		

### Rakenteet

Rakennusosat	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
<b>Ulkoseinät</b>				
Seinä,koillinen	22,50	0,138		
Seinä, kaakko	22,00	0,138		
Seinä,lounas	27,45	0,138		
<b>Yläpohja</b>				
Yläpohja,lämmin tila	100,00	0,098		
<b>Alapohja</b>				
Rossipohja	100,00	0,293		
<b>Ovet</b>				
Ovi,lounas	1,89	0,8		
<b>Ikkunat</b>			<b>g</b> kohtisuora	<b>F</b> kehä
Koilliseen				
Ikkuna,koillinen	12,60	0,8	0,75	0,75
Lounaaseen				
Ikkuna,lounas	8,46	0,8	0,75	0,75

**Tehollinen lämpökapasiteetti C<sub>rak,omin</sub> 40,00 Wh(brm<sup>2</sup>K)**

### Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n <sub>50</sub>	<b>Lämmitetty osa</b>	<b>4,0</b> 1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	<b>lv-kone</b>	<b>0,035</b> m <sup>3</sup> /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyötysuhde		<b>75</b> %

### Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	<b>43,80</b> m <sup>3</sup> /vuosi
Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus	kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

### Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	<b>Puu</b>	kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Sisältää käyttöveden lämmityksen		
Lämmönjakotapa	<b>Vesiradiaattori 45/35 C jakojohdot eristämätön</b>	
Lämmönvaraajat	<b>Varaaja , 50 l</b>	
Lämpimän käyttöveden kiertajohto		kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>
Kiertajohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita		kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

ID 12.3.895.1488 www.energiainfo.fi

**Energiatohokkuusluvun laskenta**

Lämmitysenergian kulutus	10 272 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	5 340 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	15 612 kWh/vuosi
<b>Rakennuksen energiatohokkuusluku</b>	<b>146 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>