

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Jussi Mutikainen  
Meri Heiskanen

Pientalon energiatehokkuuden suhde kustannustehokkuuteen

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2016



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Kevät 2016**  
**Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
013 260 600 (vaihde)

**Tekijät**  
Jussi Mutikainen  
Meri Heiskanen

**Nimeke**  
Pientalon energiatehokkuuden suhde kustannustehokkuuteen

**Toimeksiantaja**  
-

Opinnäytetyössä on vertailtu normitalon ja passiivienergiatalon rakentamisaikaisia kustannuksia sekä rakennuksen käytön aikaisia kustannuksia. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa energiatehokkaan rakennuksen takaisinmaksuajasta suhteessa normitaloon.

Vertailtavien rakennusten rakenteiden ja teknisten järjestelmien vaatimukset selvitettiin käyttämällä Laskentapalvelut.fi:n Energiatodistuksen laadintaohjelmaa, joka käyttää laskennassa Suomen rakentamismääräyskokoelman osien D3 ja D5 kaavoja ja ohjeita. Ohjelmasta saatujen rakenne- ja järjestelmävaatimusten perusteella määritettiin konkreettiset rakenteet ja tekniset järjestelmät.

Rakenteet ja tekniset järjestelmät koottiin Klara-laskentaohjelmaan, jonka avulla määritettiin rakentamiskustannukset. Käytön aikaiset kustannukset laskettiin nykyisen sähköenergian hinnan ja energialaskennasta saadun rakennuksen energian kulutuksen perusteella. Laskennassa on keskitytty rakenteisiin, teknisiin järjestelmiin ja käytön aikaiseen energian kulutukseen.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 35  
Liitteet 12  
Liitesivumäärä 41

**Asiasanat**  
energiatehokkuus, kustannustehokkuus, energialuokka, passiivienergiatalo



**THESIS**  
**Spring 2016**  
**Degree Programme in Construction Engineering**  
Karjalankatu 3  
80220 JOENSUU  
FINLAND  
013 260 600

Authors  
Jussi Mutikainen  
Meri Heiskanen

Title  
The Relation of Energy Efficiency to Cost-Effectiveness in a Small Residential Building

Commissioned by  
-

Abstract

In the thesis the costs during building and use between standard houses and passive-energy houses were compared. The aim of the thesis was to obtain information about the payback period of an energy-efficient house in relation to a standard house.

The requirements of the structures of the buildings and technical systems compared were found out by using the laskentapalvelut.fi –energy certificate composition program. In the calculation program the Finnish Building Code sections D3 and D5 formulas and instructions are used. The structures and technical systems are based on the calculations of the energy requirements received from the program.

The costs of building structures and technical system were calculated in Klara calculation software. The costs in-use are based on the current price of energy and the energy consumption of the building. The calculations have been focused on structures, technical systems and the in-use energy consumption.

Language

Finnish

Pages 35

Appendices 12

Pages of Appendices 41

Keywords

energy efficiency, cost-efficiency, energy classification, passive-energy building

## Sisältö

1	Johdanto .....	7
2	Lainsäädäntö ja asetukset .....	8
3	Laskentaohjelmat.....	9
3.1	Energialaskentaohjelma .....	9
3.2	Kustannuslaskentaohjelma.....	10
4	Rakennusten tiedot.....	11
4.1	Normitalon rakenteet .....	11
4.2	Normitalon talotekniset järjestelmät .....	16
4.3	Passiivitalon rakenteet.....	16
4.4	Passiivitalon järjestelmät .....	21
5	Kustannukset .....	22
5.1	Normitalon rakentamisen aikaiset kustannukset.....	26
5.2	Passiivitalon rakentamisen aikaiset kustannukset .....	26
5.3	Normitalon lämmityskustannukset .....	26
5.4	Passiivitalon lämmityskustannukset.....	27
5.5	Kustannusten vertailu .....	27
6	Yksittäisen rakenteen tai järjestelmän energiatehokkuuden parantamisen vaikutus kustannustehokkuuteen .....	28
6.1	Alapohjan, yläpohjan ja ulkoseinän U-arvon parantamisen vaikutus ..	29
6.2	Ikkunoiden ja ovien U-arvon parantamisen vaikutus.....	30
6.3	Energiatehokkaamman ilmanvaihtokoneen vaikutus .....	30
6.4	Lämmitysjärjestelmän ja aurinkosähkökennon vaikutus .....	31
6.5	Ilmavuotoluvun vaikutus .....	31
7	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	32
7.1	Laskelmien luotettavuus .....	32
7.2	Sähköenergian hinnan muutoksen vaikutus .....	32
7.3	Yksittäisten energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden kannattavuus .....	33
7.4	Passiivi- vai normitalo? .....	33
	Lähteet.....	35

## Liitteet

Liite 1	Lähtötiedot normitalo
Liite 2	E-luku laskennan lähtötiedot normitalo
Liite 3	Energiaselvitys normitalo
Liite 4	Energiatodistus normitalo
Liite 5	Tasauslaskelma normitalo
Liite 6	Kustannuslaskelma normitalo
Liite 7	Lähtötiedot passiivitalo
Liite 8	E-luku laskennan lähtötiedot passiivitalo
Liite 9	Energiaselvitys passiivitalo
Liite 10	Energiatodistus passiivitalo
Liite 11	Tasauslaskelma passiivitalo
Liite 12	Kustannuslaskelma passiivitalo

**Käsitteet**

E-luku	Energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden.
Hukka	Rakentamisessa tahattomasti koosta tai muista syistä syntyvää käyttökelvotonta rakennusmateriaalia, joka on huomioitava teoreettisen materiaalimenekin lisäksi. Hukkamäärä riippuu rakennusmateriaalista.
Klara Net	Rakennustieto Oy:n julkaisema laskentaohjelma kustannusten ja menekkien määrittelyyn sekä arvioimiseen.
Laskentapalvelut.fi	D.O.F. tech Oy:n ja Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:n tarjoama maksullinen laskentapalveluohjelmisto.
Lisä	Rakennuskohteen laajuudesta aiheutuva työn nopeutuminen tai hidastuminen.
Matalaenergiatalo	Laskennallisten lämpöhäviöiden tulee olla enintään 85 % rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä.
Nollaenergiatalo	Nollaenergiatalo tuottaa uusiutuvaa energiaa vähintään saman verran kuin se kuluttaa uusiutumattomaa energiaa.
Normitalo	Rakennuksen ulkovaippa ja järjestelmät ovat toteutettu Suomen Rakentamismääräyskokoelman vähimmäisvaatimusten mukaisesti.
Passiivitalo	VTT:n määritelmän mukaan passiivitalo tarvitsee lämmitysenergiaa Keski-Suomessa noin 25 kWh/brm <sup>2</sup> vuodessa, kokonaisprimäärienergiantarve on 135 kWh/brm <sup>2</sup> vuodessa ja sen ilmavuotoluku on korkeintaan 0,6 l/h. (VTT 2016)
Ratu	Rakennustieto Oy:n ja Talonrakennusteollisuus Ry:n julkaisema tietopankki rakennushankkeen eri osa-alueiden menetelmistä ja menekeistä.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyö käsittelee passiivitalon energiatehokkuuden vaikutusta rakennusaikaisiin kustannuksiin ja takaisinmaksuaikaan. Tehtävänä oli vertailla normitalon ja passiivitalon rakennusaikaisia, käytönaikaisia ja kokonaiskustannuksia.

Opinnäytetyö jaettiin karkeasti kahteen osakokonaisuuteen: energialaskelmat ja rakenteiden määrittäminen (Jussi) sekä niihin perustuvat kustannuslaskelmat ja kustannusvertailut (Meri).

Rakennus- ja käyttöaikaiset kustannukset oli tarkoitus määrittää Taku-ohjelmalla, koska sillä pystytään määrittämään rakennuksen käytönaikaiset kustannukset melko tarkasti. Ohjelma vaihdettiin kuitenkin Klara Net-ohjelmaan, koska Taku-ohjelma määrittää kustannukset tilaohjelman perusteella, kun tavoitteena oli määrittää rakennuskustannukset rakennekohtaisesti, jolloin Klara Net oli yksinkertaisempi käyttää.

Rakennusten energiatehokkuutta koskevan lainsäädännön tavoitteena on rakennusten energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian käytön edistäminen sekä rakennusten energiakulutuksen pienentäminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. Rakennuksissa kuluu noin 40 % Suomen energian kokonaiskulutuksesta. Säädöksillä toimeenpannaan rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä ja edistetään samalla Suomen omia tavoitteita energiatehokkuuden parantamiseksi (Ympäristöministeriö 2015).

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa rakennusaikaisten investointien takaisinmaksuajasta ja energiatehokkaan rakentamisen kannattavuudesta. Tutkimus on rajattu passiivitalon ja normitalon vertailuun.

## 2 Lainsäädäntö ja asetukset

Tässä kappaleessa on esitetty rakennuksen energiatehokkuuteen vaikuttavia lakeja, asetuksia, määräyksiä sekä ohjeita. Suomessa rakennuksen energiatehokkuuteen vaikuttavat lait ja asetukset pohjautuvat Euroopan unionin ilmasto- ja energiapoliittisiin tavoitteisiin. Näitä ovat uusiutuvan energian lisääminen 20 %, kasvihuonepäästöjen vähentäminen 20 % sekä energiatehokkuuden parantaminen 20 % vuoteen 2020 mennessä. Suomi sai uusiutuvan energian käytön tavoitteekseen 38 % kokonaisenergian kulutuksesta.

Euroopan unionin rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaan vuoden 2018 loppuun valmistuvien julkisten rakennusten ja vuoden 2020 loppuun valmistuvien kaikkien uusien rakennusten on oltava lähes nollaenergiarakennuksia. Lähes nollaenergiarakentaminen tullaan määrittelemään tulevaisuudessa kansallisesti. (Rakennusteollisuus, Rakennuksen energiatehokkuutta ohjaavat direktiivit, EPBD 2015)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan energiatehokkaaksi siten, että energiaa ja luonnonvaroja kuluu säästeliäästi. Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten täytyminen on osoitettava energiankäyttöön, energiahäviöön ja energiamuotoon perustuvilla laskelmilla. Rakennuksessa käytettävän energiamuodon kertoimia määritettäessä arvioidaan jalostamattoman luonnonenergian kulutusta, uusiutuvan energian käytön edistämistä sekä lämmitystapaa energiantuotannon yleisen tehokkuuden kannalta. Rakennuksessa käytettävien tuotteiden ja taloteknisten järjestelmien sekä niiden säätö- ja mittausjärjestelmien on oltava sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennusta ja sen järjestelmiä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettäessä jää vähäiseksi ja että energiankulutusta voidaan seurata. (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 117 g § Energiatehokkuus, 2012)

Haettaessa maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukaista rakennuslupaa uudisrakentamista varten energiatodistuksella osoitetaan rakennuksen arvioitu energiatehokkuus. Todistus on korvattava täydennetyllä tai tarkennetulla todistuksella ennen rakennuksen käyttöönottoa, jos todistus on puutteellinen tai tiedot tarkentuvat hankkeen edetessä. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta, luku 2, 2013)

Energiatodistuksessa rakennuksen energiatehokkuus ilmaistaan rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen sijoittumista luokitteluasteikolle kuvaavalla tunnuksella. Rakennukset jaetaan niiden käyttötarkoituksen mukaan ryhmiin, joilla kullakin on oma luokitteluasteikkonsa. Rakennuksen energiatehokkuus lasketaan jakamalla rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus rakennuksen pinta-alalla. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta, luku 3, 2013)

### **3 Laskentaohjelmat**

#### **3.1 Energialaskentaohjelma**

Energialaskelmat on suoritettu Laskentapalvelut.fi laskentaohjelmalla, joka pohjautuu Suomen rakentamismääräyskokoelman osien D3 ja D5 määräyksiin ja ohjeisiin. Laskentaohjelma on maksullinen. Ennen ohjelman käyttöä perehdyttiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osiin D3 (Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet) ja D5 (Rakennusten energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta). Laskennan aikana tarkastettiin käsin laskemalla ohjelmiston laskemat arvot. Laskentakaavat on esitetty edellä mainituissa asiakirjoissa.

Laskentaohjelmaan syötetään rakennuksen perustiedot, rakenneosien tiedot, kylmäsillat, ilmanvaihdon tiedot, lämmitysjärjestelmän tiedot, mahdollisten lämpöpumppujen tiedot ja lopuksi määritetään tilojen ja käyttöveden lämmitystapa sekä ilmanvaihdon jälkilämmitystapa ja omavaraissähköenergian määrä.



Laskennan lähtötiedot on esitetty liitteenä olevissa lähtötietotaulukoissa sekä E-luvun laskennan lähtötietotaulukoissa. Energialaskentatulokset on esitetty liitteenä olevissa energiatodistuksissa, energiaselvityksissä ja tasauslaskelmissa.

### 3.2 Kustannuslaskentaohjelma

Kustannuslaskenta on suoritettu käyttämällä Klara Net-ohjelmaa, joka kokoaa työmenekit ja materiaalimenekit Ratu-tiedostosta ja materiaalivalmistajien antamista tiedoista. Työmenekit ovat ammattilaisten työmenekkejä. Työtuntikustannukset sisältävät sosiaalikulut. Laskentakustannukset eivät sisällä arvonlisäveroä. Arvonlisävero on lisätty kustannuksiin laskennan jälkeen. Menekit ja työtuntikustannukset on koottu ohjelmaan Rakennusteollisuus RT ry:n viitetilastoista. Materiaalimenekit sisältävät teoreettisen menekin lisäksi myös työstä aiheutuvat hukat ja lisät. Klara Net on koonnut tarvikehinnaston maahantuojien, valmistajien, puutavarakauppojen ja rautakauppojen ohjehinnoista. Osa tarvikkeiden hinnoista tarkastettiin rautakauppojen verkkokauppasivuilta. Taloteknisten järjestelmien hinnat on otettu suoraan valmistajien tai jälleen myyjien internetsivuilta. Ikkunoiden ja ovien hinnat kysyttiin valmistajan myyntiedustajalta. Valmistajien, jälleen myyjien ja myyntiedustajien antamat tuotehinnat sisältävät arvonlisäveron.

Laskelmista saadut rakentamiskustannukset eivät ole rakennuksen todellisia kustannuksia. Laskelmissa ei ole otettu huomioon suunnittelu-, työnjohto- tai työmaanperustamiskustannuksia eikä niitä rakennuskustannuksia, jotka pysyisivät molemmissa vaihtoehdoissa samanlaisina. Esimerkiksi tontin ostohinta, kunnallistekniikka, kiintokalusteet ja pinnoitteet pysyvät molemmissa vaihtoehdoissa samana, kun rakennus rakennettaisiin samalle tontille. Laskennassa otettiin huomioon ainoastaan eroavaisuudet, joiden tuloksena saatiin rakennusten kustannuserot. Rakennuksen kustannuserot syntyvät rakenteiden materiaali ja työmenekistä sekä taloteknistenjärjestelmien kustannuseroista.

Käyttökustannuksiin vaikuttava sähkön hinta otettiin energiaviraston sähkön hintavertailutilastosta, jossa sähkön verollinen nimellinen kokonaishinta Itä-Suomen alueella laskenta hetkellä oli 13,13 cnt/kWh. (Energiavirasto 2015)

## **4 Rakennusten tiedot**

Vertailtavat rakennukset (normi- ja passiivitalo) ovat puurankarakenteisia 100 m<sup>2</sup>:n omakotitaloja. Rakenneosien määrät ja lähtötiedot on esitetty liitteissä (1. Lähtötiedot normitalo ja 7. Lähtötiedot passiivitalo). Ulkoseinä- ja yläpohjarakenteina on käytetty ISOVER- rakennekirjaston mukaisia rakenneratkaisuja. Alapohjarakenteet on toteutettu SPU:n maanvastaisen alapohjarakenteen rakennedetaljin mukaisesti. Rakenteet ovat keskenään samanlaisia lukuun ottamatta runkorakenteiden ja lämmöneristeiden paksuuksia.

Rakennukset on toteutettu yksinkertaistettuna ilman ulkovaipan sisäpuolisia rakenteita, koska ne eivät vaikuta rakennuksen energiatehokkuuteen eivätkä näin ollen vaikuta kustannusvertailussakaan. Rakennukset täyttävät Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimukset uudisrakennukselle. Normitalon energialuokka on C ja passiivitalon A. Rakenteiden yhteydessä esitetyt U-arvot ovat peräisin SPU:n ja ISOVERI:n rakennekirjastoista. Huom.! Piirroksissa esitetyt rakenteet ovat viitteellisiä ja ne eivät ole mittakaavassa.

### **4.1 Normitalon rakenteet**

Alla on eritelty uudisrakentamisen vähimmäistason vaatimusten mukaiset rakenne- ja järjestelmäratkaisut, joilla saavutetaan E-luku 168 kWh<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>vuosi ja energialuokka C. Energialaskennan lähtötiedot ja laskennan tulokset on esitetty liitteissä 1-5. Energialuokka C:n alaraja on E-luku 204 kWh<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>vuosi (liite 4). Rakenteet on esitetty tässä kappaleessa seuraavasti:

- alapohja
- yläpohja
- ulkoseinä
- ikkunat
- ovet.

Rakenteiden lisäksi kappaleessa on esitetty rakennuksen ilmatiiviiden suunnitteluarvot sekä rakennuksen ulkopuoliset rakenteet kuten routasuojaus.

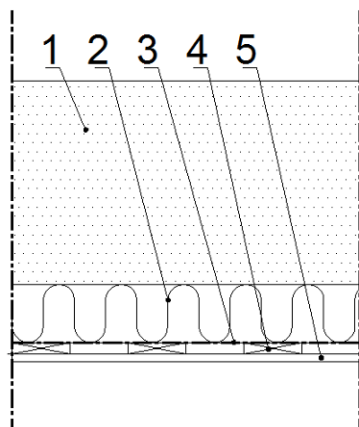
### Alapohja



Piirros 1. Normitalon alapohjarakenne.

Alapohjarakenne toteutetaan maanvaraisena alapuolelta lämmöneristettynä betonilaattana, jonka lämmöneristepaksuus on koko alapohjan alueella 130 mm. Betonilaatan paksuus on 80 mm. Lämmöneristeen alle asennetaan 300 mm paksu maaperän kapillaarisen kosteuden nousun estävä sepelikerros (raekoko 6 - 16) sekä asennushiekka. Rakenteen U-arvo on 0,16 W/m<sup>2</sup>K. Rakenne on esitetty piirroksessa 1.

## Yläpohja

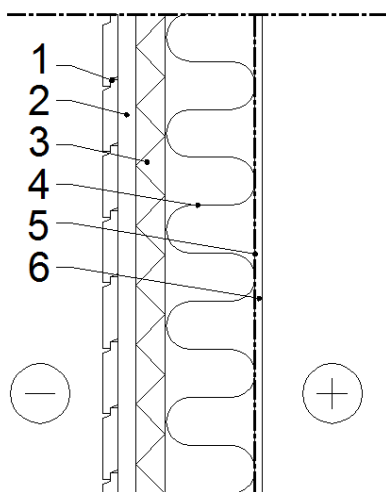


Nro.	Nimike	Paksuus [mm]
1.	Puhallusvilla	350
2.	Kattokannake k900 + levyvilla	100
3.	Höyrinsulku	
4.	Harvalaudoitus	
5.	Kipsilevy	

Piirros 2. Normitalon yläpohjarakenne.

Yläpohjan kantavat rakenteet toteutetaan kattoristikoilla, joiden jako on 900 mm. Alapaarteen alapintaan kiinnitetään höyrinsulkumuovi, jonka yläpuolelle asennetaan 100 mm paksuiset mineraalivillalevyt. Mineraalivillalevyjen päälle puhalletaan 350 mm puhallusvillaa. Höyrinsulun alapuolelle asennetaan harvalaudoitus, johon kiinnitetään alakattomateriaali. Rakenteen U-arvo on 0,09 W/m<sup>2</sup>K. Rakenne on esitetty piirroksessa 2.

## Ulkoseinä



Nro.	Nimike	Paksuus [mm]
1.	Ulkoverhouspaneeli	
2.	Tuuletusväli	30
3.	Tuulensuovilla	50
4.	Mineraalivilla ja runko	150
5.	Höyrinsulkumuovi	
6.	Sisäverhouslevy, kipsilevy	13

Piirros 3. Normitalon ulkoseinärakenne.

Ulkoseinät toteutetaan puurunkoisena mineraalivillalämmöneristettynä ulkoseinärakenteena. Puurungon ja lämmöneristeen paksuus on 150 mm ja rungon ulkopintaan kiinnitetään 50 mm tuulensuojavilla. Runгон sisäpintaan asennetaan höyrynsulku, jonka päälle asennetaan koolaus sähköasennuksia varten. Ulkoverhouksena käytetään ulkoverhouspaneelia ja sisäverhouksena kipsilevyä. Ulkoverhouksen ja tuulensuojavillan väliin koolataan 30 mm tuuletusrako. Rakenteen U-arvo on 0,17 W/m<sup>2</sup>K. Rakenne on esitetty piirroksessa 3.

## Ikkunat

Normitalon ikkunoina käytetään Skaala Beeta N-mallin ikkunoita, joiden U-arvo on 1,0 W/m<sup>2</sup>K. Ikkunat ovat puu-alumiinirakenteisia, kolmilasisia ja avattavia ikkunoita. Ikkunoiden eristyslaselementti, tehokas auringonsuoja ja Thermopuite tekevät ikkunoista energiatehokkaita. Ikkunan rakenne on esitetty kuvassa 1.



**Beeta N**  
Energialuokitus: A ... B  
E-arvo: 76-96 kWh/m<sup>2</sup>/a  
U-arvo: 1,0 W/m<sup>2</sup>K  
Ääneneristävyys: 39-43 dB  
Karmisyydydet: 131, 175, 210

Kuva 1. Skaala Beeta N ikkuna.

## Ovet

Normitalon ulko-ovina käytetään Skaala Gamma ulko-ovia, joiden U-arvo on 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Ovet ovat umpinaisia polystyreenillä eristettyjä ulko-ovia. Ulko-oven rakenne on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Skaala Gamma ulko-ovi.

## Tiiveys

Rakennuksen tiiveyden suunnitteluarvoina käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman D3 kohdan 2.5.8 ohjearvoa ( $q_{50} < 1 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ ).

## Ulkopuoliset rakenteet

Rakennuksen ulkopuolelle asennetaan salaojat, perusmuurilevyt ja 100 mm paksu routaeristys. Eristeenä käytetään EPS 120 routaeristettä, joka asennetaan 1,2 metrin leveydelle rakennuksen vierelle.

## 4.2 Normitalon talotekniset järjestelmät

### Lämmitysjärjestelmä

Rakennuksen lämmityskierto on järjestetty vesikiertoisen lattialämmityksen avulla. Lämmitysjärjestelmäksi valittiin energialaskelmien perusteella Mitsubishi Electric EcoDan -ilma-vesilämpöpumppu, jonka yhteydessä on järjestelmään kuuluva 200 litran käyttövesikierukalla varustettu lämminvesivaraaja. Ilma-vesilämpöpumppu kattaa käyttöveden lämmitystarpeen kokonaan ja 93 % lämmityskierron lämmitystarpeesta. Lämmityskierron lisälämmitys on järjestetty sähköllä.

### Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksen ilmanvaihto järjestetään lämmöntalteenotolla varustetulla Sunair 431 EC-LT -ilmanvaihtokoneella. Lämmöntalteenottimena on ns. vastavirta-lämmöntalteenottokenno. Ilmanvaihto on toteutettu yläpohjatilaa kautta johdettujen ilmanvaihtokanavien kautta.

## 4.3 Passiivitalon rakenteet

Alla on eritelty uudisrakentamisen rakenne- ja järjestelmäratkaisut, joilla saavutetaan E-luku  $53 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{vuosi}$  ja energialuokka A. Energialuokka A:n alaraja on E-luku  $94 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{vuosi}$ . Rakenteet on valittu ISOVER-rakennekirjastossa passiivitalolle määritettyjen U-arvojen perusteella. Rakenteet on esitetty tässä kappaleessa seuraavasti:

- alapohja
- yläpohja
- ulkoseinä
- ikkunat
- ovet.

Rakenteiden lisäksi tässä kappaleessa on esitetty rakennuksen ilmatiiveyden suunnitteluarvot sekä rakennuksen ulkopuoliset rakenteet kuten routasuojaus.

### Alapohja



Piirros 4. Passiivitalon alapohjarakenne.

Alapohjarakenne toteutetaan maanvaraisena alapuolelta lämmöneristettynä betonilaattana, jonka lämmöneristepaksuus on koko alapohjan alueella 240 mm. Betonilaatan paksuus on 80 mm. Lämmöneristeen alle asennetaan 300 mm paksu maaperän kapillaarisen kosteuden nousun estävä sepelikerros (raekoko 6 - 16) sekä asennushiekka. Rakenteen U-arvo on 0,09 W/m<sup>2</sup>K. Rakenne on esitetty piirroksessa 4.

### Yläpohja



Piirros 5. Passiivitalon yläpohjarakenne.



Yläpohjan kantavat rakenteet toteutetaan kattoristikoilla, joiden jako on 900 mm. Alapaarteen alapintaan kiinnitetään höyrynsulkumuovi, jonka päälle asennetaan 100 mm paksuinen mineraalivillalevytys. Mineraalivillalevyjen päälle puhalletaan 450 mm puhallusvillaa. Höyrynsulun alapuolelle asennetaan harvalaudoitus, johon kiinnitetään alakattomateriaali. Rakenteen U-arvo on 0,07 W/m<sup>2</sup>K. Rakenne on esitetty piirroksessa 5.

## Ulkoseinä



Piirros 6. Passiivitalon ulkoseinärakenne.

Ulkoseinät toteutetaan puurunkoisena mineraalivillalämmöneristettynä ulkoseinärakenteena. Puurungon ja lämmöneristeen paksuus on 350 mm ja rungon ulkopintaan kiinnitetään 100 mm tuulensuojavilla. Rungon sisäpintaan asennetaan höyrynsulku, jonka päälle asennetaan koolaus sähköasennuksia varten. Ulkoverhouksena käytetään ulkoverhouspaneelia ja sisäverhouksena kipsilevyä. Ulkoverhouksen ja tuulensuojavillan väliin koolataan 40 mm tuuletusrako. Rakenteen U-arvo on 0,081 W/m<sup>2</sup>K. Rakenne on esitetty piirroksessa 6.

## Ikkunat

Passiivitalon ikkunoina käytetään Skaala Alfa 30 -mallin ikkunoita joiden U-arvo on  $0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ikkunat ovat puu-alumiinirakenteisia, nelilasisia ja avattavia ikkunoita. Ikkunat eroavat normitalon ikkunoista säädettävyyden ja tiivistemäärän osalta, mikä vaikuttaa ikkunan ilmanvuotolukuun ja näin ollen myös U-arvoon. Ikkunan rakenne on esitetty kuvassa 3.



Alfa 30  
Energialuokitus: A++  
E-arvo: 29-39 kWh/m<sup>2</sup>/a  
U-arvo:  $0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Ääneneristävyys: 32-43 dB  
Karmisyydyt: 131, 175, 210

Kuva 3. Skaala Alfa 30 ikkuna.

## Ovet

Passiivitalon ulko-ovina käytetään Skaala Alfa ulko-ovia, joiden U-arvo on  $0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ovet ovat umpinaisia polystyreenillä eristettyjä ulko-ovia. Ovet eroavat normitalon ulko-ovista säädettävyyden, tiivistemäärän sekä lämmöneristemateriaalin osalta, mikä vaikuttaa oven ilmanvuotolukuun ja näin ollen myös U-arvoon. Ulko-oven rakenne on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Skaala Alfa ulko-ovi.

### **Tiiveys**

Rakennuksen tiiveyden suunnitteluarvoina käytetään VTT:n määrittämää ilma-  
vuotolukua ( $n_{50} < 0,6$  1/h). Passiivitalolle ei ole määritelty  $q_{50}$  ( $\text{m}^3/\text{h m}^2$ ) ilmatii-  
veyslukua.

### **Ulkopuoliset rakenteet**

Rakennuksen ulkopuolelle asennetaan salaojat, perusmuurilevyt ja 150 mm  
paksu routaeristys. Eristeenä käytetään EPS 120 routaeristettä, joka asennetaan  
1,6 metrin leveydelle rakennuksen vierelle.

#### 4.4 Passiivitalon järjestelmät

##### Lämmitysjärjestelmä

Rakennuksen lämmityskierto on järjestetty vesikiertoisen lattialämmityksen avulla. Lämmitysjärjestelmäksi valittiin NIBE F1145-8 -maalämpöpumppu, johon on integroitu 10 m<sup>2</sup> aurinkokeräin ja Nibe VPAS -kaksoisvaippavaraaja. Kaksoisvaippavaraajassa on 22 mm aurinkokeräin ja 2 tuuman sähkövastusliitäntä. Varaajan koostuu sisemmästä 300 litran käyttövesivaraajasta ja sitä ympäröivästä 450 litran ulkovaipasta.

Kaksoisvaippavaraajan ulkovaippa toimii lämmityskierron lämminvesivaraajana. Maalämpöpumppu kattaa 96 % rakennuksen lämmitystarpeesta. Tarvittava lisälämmitys on järjestetty aurinkokeräimillä ja sähköllä.

##### Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksen ilmanvaihto järjestetään lämmöntalteenotolla varustetulla Flexit Spirit UNI-3 -ilmanvaihtokoneella. Lämmöntalteenotto on toteutettu pyörivällä lämmönsiirtimellä. Ilmanvaihto tiloissa tapahtuu yläpohjatilan kautta johdettujen ilmanvaihtokanavien kautta.

##### Sähköntuotanto aurinkosähkökennoilla

Rakennuksen katolle on asennettu 13 m<sup>2</sup> Ruukin aurinkosähköpaketti, joka tuottaa laskennallisesti sähköä noin 1999 kWh/vuosi. Aurinkokennojen tuottama sähkö kattaa päivisin maalämpöpumpun ja ilmanvaihdon sähköntarpeen.

Aurinkokeräimen sähköntuotto on laskettu Suomen rakentamismääräyskokoelman D5 kappaleen 10 mukaisesti.

Aurinkosähkökennon tuottama sähköenergia lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$W_{pv} = \frac{G_{aur} * P_{maks} * F_{käyttö}}{I_{ref}} \quad (\text{Kaava 1})$$

jossa

$W_{pv}$	aurinkosähkökennojen tuottama sähköenergia vuodessa, kWh/a
$G_{aur}$	kennostoon kohdistuva auringon säteilyn energia vuoden aikana, kWh/m <sup>2</sup>
$P_{maks}$	aurinkosähkökennojen tuottama suurin sähköteho, jonka kennosto tuottaa referenssisäteilytilanteessa ( $I_{ref} = 1 \text{ kW/m}^2$ , referenssilämpötilassa 25 °C), kW
$F_{käyttö}$	käyttötilanteen toimivuuskerroin, -
$I_{ref}$	referenssisäteilytilanne, 1 kW/m <sup>2</sup> ,

Kaava 1. Aurinkosähkökennon tuottama sähköenergia (Suomen rakentamismääräyskokoelma D5, 2012)

## 5 Kustannukset

Talojen vertailukustannuksissa otettiin ensisijaisesti huomioon rakenteet, jotka aiheuttavat eroja talojen kustannuksiin. Kustannuksiin ei ole laskettu esimerkiksi keittiötä tai saunaa, koska niiden ajatellaan olevan samoja talojen energialuokasta riippumatta. Taulukossa 1 ja 2 on vertailtu eri rakenteiden arvonlisäverollisia vertailuhintoja rakennusten välillä.

Taulukko 1. Rakennusten arvonlisäverolliset vertailuhinnat.

	Normitalon rakennusosien kokonaishinta	Passiivitalon rakennusosien kokonaishinta	Kokonaishinto- jen ero
Alapohja	5 852 €	8 541 €	2 689 €
Ulkoseinä	10 065 €	13 940 €	3 875 €
Yläpohja	8 182 €	8 503 €	321 €
Routasuojaus	461 €	806 €	346 €
Ikkunat	2 729 €	3 355 €	626 €
Ovet	909 €	1 213 €	304 €
Tekniikka	13 794 €	24 293 €	10 499 €
Yhteensä	41 992 €	60 651 €	18 659 €

Taulukko 2. Rakennusten arvonlisäverolliset yksikköhinnat.

	Normitalon rakennusosan yksikköhinta	Passiivitalon rakennusosan yksikköhinta	Yksikköhintojen ero	Yksikkö
Alapohja	58,5	85,4	26,8	€/m <sup>2</sup>
Ulkoseinä	129,9	179,9	50,0	€/m <sup>2</sup>
Yläpohja	81,8	85,0	3,2	€/m <sup>2</sup>
Routasuojaus	11,5	20,1	8,6	€/jm
Ikkunat	273,0	335,5	67,7	€/kpl
Ovet	454,6	606,6	152,0	€/kpl

Talojen vertailukustannuksiin laskettiin mukaan alapohjan osalta SPU-eristeestä lattiatasoitteeseen. Eristeen alapuoliset rakennekerrokset pysyvät samana molemmissa tapauksissa. Hintaerot rakennusten alapohjissa koostuvat SPU-lämmöneristeiden materiaalikustannuksista. Työpanos molempiin alapohjiin pysyy samana, mutta passiivitalon paksummat lattiaeristekerroksen materiaalit ovat 26,90 €/m<sup>2</sup> kalliimmat kuin normitalon. Taulukossa 3. on esitetty alapohjarakenteiden kustannukset. Täyttöjä ja pintamateriaaleja ei ole huomioitu laskuissa,

koska ne ovat samanhintaisia kummassakin vaihtoehdossa, joten niitä ei ole tarpeen vertailla.

Taulukko 3. Alapohjarakenteiden kustannukset.

	Normitalo	Passiivitalo
Laatta	2 345,00 €	2 345,00 €
SPU eriste	2 681,00 €	5 371,00 €

Ulkoseinärakenteissa huomioitiin passiivitalossa ja normitalossa työt ja materiaalit seinän sisäpinnan seinälevytyksestä ulkoverhoukseen. Tosin ulkoseinien verhouk-, höyrynsulun ja seinän kipsilevytyksen kustannukset pysyivät samoina. Passiivitalon eristepaksuus on yli kaksinkertainen suhteessa normitaloon, jolloin se tuo huomattava lisän seinäneliön materiaali- ja työkuluihin. Passiivitalon valmis ulkoseinärakenne maksaa 50,04 €/m<sup>2</sup> enemmän kuin normitalon ulkoseinärakenne. Taulukossa 4. on esitetty ulkoseinärakenteiden kustannukset.

Taulukko 4. Ulkoseinärakenteiden kustannukset.

	Normitalo	Passiivitalo
Ulkoverhous	3 218,05 €	3 218,05 €
Tuulensuojavilla	1 481,62 €	2 242,95 €
Mineraalivilla	1 077,80 €	2 514,03 €
Runko	2 345,00 €	4 904,13 €
Kipsilevy	1 061,07 €	1 061,07 €

Kattorakenteiden kustannuksien erot eivät ole suuret. Passiivitalon puhallusvilla-kerros on 100 mm paksumpi kuin normitalon ja se nostaa kustannuksia ainoastaan 3,2 €/m<sup>2</sup>. Taulukossa 5. on esitetty yläpohjarakenteiden kustannukset.

Taulukko 5. Yläpohjarakenteiden kustannukset.

	Normitalo	Passiivitalo
Kattotuolit	2 512,00 €	2 512,00 €
Levyvilla	1 127,00 €	1 127,00 €
Puhallusvilla	1 120,00 €	1 440,00 €
Rakennuslevy	828,00 €	828,00 €
Kannatusruoteet	921,00 €	921,00 €
Kattolevy	1 675,00 €	1 675,00 €

Ikkunoiden ja ovien kustannuserot koostuvat materiaaleista, koska energiatehokkaammat ikkunat ja ovet maksavat enemmän, mutta asennusaika ja -tapa pysyvät samankaltaisina. Ikkunoiden ja ovien pinta-alat ovat samoja molemmissa vaihtoehtoissa.

Ulkopuolisissa rakenteissa routaeristys on passiivitalossa 50 mm paksumpi ja ylettyy 0,4 metriä kauemmaksi seinälinjasta. Passiivitalon routaeristys on 8,62 €/jm kalliimpi kuin normitalon.

LVI-tekniikka tuo merkittävän eron rakennusten kustannuksiin. Normitalo ei tarvitse yhtä vaativaa tekniikkaa kuin passiivitalo, eikä energiatehokkuutta parantavaa tekniikkaa. Esimerkiksi aurinkokeräimet ja maalämpöjärjestelmä vaativat rakennusvaiheessa suuria investointeja. Lämmitysjärjestelmän ja ilmanvaihtotekniikan asennuksen työmenekki on verrattain sama molemmissa rakennuksissa lukuun ottamatta maalämpökaivojen poraamista ja aurinkokeräinten asentamista. Suurimmat kustannuserot syntyvät asennusosista ja laitteista. Ilmanvaihtokanavien määrät pysyvät kummassakin vaihtoehdossa samoina, vain laitteistot eroavat toisistaan. Käyttövesi- ja viemärijärjestelmiä ei otettu kustannuksissa huomioon, koska ne ovat samanlaiset molemmissa rakennuksissa. Passiivitalon tekniset järjestelmät ovat n. 10 500 euroa kalliimpia kuin normitalossa.



### 5.1 Normitalon rakentamisen aikaiset kustannukset

Normitalon rakennusaikaiset vertailukustannukset ovat yhteensä 41 992 €. Kustannusten muodostuminen on esitetty taulukossa 1. Kustannukset sisältävät työtä 12 504 € ja muita kustannuksia 29 492 €. Normitalon materiaali- ja hankintakustannukset olivat noin 66 % suhteessa passiivitalon kustannuksiin ja työkustannukset olivat 78 % suhteessa passiivitalon työkustannuksiin.

### 5.2 Passiivitalon rakentamisen aikaiset kustannukset

Passiivitalon rakennusaikaiset vertailukustannukset ovat 60 654 €. Kustannusten muodostuminen on esitetty taulukossa 1. Kustannukset sisältävät työtä 15 982 € ja muita kustannuksia 44 672 €. Töiden kustannukset nousivat normitaloon verrattuna 24 % ja kokonaiskustannukset 43 %.

### 5.3 Normitalon lämmityskustannukset

Normitalon ylläpitokustannukset lämmityksen osalta ovat yhteensä 1 377 € vuodessa eli 13,79 euroa/m<sup>2</sup>/vuosi. Lämmityksen ylläpitokustannukset koostuvat valtakunnan verkosta ostetusta sähköenergiasta. Muita kuluja ei ole vertailtu koska käyttösähkö-, vesi-, jätevesi- ja talousjättekustannukset ovat käyttäjä kohtaisia, jolloin ne pysyvät samana rakennuksesta riippumatta. Rakennuksen huollosta syntyviä kustannuksia ei ole huomioitu vertailussa, koska ne ovat pääpiirteittäin samanlaisia.

#### 5.4 Passiivitalon lämmityskustannukset

Passiivitalon ylläpitokustannukset ovat n. 409 € vuodessa eli 4,09 euroa/m<sup>2</sup>/vuosi. Normitalon vuotuiset kustannukset ovat siis 2,5 kertaa suuremmat passiivitaloon verrattuna. Lämmityksen ylläpitokustannukset koostuvat valtakunnan verkosta ostetusta sähköenergiasta. Muita kuluja ei ole vertailtu koska käytösähkö-, vesi-, jätevesi- ja talousjättekustannukset ovat käyttäjä kohtaisia, jolloin ne pysyvät samana rakennuksesta riippumatta. Rakennuksen huollosta syntyviä kustannuksia ei ole huomioitu vertailussa, koska ne ovat pääpiirteittäin samanlaisia.

#### 5.5 Kustannusten vertailu

Taulukossa 6 esitetyt kustannukset ovat vertailussa käytettyjä kustannuksia eivätkä vastaa rakentamisen todellisia kustannuksia. Rakentamisen aikaiset kustannukset on esitetty taulukossa 1. Ylläpitokustannukset on esitetty kohdissa 5.3 ja 5.4.

Rakennuskustannusten ero 18 659 € otettaisiin nykyisellä energian hinnalla kiinni reilussa 21 vuodessa. Tässä laskelmassa käyttökustannuksiin ei ole otettu huomioon laitteistojen huoltoa tai energian hinnan vaihtelua.

Taulukko 6. Normitalon ja passiivitalon vertailukustannukset.

	Rakennusaikaiset kustannukset €	Ylläpito kustannukset €/vuosi	Kokonaiskustannukset 21 vuoden päästä €	Kokonaiskustannukset 50 vuoden päästä €
Normitalo	41 996	1296,06	69 213	106 799
Passiivitalo	60 654	409,13	69 245	81 110

## 6 Yksittäisen rakenteen tai järjestelmän energiatehokkuuden parantamisen vaikutus kustannustehokkuuteen

Opinnäytetyön edetessä todettiin tarpeelliseksi vertailla myös sitä, miten yksittäisen rakenteen tai teknisen järjestelmän parantaminen vaikuttaa energiatehokkuuteen ja käyttökustannuksiin. Vertailu suoritettiin parantamalla yhtä osa-aluetta C-energialuokan talosta ja tutkimalla energialaskennan tuloksista kuinka paljon yksittäinen muutos vaikuttaa vuosittaiseen energian kulutukseen. Rakenteita ja järjestelmiä parannettiin normitalon tasolta laskennassa käytetyn passiivitalon tasolle. Laskennalliset lisäkustannukset, säästöt ja takaisinmaksuajat on esitetty taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 7. Rakennekohtaiset lisäkustannukset, säästöt ja takaisinmaksuajat.

Rakenne	Lisäkustannukset (€/m <sup>2</sup> )	Säästöt (€/m <sup>2</sup> /vuosi)	Takaisinmaksuaika (vuosina)
Yläpohja	3,2	0,13	24,6
Ulkoseinä	50,0	0,56	89,3
Alapohja	26,9	0,23	116,3

Taulukko 8. Ikkunoiden, ovien ja teknisten järjestelmien lisäkustannukset, säästöt ja takaisinmaksuajat.

Rakenne/Tekninen järjestelmä	Lisäkustannukset (€)	Säästöt (€/vuosi)	Takaisinmaksuaika (vuosina)
Ikkunat	625,6	37,8	16,5
Ovet	304,0	9,9	30,7
IV-kone	183,7	37,2	4,9
Lämmitysjärjestelmä	6224,8	466,9	13,3
Aurinkosähkökenno	4090,3	264,5	15,5

## 6.1 Alapohjan, yläpohjan ja ulkoseinän U-arvon parantamisen vaikutus

Normitalon alapohjan U-arvoa parannettiin laskelmissa lisäämällä SPU-eristeen paksuus 130 millimetristä 240 millimetriin, paksuutta tuli siis 110 mm lisää. Eristeen lisääminen toi kustannuksia lisää 26,90 €/ m<sup>2</sup> eli koko talossa yhteensä 2 690 euroa. Hinta sisältää materiaali- ja työkustannukset.

Alapohjan U-arvon parantaminen laskee energian kulutusta laskelmissa 1,17 kWh/m<sup>2</sup>/v eli yhteensä 117 kWh vuodessa. Säästöä energian kulutuksessa syntyi 23,24 euroa vuodessa parantamalla alapohjan U-arvoa. Rakennuskustannuksien takaisinmaksuaika esimerkkitalossa olisi näin ollen jopa 116 vuotta.

Normitalon yläpohjan U-arvoa parannettiin laskelmissa lisäämällä 100 mm puhallusvillaa, mikä tuo rakennusaikaisia kustannuksia lisää 3,20 €/ m<sup>2</sup> eli koko rakennuksen alalla 320 euroa. Hinta sisältää materiaali- ja työkustannukset.

Yläpohjan parantaminen laskee energian kulutusta 0,96 kWh/ m<sup>2</sup>/v eli yhteensä 96 kWh vuodessa. Säästöä energian kulutuksessa syntyi 12,60 € vuodessa lisäämällä yläpohjaan puhallusvillaa. Rakennuskustannuksien takaisinmaksuaika paksuudella rakenteella olisi näin ollen reilut 25 vuotta.

Rakennuksen seinää parannettiin laskelmissa kasvattamalla mineraalivillan paksuutta 200 mm ja tuulensuojavillan paksuutta 50 mm. Seinän parantaminen toi kustannuksia lisää 50,04 €/m<sup>2</sup> eli koko talossa 3 875,60 euroa. Hinta sisältää materiaali- ja työkustannukset.

Ulkoseinän parantaminen laskee energian kulutusta 3,28 kWh/m<sup>2</sup>/v eli yhteensä 328 kWh vuodessa. Säästöä energian kulutuksessa syntyi 43,06 € vuodessa parantamalla vain seinän U-arvoa. Rakennuskustannuksien takaisinmaksuaika olisi näin ollen 90 vuotta.

## 6.2 Ikkunoiden ja ovien U-arvon parantamisen vaikutus

Normitalon ikkunoiden U-arvoa parannettiin laskelmissa vaihtamalla Skaalan Beeta N ikkunat Skaalan Alfa 30 ikkunoihin. Paremmat ikkunat toivat kustannuksia lisää yhteensä 625,60 euroa.

Ikkunoiden U-arvon parantaminen laskee energian kulutusta laskelmissa 288 kWh vuodessa. Säästöä energian kulutuksessa paremmilla ikkunoilla syntyisi 37,81 euroa vuodessa. Ikkunoiden takaisinmaksuaika olisi näin ollen 16,5 vuotta.

Normitalon ovien energiatehokkuutta parannettiin laskelmissa vaihtamalla Skaalan Gamma-ovet Skaalan Alfa-oviin. Energiatehokkaammat ovet toivat rakennusaikaisia kustannuksia lisää 152 €/ovi eli koko talossa 304,00 euroa.

Ovien U-arvon parantaminen laskee energian kulutusta laskelmissa 68 kWh vuodessa. Säästöä energian kulutuksessa energiatehokkaammilla ovilla syntyisi 8,93 euroa vuodessa. Ovien kustannusten takaisinmaksuaika olisi näin ollen 30 vuotta.

## 6.3 Energiatehokkaamman ilmanvaihtokoneen vaikutus

Normitalon ilmavaihtokoneen energiatehokkuutta parannettiin laskelmissa vaihtamalla Sunair 432 EC-LT ilmanvaihtokoneen Flexit Spirit UNI-3 ilmanvaihtokoneeseen. Energiatehokkaampi ilmanvaihtokone on 183,68 euroa kalliimpi.

Ilmanvaihtokoneen energiatehokkuuden parantaminen laskee energian kulutusta laskelmissa 2,83 kWh/m<sup>2</sup>/v eli 283 kWh vuodessa. Säästöä energian kulutuksessa energiatehokkaammalla ilmanvaihtokoneella syntyisi 37,16 euroa vuodessa. Hankintakustannusten takaisinmaksuaika olisi näin ollen 5 vuotta.

#### 6.4 Lämmitysjärjestelmän ja aurinkosähkökennon vaikutus

Lämmitysjärjestelmän vaihtaminen ilma-vesilämpöpumpusta maalämpöpumpuun säästäisi energiaa 35,56 kWh/m<sup>2</sup>/v eli 3 556 kWh vuodessa. Säästöä energian kulutuksessa tulisi 466,90 euroa vuodessa.

Maalämpöpumppu on ilma-vesilämpöpumppua 6224,82 euroa kalliimpi, joten takaisinmaksuaika olisi 13 vuotta.

Aurinkokeräimen lisäys katolle säästää energiaa 1 999 kilowattituntia vuodessa ja se säästäisi käyttökustannuksissa 264,47 euroa vuodessa. Aurinkokeräinjärjestelmä maksaa 4090,25 euroa, joten takaisinmaksuaika on 15,5 vuotta.

#### 6.5 Ilmavuotoluvun vaikutus

Passiivitalon ilmavuotolukuna käytettiin  $q_{50}=0,49$  m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>) ja normitalon  $q_{50}=1$  m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>). Pelkästään ilmavuotoluvun parantaminen vähensi ostoenergian tarvetta 69 kWh vuodessa, joten pelkällä laadukkaammalla rakentamisella on pieni vaikutus talon energiatehokkuuteen. Paremman ilmavuotoluvun saavuttaminen omakotitalossa on melkein ilmaista, koska se vaatii vain tarkkuutta ja huolellisuutta rakentamisessa höyrynsulun ja läpivientien kanssa. Toisaalta myös ikkunoiden ja ovien ominaisuuksilla on vaikutus ilmanvuotolukuun.

## **7 Yhteenveto ja johtopäätökset**

### **7.1 Laskelmien luotettavuus**

Energian kulutuslaskelmat pohjautuvat suoraan rakennusten energialaskennasta saatuihin tuloksiin. Energian hinta vaihtelee päivittäin ja energian hinnan kehitystä tulevaisuudessa on vaikea arvioida.

Klara Net käyttää laskemiseen Ratusta saatuja menekkejä, jotka ovat yleisesti rakentamisessa käytössä ja ovat näin ollen luotettavia. Käytännössä menekkiin ja työtunteihin vaikuttaa työryhmän ripeys ja ammattitaito. Ratun menekit ovat keskimääräisiä. Klara Net päivittää myös rakennekirjaston hintojansa markkinoiden mukaan, joten rakennusosien hinnat ovat nykyisen trendin mukaisia ja ajantasaisia. Kustannuslaskelmien epävarmuus liittyy taloteknisten järjestelmien kuten maalämmön työmenekin arviointiin.

Rakennusosien ja käyttökustannusten kuten käyttövesi-, jätevesi- ja jätemaksujen karsiminen kokonaishinnasta ei vaikuta hintavertailun luotettavuuteen, koska tarkoituksena oli vertailla nimenomaan erilaisten rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien hintoja. Karsimisella tarkoitetaan niiden osien huomioimatta jättämistä, jotka pysyvät samana kummassakin esimerkkitalossa, esim. pintamateriaalit, kiintokalusteet ja varusteet.

### **7.2 Sähköenergian hinnan muutoksen vaikutus**

Sähköenergian hinnan muutosta esim. sähköautojen lisääntymisen johdosta vaikuttaa passiivitalon takaisinmaksuaikaa suhteessa normitaloon. Arvonlisäveron nousu tai muutokset energiaverotuksessa voivat aiheuttaa sähkönhinnan nousun, mikä vaikuttaa positiivisesti passiivitalon kannattavuuteen ja takaisinmaksu-aikaan.

### 7.3 Yksittäisten energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden kannattavuus

Yksittäisen rakenteen parantamisella ei ole suurta vaikutusta rakennuksen kokonaisenergiatehokkuuteen, minkä vuoksi rakenteen parannuksen takaisinmaksuaika on pitkä n. 25–116 vuotta. Ainoastaan yläpohjarakenteen parantaminen on järkevää, jos muu rakennus toteutetaan minimi vaatimusten mukaan. Toisaalta lisäkustannukset rakentamisen aikana ovat melko pienet. Ikkunoiden ja ovien energiatehokkaampien ratkaisuiden takaisinmaksuaika on 16–30 vuotta, jolloin ne tulevat kannattavaksi investoinniksi, jos rakennuksen suunniteltu tekninen käyttöikä on 50 vuotta.

Investointi taloteknisiin järjestelmiin on takaisinmaksuaikojen perusteella kustannustehokasta, koska kaikilla vertailuilla järjestelmillä takaisinmaksu aika on 5–16 vuotta. Vertailujen perusteella ilmanvaihtokoneeseen kannattaa satsata rakentamisvaiheessa, koska paremman hyötysuhteen omaava ilmanvaihtokone maksaa itsensä takaisin n. 5 vuodessa.

Laskelmista saadut tulokset eivät ole suoraan verrattavissa korjausrakentamisen aikana tehdyn energiatehokkuuden parantamisen takaisinmaksu-aikaan. Korjausrakentamisessa tulee aina laskea kustannustehokkuus tapauskohtaisesti. Näistä laskelmista saatuja tuloksia voidaan soveltaa ainoastaan vuoden 2010 jälkeen rakennettuihin rakentamismääräysten mukaisesti tehtyihin pientaloihin.

### 7.4 Passiivi- vai normitalo?

Energiamääräykset muuttuvat vuonna 2018, jolloin uudisrakennuksien tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. Uusien energiavaatimusten vuoksi nykyinen normitalo ei enää täytä uudisrakennukselle asetettuja energiavaatimuksia.



Passiivitalo maksaa itsensä takaisin n. 21 vuodessa, joka on alle puolet rakennukselle suunnitellusta käyttöisästä. Investointi energiatehokkaampaan rakennukseen on kustannustehokasta, jos rakennus kestää koko suunnitellun käyttöönsä. Energiavaatimusten tiukentuessa passiivitalon muuttaminen uusia energiavaatimuksia vastaavaksi tulee edullisemmaksi kuin normitalon. Passiivitalon kokonaiskustannukset eli rakentamisen aikaiset kustannukset sekä lämmitykseen käytettävä ostoenergian kustannukset tulevat n. 25 700 € halvemmaksi rakennuksen käyttöönsä aikana kuin normitalon kokonaiskustannukset. Saatuja tuloksia voidaan soveltaa nelikulmaisiiin pinta-alaltaan n. 100 m<sup>2</sup> suuruisiin rakennuksiin.

## Lähteet

1. Nieminen. J. 2016,Passiivitalo. VTT. <http://passiivitalo.vtt.fi/files/passiivitalon%20maaritelma.pdf>. 22.1.2016.
2. Ympäristöministeriö. 2015. Rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö. [http://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakennuksen\\_energiatehokkuutta\\_koskeva\\_lainsaadanto](http://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennuksen_energiatehokkuutta_koskeva_lainsaadanto). 13.5.2015.
3. Rakennusteollisuus. 2015. rakennuksen energiatehokkuutta ohjaavat direktiivit. <http://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto--ja-energiapolitiikka/Energiatehokkuus-suunnitteluvaiheessa/>. 13.4.2015.
4. Maankäyttö- ja rakennuslaki. 2012/958. rakentamisen yleiset edellytykset 117 g § Energiatehokkuus. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P117g>. 13.4.2015.
5. Finlex. 2013/50. Laki rakennuksen energiatodistuksesta, 2 luku- Energiatodistuksen laatiminen, hankkiminen, käyttö ja voimassaolo, 5§ Uudisrakennuksen energiatodistus. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050>. 13.4.2015.
6. Finlex . 2013/50. Laki rakennuksen energiatodistuksesta, 3 luku- Energiatodistuksen sisältö, 9§ Energiatodistuksen sisältämät tiedot. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050>. 13.4.2015.
7. Isover Saint Gobain. 2013. rakennekirjasto, versio 09/2013. <http://www.iso-ver.fi/suunnittelu/rakennekirjasto>. 24.4.2015.
8. SPU eristeet. 2015. ammattirakentamisen detaljit, alapohjat, AP p3.0. <http://www.spu.fi/suunnittelu/detaljikirjasto/alapohjat/>. 24.4.2015
9. Skaala. 2015. Ikkunat. <http://www.skaala.com/ikkunat.html>. 24.4.2015.
10. Skaala. 2015. Ulko-ovet. <http://www.skaala.com/ulko-ovet.html>. 24.4.2015.
11. Heatco Finland Oy. 2014. Hinnasto. <http://www.heatco.fi/pdf/heatco-hinnasto-2014.pdf>. 15.5.2015.
12. Heatco Finland Oy. 2015. Flexi Spirit Uni 3. <http://www.heatco.fi/tuotteet/ilmanvaihto/flexit-spirit-uni-3/>, 15.5.2015.
13. Ruukki Construction Oy. 27.10.2014. Rautaruukki Oy. [http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Katot/Solar/FI\\_Ruukki\\_Solar\\_Thermal\\_PriceList\\_2014\\_LOW.ashx](http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Katot/Solar/FI_Ruukki_Solar_Thermal_PriceList_2014_LOW.ashx). 21.5.2015.
14. Ruukki Construction Oy. 2015. Rautaruukki Oy. <http://www.ruukki.fi/Rakentaminen/Omakotitalojen-teraskatot/Aurinkolamporatkaisut/Aurinkosahkopaketti>. 21.5.2015.
15. Nibe Energy Systems Oy. 2015. Nibe F1145. <http://www.nibe.fi/Tuotteet/Maalampopumput/Tuotevalikoima/NIBE-F1145/>. 10.5.2015.
16. Energiavirasto. 2015. Hintatilastot. <http://www.sahkonhinta.fi/summariesand-graphs>. 23.5.2015.
17. Energiavirasto. 2015. Tilastot. <http://www.energiavirasto.fi/tilastot>. 23.5.2015.
18. Ympäristöministeriö. 2013. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmityshontarpeen laskenta. [http://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaaryskokoelma](http://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaaryskokoelma). 22.1.2016

## LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

## Päätiedot

Rakennuskohde:	Uudispientalo
Osoite 1:	YM:n energiatodistusoppaan esimerkki
Osoite 2:	
Todistustunnus:	
Kiinteistötunnus:	?
Rakennustunnus:	
Rakennusluvan hakemisvuosi:	?
Valmistumisvuosi:	2015
Rakennuksen käyttötarkoitus:	Yhden asunnon talot
Pääsuunnittelija:	
Laskelman tekijä:	Jussi Mutikainen
Yritys:	Yritys Oy, Katuposoite 3, 00100 HKI
Tilaaaja:	?
Päiväys:	31.5.2013
Sijainti/paikkakunta:	Joensuu=3
<b>Rakennusluokka:</b>	<b>1 Pientalo</b>
Kerroslukumäärä:	1
Rakennustilavuus (m <sup>3</sup> ):	365.5
Rakennuksen ilmatilavuus (m <sup>3</sup> ):	245
Maanpäällinen kerrostasoala (m <sup>2</sup> ):	104.4
Lämmitetty nettoala Anetto (m <sup>2</sup> ):	100
Lämpökapasiteetti Crak omin (Wh/m <sup>2</sup> K):	70
Ulkopuolisen tilan lämpötila:	17.0 astetta
Asuntojen lukumäärä:	1
Laskentamallin tila:	Ei tiedossa
Rakennuslupa hyväksytty (pvm):	-
Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):	-

## Rakenneosat

<b>rakenneosa:</b>	<b>Pinta-ala:</b> <b>m<sup>2</sup></b>	<b>U-arvo:</b> <b>W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>g-arvo:</b>	<b>Fverho *</b> <b>Fkehä:</b>
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	77.4	0.17		
Yläpohja ulkoilmaa vasten	100	0.09		
Alapohja (maanvastainen)	100	0.16		
Ikkunat pohjoiseen	2.88	1.00	0.63	0.45
Ikkunat itään	5.04	1.00	0.63	0.45
Ikkunat etelään	1.44	1.00	0.63	0.45
Ikkunat länteen	5.04	1.00	0.63	0.45
Ulko-ovet	4.2	1.00		

## Kylmäsiilat

<b>Kylmäsiilat:</b>	<b>Pituus:</b> <b>m</b>	<b>Lisäkonduktanssi:</b> <b>W/mK</b>
US-US (ulkonurkka)	9.6	0.04
US-YP	41	0.05
US-AP	41	0.17
US-ikkunat	48	0.04
US-ovet	12.6	0.04

## Ilmanvaihto

<b>Vaipan ilmanvuodot:</b>	
Ilmanvuotoluku q50:	1
<b>Ilmanvaihto:</b>	
Kuvaus	Sunair 431 EC-LT (31-106 L/s)

## LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

LTO %:	71.1											
Ominais sähköteho/SFP-luku (kW/m <sup>3</sup> /s):	1.30											
Muu ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho (W):	0											
Tuloilman lämpötilan asetusarvo:	17 astetta											
Jäteilman lämpötila mitoitustilanteessa:	0.5 astetta											
Poistoilmamäärän suunnitteluarvo (L/s):	40											
Poistoilmamäärän suunnitteluarvo ilman LTO-vaatimusta (L/s):	0											
Tuloilman suhde poistoilmavirtaan:	0.93											
Lämpötilan nousu puhaltimessa:	0.5 astetta											
Esilämmityspiirin vuosituotto:	0 kWh											
IV-laitteessa automaattinen LTO:n poiskytkentä asetuslämpötilan ylittyessä:						Kyllä						
LTO:n ja jälkilämmityspatterin kuukausipäälläolo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x

## Lämmitysjärjestelmä

## Käyttöveden lämmitys:

Kuvaus	Ilmavesilämpöpumppu Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUHZ-SW50VHA
Käyttöveden varaajahäviöt (kWh/vuosi):	695.0
Käyttöveden kiertojohtojen häviöt (kWh/vuosi):	0
Käyttöveden siirron hyötysuhde:	0.92
Käyttöveden mitoitusvirtaama (litra/s):	0.25
Käyttöveden kiertojohtojen ominaisteho (W/m <sup>2</sup> ):	2
Käyttöveden kiertojohtojen pumpun ottoteho:	50 W
Jäteveden LTO:sta hyödynnetty energia:	0 kWh/vuosi
Sähkölämmityksen hyötysuhde (käyttövesi):	1

## Tilojen lämmitys:

Kuvaus	Ilmavesilämpöpumppu Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUHZ-SW50VHA
Lämmityksen varaajahäviöt (kWh/vuosi):	0.0
Häviöt lämmittämättömään tilaan (kWh/vuosi):	567
Lämmön jakelujärjestelmän hyötysuhde:	0.80
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteet (kWh/m <sup>2</sup> ):	2.5
Varaavien tulisijojen lukumäärä:	0
Ilmalämpöpumppujen lukumäärä:	0 kpl (SPF-luku=2.8)
Sähkölämmityksen hyötysuhde (tilojen lämmitys):	1
Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen lämmityksestä:	0

## Lämpöpumput

## Ulkoilmalämpöpumppu (ilma-ilma tai ilma-vesi):

Kuvaus	Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUHZ-SW50VHA
Tuotto-osuus tilojen lämpöenergian tarpeesta:	0.93
Tuotto-osuus käyttöveden lämpöenergian tarpeesta:	1.00
SPF-luku tilojen lämmitykselle:	3.60
SPF-luku käyttöveden lämmitykselle:	2.10

## Laskenta ja tulokset

Tilojen lämmitystapa:	Ulkoilmalämpöpumppu (ilma-vesi)
Tilojen varalämmitys:	Sähkövastukset varaajassa
Käyttöveden lämmitystapa:	Lämminvesivaraaja sähkövastuksilla
Jälkilämmityspatteri:	Sähkö
Oma sähköntuotanto (kWh/a):	0

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2015	Lämmitetty nettoala	100	m <sup>2</sup>
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	1	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>UxA</b> W/K	<b>Osuus lämpöhäviöstä</b> %
Ulkoseinät	77.40	0.17	13.16	19.18
Yläpohja	100.00	0.09	9.00	13.12
Alapohja	100.00	0.16	16.00	23.33
Ikkunat	14.40	1.00	14.40	21.00
Ulko-ovet	4.20	1.00	4.20	6.12
Kylmäsiillat	-	-	11.83	17.25
Ikkunat ilmansuunnittain				
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>g<sub>kohtisuora</sub>-arvo</b> -	
Pohjoinen	2.88	1.00	0.70	
Itä	5.04	1.00	0.70	
Etelä	1.44	1.00	0.70	
Länsi	5.04	1.00	0.70	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas				
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair 431 EC-LT (31-106 L/s)			
	<b>Ilmavirta tulo/poisto</b> (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	<b>Järjestelmän SFP-luku</b> kW/(m <sup>3</sup> /s)	<b>LTO:n lämpötilasuhde</b> -	<b>Jäätymisenesto</b> C
Pääilmanvaihtokoneet	0.040 / 0.040	1.30	>71.1	0.50
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.040 / 0.040	1.30	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		71.1 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Ilmavesilämpöpumppu Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUHZ-SW50VHA / Ilmavesilämpöpumppu			
	<b>Tuoton hyötysuhde</b> -	<b>Jaon ja luovutuksen hyötysuhde</b> -	<b>Lämpökerroin (1)</b> -	<b>Apulaitteiden sähkönkäyttö (2)</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	3.60	2.50
LKV:n valmistus	1.00	92 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	<b>Määrä</b> kpl	<b>Tuotto</b> kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	<b>Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin</b>			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	<b>Ominaiskulutus</b> dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	<b>Lämmitysenergian nettotarve</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	<b>Käyttöaste</b> -	<b>Henkilöt</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Kuluttajalaitteet</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Valaistus</b> W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

**E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET****Rakennuskohde**

Rakennuksen käyttötarkoituksaluokka Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi 2015  
 Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> 100  
 E-luku, kWhE/(m<sup>2</sup>vuosi) 168 (< raja=204)

**E-luvun erittely**

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö	9871	1.70	<b>16781</b>	<b>167.8</b>
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>9871</b>		<b>16781</b>	<b>167.8</b>

**Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus**

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämpö ulkoilmasta	4049	40.49

**Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus**

	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.5	60.3	
Tuloilman lämmitys	4.1		
Lämpimän käyttöveden valmistus		45.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	4.6		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>33.9</b>	<b>105.3</b>	<b>0</b>

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

**Energian nettotarve**

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	4370	44
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	409	4
Lämpimän käyttöveden valmistus	3500	35
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa  
 (3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

**Lämpökuormat**

	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	2841	28.41
Ihmiset	1051	10.51
Kuluttajalaitteet	1577	15.77
Valaistus	701	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	1571	15.71

**Laskentatyökalun nimi ja versio numero**

Laskentatyökalun nimi ja versio numero

**www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)**

# ENERGIASELVITYS

RakMk D3 2012 ja RakMk D5 2012

**Kohde:** Uudispientalo  
**Osoite:** YM:n energiatodistusoppaan esimerkki

**Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:**

Ilmavesilämpöpumppu Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUHZ-SW50VHA

**Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:**

Ilmavesilämpöpumppu Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUHZ-SW50VHA

**Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:**

Sunair 431 EC-LT (31-106 L/s)

**Ulkoilmalämpöpumpun kuvaus:**

Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUHZ-SW50VHA

**Selvityksen antaja:**

Jussi Mutikainen  
Yritys Oy, Katuposoite 3, 00100 HKI

**Selvityksen tilaaja:**

?

**Allekirjoitus:**

**Selvityksen antamispäivä:**

31.5.2013

**ENERGIASELVITYKSEN PÄÄTIEDOT (RakMk D3, kappale 5.)****Rakennuskohde**

Osoite	YM:n energiatodistusoppaan esimerkki,	
Rakennuksen käyttötarkoitus	Yhden asunnon talot	
Rakennusvuosi	2015	
Lämmitetty nettoala	100	m <sup>2</sup>

**Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)**

	Ostoenergia kWh/(m <sup>2</sup> a)	E-luku kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Tilojen lämmitys (2)	22.30	37.90	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	4.09	6.96	
Lämmin käyttövesi	44.99	76.49	
Sähkölaitteet	27.33	46.46	
Jäähdytys	0.00	0.00	
<b>Yhteensä</b>	<b>98.71</b>	<b>167.81</b>	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa.</small>			
<small>(3) jälkilämmityspatteri, laskettu lämmöntalteenoton kanssa.</small>			
	E-luku	168	kWh/(m <sup>2</sup> a)
	E-luvun raja-arvo	204	kWh/(m <sup>2</sup> a)

**Todellinen ostoenergia**

	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Tilojen lämmitys	2846	28.46	
Ilmanvaihdon lämmitys	539	5.39	
Lämmin käyttövesi	4499	44.99	
Sähkölaitteet	2733	27.33	
Jäähdytys	0	0.00	
<b>Yhteensä</b>	<b>10617</b>	<b>106.17</b>	

Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisilla säätiedoilla.

( E-luku laskennassa käytetty vyöhykettä I)

**Energialaskennan lähtötiedot ja tulokset**

RakMk D3 2012 kohdan 5.3 mukaisesti erillisessä liitteessä.

**Kesäaikainen huonelämpötila kohdan 2.2 mukaan ja tarvittaessa jäähdytysteho**

RakMk D3 2012 kohdan 2.2 mukaan.

(muille kuin pientaloille erillisen laskelman mukaan)

**Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus**

RakMk D3 2012 kohdan 2.4 mukaan erillisessä liitteessä.

**Rakennuksen lämmitysteho mitoituslaitanteessa**

	kW	W/m <sup>2</sup>	
Tilojen lämmitys	3.60	36	
Ilmanvaihdon lämmitys (jälkilämmityspatteri)	1.20	12	
Lämmin käyttövesi	52.70	527	
Jäähdytys	0.00	0	
Rakennuksen lämmitystehontarve	63.80	638	

Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisilla mitoitusarvoilla.

Lämpimän käyttöveden tehontarve hetkellisen mitoitusvirtaaman mukaan.

**Rakennuksen energiatodistus**

Energiatodistusasetuksen 2013 mukaisesti erillisessä liitteessä.

E-luokka: C (Energiatodistusasetuksen 2013 mukaisesti)

**Laskentatyökalun nimi ja versio numero**

Laskentatyökalun nimi ja versio numero

**www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)**



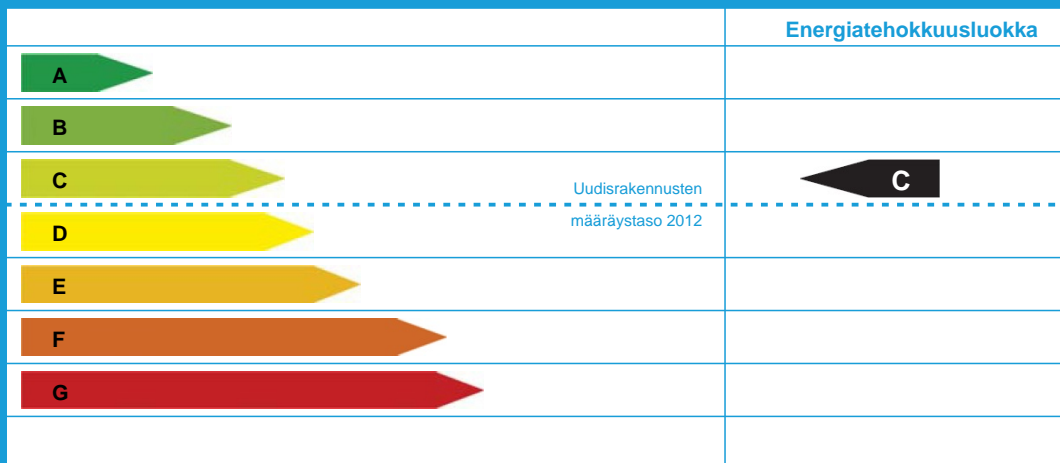
# ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Uudispientalo**  
**YM:n energiatodistusoppaan esimerkki**

Rakennustunnus:  
 Rakennuksen valmistumisvuosi: **2015**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Yhden asunnon talot**

Todistustunnus:



Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku) **168**  
 kWh<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>vuosi

Todistuksen laatija:  
**Jussi Mutikainen**

Yritys:  
**Yritys Oy, Katuposoite 3, 00100 HKI**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:  
**31.5.2013**

Viimeinen voimassaolopäivä:  
**31.5.2023**

**YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA**

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> 100  
 Lämmitysjärjestelmän kuvaus Ilmavesilämpöpumppu Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUIH-SW50VHA / Ilmavesilämpöpöpu  
 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus Sunair 431 EC-LT (31-106 L/s)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Sähkö	9871	99	1.70	167.8
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	2278	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				168

**Rakennuksen energiatehokkuusluokka**

Käytetty E-luvun luokitteluaasteikko Erilliset pientalot

Luokkien rajat asteikolla

A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204
D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484
G: 485 ...		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

C

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

**ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET**

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2015	Lämmitetty nettoala	100	m <sup>2</sup>
Rakennusvaihtaja				
Ilmanvuotoluku q50	1	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>UxA</b> W/K	<b>Osuus lämpöhäviöstä</b> %
Ulkoseinät	77.40	0.17	13.16	19.18
Yläpohja	100.00	0.09	9.00	13.12
Alapohja	100.00	0.16	16.00	23.33
Ikkunat	14.40	1.00	14.40	21.00
Ulko-ovet	4.20	1.00	4.20	6.12
Kylmäsiillat	-	-	11.83	17.25
Ikkunat ilmansuunnittain				
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>g<sub>kohtisuora</sub>-arvo</b> -	
Pohjoinen	2.88	1.00	0.70	
Itä	5.04	1.00	0.70	
Etelä	1.44	1.00	0.70	
Länsi	5.04	1.00	0.70	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas				
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair 431 EC-LT (31-106 L/s)			
	<b>Ilmavirta tulo/poisto</b> (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	<b>Järjestelmän SFP-luku</b> kW/(m <sup>3</sup> /s)	<b>LTO:n lämpötilasuhde</b> -	<b>Jäätymisenesto</b> C
Pääilmanvaihtokoneet	0.040 / 0.040	1.30	>71.1	0.50
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.040 / 0.040	1.30	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		71.1 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Ilmavesilämpöpumppu Mitsubishi Electric Ecodan (EHST20C-YM9A) + PUHZ-SW50VHA / Ilmavesilämpöpumppu			
	<b>Tuoton hyötysuhde</b> -	<b>Jaon ja luovutuksen hyötysuhde</b> -	<b>Lämpökerroin (1)</b> -	<b>Apulaitteiden sähkönkäyttö (2)</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	3.60	2.50
LKV:n valmistus	1.00	92 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	<b>Määrä</b> kpl	<b>Tuotto</b> kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	<b>Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin</b>			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	<b>Ominaiskulutus</b> dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	<b>Lämmitysenergian nettotarve</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	<b>Käyttöaste</b> -	<b>Henkilöt</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Kuluttajalaitteet</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Valaistus</b> W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2015			
Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	100			
E-luku, kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)	168 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö	9871	1.70	16781	167.8
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>9871</b>		<b>16781</b>	<b>167.8</b>
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Lämpö ulkoilmasta		4049	40.49	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	60.3	
Tuloilman lämmitys		4.1		
Lämpimän käyttöveden valmistus			45.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiakulutus		4.6		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>33.9</b>	<b>105.3</b>	<b>0</b>
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		4370	44	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		409	4	
Lämpimän käyttöveden valmistus		3500	35	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Aurinko		2841	28.41	
Ihmiset		1051	10.51	
Kuluttajalaitteet		1577	15.77	
Valaistus		701	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		1571	15.71	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)		

**TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS**

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

**Toteutunut ostoenergiankulutus****Ostettu energia**

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)**Ostetut polttoaineet (1)**polttoaineen  
määrä  
vuodessa

yksikkö

muunnos-  
kerroin  
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

**Toteutunut ostoenergia yhteensä**

Sähkö yhteensä  
Kaukolämpö yhteensä  
Polttoaineet yhteensä  
Kaukojäähdytys  
**YHTEENSÄ**

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttäjäajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoenergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoenergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoenergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

## Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

## Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

## Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

## Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

## Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

## Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)

**LISÄMERKINTÖJÄ**



<b>Rakennuskohde</b> Rakennuslupatunnus	Uudispientalo, YM:n energiatodistusoppaan esimerkki,
<b>Rakennustyyppi</b>	Yhden asunnon talot
<b>Pääsuunnittelija</b>	
<b>Tasauslaskelman tekijä</b>	Jussi Mutikainen, Yritys Oy, Katuposoite 3, 00100 HKI
<b>Päiväys</b>	31.5.2013
<b>Tulos: Suunnitteluratkaisu</b>	<b>TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET</b>

**Rakennuksen laajuustiedot****Laskentatuloksia**

Rakennustilavuus	365.5	rak-m <sup>3</sup>
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	104.4	m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	100	m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0	m <sup>2</sup>
Rakennusluokka (1-9)	1	
Rakennuksen kerros määrä	1	kerrosta

- Julkisivujen pinta-ala on 96 m<sup>2</sup>
- Ikkunapinta-ala on 14 % maanpäällisestä kerrostasoalasta
- Ikkunapinta-ala on 15 % julkisivujen pinta-alasta
- Lämpöhäviö on 82 % vertailutasosta (lämpimät tilat)
- Lämpöhäviö on 0 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-alat, m <sup>2</sup> [A]		U-arvot, W/(m <sup>2</sup> K) [U]			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö, W/K [Hjoht = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>RAKENNUSOSAT</b>							
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä	76.14	77.40	0.17	0.60	0.17	12.94	13.16
Hirsiseinä	0.00	0.00	0.40	0.60	0.40	0.00	0.00
Yläpohja	100.00	100.00	0.09	0.60	0.09	9.00	9.00
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)		0.00	0.09	0.60	0.09	0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)		0.00	0.17	0.60	0.16	0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen) 2)		100.00	0.16	0.60	0.16	16.00	16.00
Muu maanvastainen rakennusosa 2)		0.00	0.16	0.60	0.16	0.00	0.00
Ikkunat	15.66	14.40	1.00	1.80	1.00	15.66	14.40
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)		4.20	1.00	-	1.00	4.20	4.20
Kattoikkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.00	1.80 / 2.00	1.00	0.00	0.00
<b>Lämpimät tilat yhteensä</b>	<b>296.00</b>	<b>296.00</b>				<b>57.80</b>	<b>56.76</b>
<i>Puoliämpimät tilat tai määrääkaikaiset rakennukset</i>							
Ulkoseinät			0.26	0.60			
Hirsiseinä			0.60	0.60			
Yläpohja			0.14	0.60			
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0.14	0.60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)			0.26	0.60			
Alapohja (maanvastainen) 2)			0.24	0.60			
Muu maanvastainen rakennusosa 2)			0.24	0.60			
Ikkunat			1.40	2.80			
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)			1.40	-			
Kattoikkunat / -kuvut			1.40	2.80			
<b>Puoliämpimät tilat yhteensä</b>							
<b>VAIPAN ILMAVUODOT</b>							
		<b>Ilmanvuotoluku m<sup>3</sup>/(h m<sup>2</sup>) [q50]</b>		<b>Vuotoilmavirta, m<sup>3</sup>/s [q<sub>v,v</sub> = q50/35 x A/3600]</b>		<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [H vuotoilma = 1200* q v, v]</b>	
		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>Vuotoilma</b>							
Lämpimät tilat		2.0	1.00	0.0047	0.0023	5.64	2.82
Puoliämpimät tilat		2.0					
<b>ILMANVAIHTO</b>							
			<b>Poistoilmavirta, m<sup>3</sup>/s [q v, p]</b>		<b>LTO:n vuosihyötysuhde, % [na]</b>	<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [Hiv = 1200* q v, p * (1-na)]</b>	
			Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu
<b>Hallittu ilmanvaihto</b>							
Lämpimät tilat			0.040		45	71.10	26.40
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta					0		0.00
Puoliämpimät tilat					45		
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta					0		
						<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H joht + H vuotoilma + Hiv]</b>	
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>						<b>Vertailu- ratkaisu</b>	<b>Suunnittelu- ratkaisu</b>
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>						89.84	73.45
<b>Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>							

**Rakennuskohde** Uudispientalo, YM:n energiatodistusoppaan esimerkki,  
**Rakennuslupatunnus**

### Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)

#### Pinta-alat

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta

kyllä	ei
x	

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisussa

- lämpimissä tiloissa

x	
x	

- Puolilämpimissä tiloissa

#### Rakennusosien U-arvot

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia

kyllä	ei
x	

#### Rakennusvaipan ilmanpitävyys

Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnittelu-arvo on enintään enimmäisarvon suuruinen

kyllä	ei	Enimmäisarvo	Suunnittelu-arvo
x		4.00	1.00 W/K
x		4.00	1.00 W/K

- lämpimissä tiloissa

- lpuolilämpimissä tiloissa

#### Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

kyllä	ei	Vertailuarvo	Suunnittelu-arvo
x		89.84 W/K	73.45 W/K
x		0.00 W/K	0.00 W/K

- lämpimissä tiloissa

- puolilämpimissä tiloissa

#### Tarkistuslistan yhteenveto

**Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset**

kyllä	ei
x	

#### Lisäselvitykset

##### Rakennuksen vuotoilma

Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnittelu-arvoa. Suunnittelu-arvon valinnasta on esitettävä selvitys. Alle 100m<sup>2</sup> loma-asunnon rakennusvaipan ilmanvuotoluvulle q50 ei ole vaatimusta eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnittelu-arvona rakennusvaipan ilmanvuotoluvun vertailuarvoa.

##### Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Alle 100 m<sup>2</sup> loma-asunnon ilmanvaihdon LTO:lle ei ole vaatimuksia eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää LTO:n vuosihyötysuhteen suunnittelu-arvona LTO:n vuosihyötysuhteen vertailuarvoa.

- Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämmönläpäisykerroimen laskennassa voidaan ottaa huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila, jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta. Tällön osan C4 ohjeen mukaan yksityiskohtaisesti lasketun U-arvon sijaan voidaan käyttää rakenteen U-arvoa kerrottuna kertoimella 0,9. Jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohja lasketaan ulkoilmaan rajoittuvana.
- Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan osan C4 mukaisesti laskea yksinkertaistetusti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.
- Ulko-oviin ja tuuletusluukkuihin sisältyvät myös savunpoisto-, uloskäynti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.

Raporttityyppi: Laaja kustannuslaskelma  
 Hanke: AAA Omakotitalo 1  
 Laskelma: Omakotitalo C-luokka  
 Rakennuslupa:  
 Osoite:  
 Osoite2:  
 Postinumero:  
 Postitmp: Joensuu  
 Maa:

Tulostuspäivä: 26.11.2015  
 Muokkauspäivä: 15.05.2015  
 Laskelman laajuus: 100,00 m2  
 Hankepalvelukerroin: 0,00  
 Sotukerroin: 1,73  
 Aluekerroin: 1,20  
 Vaikeuskerroin: 1,30  
 ALV-%: 24%  
 Kustannus/laajuus. ALV 0%: 420 €/m2  
 Kustannus/laajuus. ALV 24%: 521 €/m2  
 Laskelma yht. ALV 0%: 41 996 €  
 Laskelma yht. ALV 24%: 52 074 €

Selite:

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					12 856 €	16 635 €	12 504 €	332	41 996 €

## Rakenne

1	1241	Puurakenteinen ulkoseinä 150 + 50 mm, 50 mm tuulensuoja	77,45	m2	0,00	4085,80	5979,55	153,54	10065,35
---	------	---	-------	----	------	---------	---------	--------	----------

## Paketti

1	Tuulensuojalevy 50 mm, mineraalivilla, naulausvälike				0,00	13,83	5,30	0,13	19,13
<b>Panokset</b>									
1	tuulensuojalevy, mineraalivilla 55 mm, lambda(d) = 0,034 W/Km	1,04	m2			11,57			12,03
2	naulausvälike 40 mm	4,00	kpl			0,45			1,80
3	mittakirvesmies	0,12	tth				40,23		4,87
4	rakennusmies, apputyö	0,01	tth				31,97		0,43

## Paketti

2	Puurunko 150 + 50 mm k 600, ristirunkoinen, US				0,00	8,50	33,58	0,85	42,08
<b>Panokset</b>									
5	rima 50 x 50 mm	1,79	jm			0,76			1,36
6	soiro 48 x 148 mm, lujuusluokiteltu C-24	2,14	jm			1,92			4,11
7	soiro 50 x 150 mm, painekyllästetty	0,39	jm			2,97			1,14
8	naula, lankanauha 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,06	kg			2,49			0,15
9	höyrynsulkumuovi	1,20	m2			1,45			1,74
10	mittakirvesmies	0,77	tth				40,23		30,86
11	rakennusmies, apputyö	0,09	tth				31,97		2,72

## Paketti

3	Lämmöneriste 150 mm, ISOVER KL 33 mineraalivilla US				0,00	10,52	2,97	0,09	13,49
<b>Panokset</b>									
12	mineraalivilla 150 mm (us, yp, ap, vs), lambda(d) = 0,034 W/Km	1,04	m2			*)10,12			10,52
13	rakennusammattimies	0,09	tth				33,11		2,97

## Paketti

4	Seinälevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen levytys				0,00	4,80	8,90	0,23	13,70
<b>Panokset</b>									
14	kipsikartonkilevy 13 x 1200 x 2600 mm	1,10	m2			4,02			4,42
15	ruuvi, kipsilevyruuvi 25 mm, teräs- ja puuranka	0,02	kg			18,81			0,38
16	mittakirvesmies	0,17	tth				40,23		7,04

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>12 856 €</b>	<b>16 635 €</b>	<b>12 504 €</b>	<b>332</b>	<b>41 996 €</b>

17 rakennusmies, aputyö	0,06	tth					31,97		1,86
-------------------------	------	-----	--	--	--	--	-------	--	------

**Paketti**

5 Ulkoverhouslaudoitus, vaakaponttilaudoitus 28 mm					0,00	15,10	26,45	0,67	41,55
<b>Panokset</b>									
18 ulkoverhouslauta 28 x 120 mm, UTV	9,74	jm				1,35			13,14
19 sahattu lauta 25 x 100 mm, kuusi B	1,79	jm				0,84			1,50
20 naula	0,10	kg				4,50			0,45
21 mittakirvesmies	0,61	tth					40,00		24,52
22 rakennusmies, aputyö	0,06	tth					32,28		1,93

**Rakenne**

<b>2</b>	<b>122</b>	<b>Maanvarainen betonilaatta, alap. lämmöneriste 80 mm (sis. pinnat)</b>	<b>100,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>4214,51</b>	<b>1637,53</b>	<b>44,99</b>	<b>5852,04</b>
----------	------------	--	---------------	-----------	-------------	----------------	----------------	--------------	----------------

**Paketti**

1 Lattiatasoite, lattiatasoite 5 mm, pumpattava tasoite					0,00	5,34	2,91	0,08	8,25
<b>Panokset</b>									
1 tasoite, lattiatasoite, pumpattava	8,00	kg				0,67			5,34
2 betonimies	0,07	tth					37,99		2,66
3 rakennusmies, aputyö	0,01	tth					31,97		0,25

**Paketti**

2 Teräsbetonilaatta 80 mm					0,00	13,46	10,00	0,27	23,45
<b>Panokset</b>									
4 betoni K30, S2, # 8 mm, norm. sitoutuva lattiabetoni	0,09	m3				120,70			10,43
5 teräsverkko 5-150 mm, 4000 x 2920 mm	3,00	kg				1,01			3,03
6 betonimies	0,24	tth					37,99		9,14
7 rakennusmies, aputyö	0,03	tth					31,97		0,85

**Paketti**

3 SPU AL 130 mm					0,00	23,35	3,47	0,10	26,81
<b>Panokset</b>									
8 SPU AL 90 mm	1,04	m2				*)18,95			19,71
9 SPU AL 40 mm	0,35	m2				*)10,40			3,64
10 rakennusammattimies	0,10	tth					33,11		3,47

**Rakenne**

<b>3</b>	<b>1236</b>	<b>Puurakenteinen yläpohja, mineraalivilla 500 mm, koolaus, kipsilevy</b>	<b>100,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>4968,46</b>	<b>3214,50</b>	<b>84,13</b>	<b>8182,96</b>
----------	-------------	---	---------------	-----------	-------------	----------------	----------------	--------------	----------------

**Paketti**

1 Kattotuoli, tuulenohjauslevy 25 mm, höyrynsulku, YP					0,00	19,23	5,89	0,15	25,12
<b>Panokset</b>									
1 NR harjakattotuoli kiinnikkeineen k 900, jv 9600	0,12	kpl				145,00			17,40
2 höyrynsulkumuovi	1,26	m2				1,45			1,83
3 mittakirvesmies	0,13	tth					40,23		5,41
4 rakennusmies, aputyö	0,01	tth					31,97		0,48

**Paketti**

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>12 856 €</b>	<b>16 635 €</b>	<b>12 504 €</b>	<b>332</b>	<b>41 996 €</b>
<hr/>									
	2	Levyvilla 100 mm ISOVER 33			0,00	7,31	3,96	0,12	11,27
		<b>Panokset</b>							
	5	ISOVER KL 100 mm	1,04	m2		*)7,03			7,31
	6	rakennusammattimies	0,12	tth			33,11		3,96
<hr/>									
		<b>Paketti</b>							
	3	Puhallusvilla			0,00	11,20	0,00	0,00	11,20
		<b>Panokset</b>							
	7	ISOVER PUH KV 041 350 mm asennettuna	1,04	m2		*)10,77			11,20
<hr/>									
		<b>Paketti</b>							
	4	Rakennuslevy 9 mm, puukuitulevy YP			0,00	2,98	5,30	0,13	8,28
		<b>Panokset</b>							
	8	puukuitulevy 9 x 1200 x 2745 mm, puolikova	1,08	m2		2,55			2,75
	9	naula	0,05	kg		4,50			0,23
	10	mittakirvesmies	0,12	tth			40,23		4,87
	11	rakennusmies, aputyö	0,01	tth			31,97		0,43
<hr/>									
		<b>Paketti</b>							
	5	Kattoverhouksen kannatuspuut, rima 45 x 45 mm k 400			0,00	3,98	5,23	0,13	9,21
		<b>Panokset</b>							
	12	rima 45 x 45 mm	2,68	jm		1,46			3,91
	13	naula, lankanaula 2,8 x 75 mm, kuumasinkitty	0,03	kg		2,49			0,07
	14	mittakirvesmies	0,13	tth			40,23		5,23
<hr/>									
		<b>Paketti</b>							
	6	Kattolevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen levytys			0,00	4,99	11,76	0,31	16,75
		<b>Panokset</b>							
	15	kipsikartonkilevy 13 x 1200 x 2600 mm	1,10	m2		4,02			4,42
	16	ruuvi, kipsilevyruuvi 25 mm, teräs- ja puuranka	0,03	kg		18,81			0,56
	17	mittakirvesmies	0,23	tth			40,23		9,37
	18	rakennusmies, aputyö	0,07	tth			31,97		2,39
<hr/>									
<b>Rakenne</b>									
<b>4</b>	<b>1242</b>	<b>MSE puuikkuna 12 x 12 M</b>	<b>10,00</b>	<b>kpl</b>	<b>0,00</b>	<b>2258,68</b>	<b>471,30</b>	<b>11,96</b>	<b>2729,99</b>
<hr/>									
		<b>Paketti</b>							
	1	MSE-ikkuna 12 x 12 M			0,00	225,87	47,13	1,20	273,00
		<b>Panokset</b>							
	1	puuikkuna, MSE, 12 x 12, valk. maalattu, U = 0,9-1,0 W/m2K	1,00	kpl		*)223,44			223,44
	2	polyuretaani, saumavaahto	0,19	l		5,20			0,99
	3	ruuvi, kiinnitysruuvit ja tulpat	6,00	kpl		0,24			1,44
	4	mittakirvesmies	1,08	tth			40,23		43,31
	5	rakennusmies, aputyö	0,12	tth			31,97		3,82
<hr/>									
<b>Rakenne</b>									
<b>5</b>	<b>22</b>	<b>IV-kone SUNAIR</b>	<b>1,00</b>	<b>kpl</b>	<b>2426,00</b>	<b>0,00</b>	<b>469,28</b>	<b>15,00</b>	<b>2895,28</b>
<hr/>									
		<b>Paketti</b>							
	1	Ilmanvaihtokone, Sunair 431 EC LT			2426,00	0,00	469,28	15,00	2895,28
		<b>Panokset</b>							

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>12 856 €</b>	<b>16 635 €</b>	<b>12 504 €</b>	<b>332</b>	<b>41 996 €</b>

1	IV-kone, SUNAIR	1,00	kpl	*)2426,00					2426,00
2	LVI-asentaja /sähköasentaja	15,00	tth				*)31,29		469,28

**Rakenne**

<b>6</b>	<b>22</b>	<b>Ilmavesilämpöpumppu</b>	<b>1,00</b>	<b>kpl</b>	<b>10430,00</b>	<b>0,00</b>	<b>469,28</b>	<b>15,00</b>	<b>10899,28</b>
----------	-----------	----------------------------	-------------	------------	-----------------	-------------	---------------	--------------	-----------------

**Paketti**

1	Ilmavesilämpöpumppu Mitsubishi Electric EcoDan-PUHZ-SW50				6830,00	0,00	469,28	15,00	7299,28
---	--	--	--	--	---------	------	--------	-------	---------

**Panokset**

1	Ilmavesilämpöpumppu	1,00	kpl	*)6830,00					6830,00
2	LVI-asentaja /sähköasentaja	15,00	tth				*)31,29		469,28

**Paketti**

2	Vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä, pientalo (180 m2)				3600,00	0,00	0,00	0,00	3600,00
---	---	--	--	--	---------	------	------	------	---------

**Panokset**

3	vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä, pientalo (180 m2)	1,00	erä		3600,00				3600,00
---	---	------	-----	--	---------	--	--	--	---------

**Rakenne**

<b>7</b>	<b>1243</b>	<b>Ulko-ovi 10 x 21 M</b>	<b>2,00</b>	<b>kpl</b>	<b>0,00</b>	<b>765,27</b>	<b>144,05</b>	<b>3,66</b>	<b>909,32</b>
----------	-------------	---------------------------	-------------	------------	-------------	---------------	---------------	-------------	---------------

**Paketti**

1	Ulko-ovi, maalattu, Skaala Gamma				0,00	382,64	72,02	1,83	454,66
---	----------------------------------	--	--	--	------	--------	-------	------	--------

**Panokset**

1	ulko-ovi, 10 x 21, valkoinen, 1 lasiaukko	1,00	kpl			*)380,00			380,00
2	polyuretaani, saumavaahto	0,23	l			5,20			1,20
3	ruuvi, kiinnitysruuvit ja tulpat	6,00	kpl			0,24			1,44
4	mittakirvesmies	1,64	tth				40,23		66,16
5	rakennusmies, apu työ	0,18	tth				31,97		5,86

**Rakenne**

<b>8</b>	<b>121</b>	<b>Routasuojaus 100 mm, 1,2 m:n leveydelle</b>	<b>40,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>342,53</b>	<b>118,81</b>	<b>3,59</b>	<b>461,34</b>
----------	------------	--	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	-------------	---------------

**Paketti**

1	Routasuojaus 100 mm, 1,2 m:n leveydelle, kallistus 1:10				0,00	8,56	2,97	0,09	11,53
---	---	--	--	--	------	------	------	------	-------

**Panokset**

1	polystyreeni 100 mm, EPS 120 Routa	1,20	m2			*)7,16			8,56
2	rakennusammattimies	0,09	tth				33,11		2,97

## LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

## Päätiedot

Rakennuskohde:	Uudispientalo
Osoite 1:	YM:n energiatodistusoppaan esimerkki
Osoite 2:	
Todistustunnus:	
Kiinteistötunnus:	?
Rakennustunnus:	
Rakennusluvan hakemisvuosi:	?
Valmistumisvuosi:	2015
Rakennuksen käyttötarkoitus:	Yhden asunnon talot
Pääsuunnittelija:	
Laskelman tekijä:	Jussi Mutikainen
Yritys:	Yritys Oy, Katuposoite 3, 00100 HKI
Tilaaaja:	?
Päiväys:	31.5.2013
Sijainti/paikkakunta:	Joensuu=3
<b>Rakennusluokka:</b>	<b>1 Pientalo</b>
Kerroslukumäärä:	1
Rakennustilavuus (m <sup>3</sup> ):	384
Rakennuksen ilmatilavuus (m <sup>3</sup> ):	245
Maanpäällinen kerrostasoala (m <sup>2</sup> ):	109.7
Lämmitetty nettoala Anetto (m <sup>2</sup> ):	100
Lämpökapasiteetti Crak omin (Wh/m <sup>2</sup> K):	70
Ulkopuolisen tilan lämpötila:	17.0 astetta
Asuntojen lukumäärä:	1
Laskentamallin tila:	Ei tiedossa
Rakennuslupa hyväksytty (pvm):	-
Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):	-

## Rakenneosat

<b>rakenneosa:</b>	<b>Pinta-ala:</b> <b>m<sup>2</sup></b>	<b>U-arvo:</b> <b>W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>g-arvo:</b>	<b>Fverho * Fkehä:</b>
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	77.4	0.081		
Yläpohja ulkoilmaa vasten	100	0.07		
Alapohja (maanvastainen)	100	0.09		
Ikkunat pohjoiseen	2.88	0.58	0.63	0.45
Ikkunat itään	5.04	0.58	0.63	0.45
Ikkunat etelään	1.44	0.58	0.63	0.45
Ikkunat länteen	5.04	0.58	0.63	0.45
Ulko-ovet	4.2	0.66		

## Kylmäsiilat

<b>Kylmäsiilat:</b>	<b>Pituus:</b> <b>m</b>	<b>Lisäkonduktanssi:</b> <b>W/mK</b>
US-US (ulkonurkka)	9.6	0.04
US-YP	41	0.05
US-AP	41	0.17
US-ikkunat	48	0.04
US-ovet	12.6	0.04

## Ilmanvaihto

<b>Vaipan ilmanvuodot:</b>	
Ilmanvuotoluku q50:	0.49
<b>Ilmanvaihto:</b>	
Kuvaus	Flexit Spirit UNI-3 (10-110 L/s)

## LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

LTO %:	77.8											
Ominaisähköteho/SFP-luku (kW/m <sup>3</sup> /s):	1.30											
Muu ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho (W):	0											
Tuloilman lämpötilan asetusarvo:	17 astetta											
Jäteilman lämpötila mitoitustilanteessa:	-10.0 astetta											
Poistoilmamäärän suunnitteluvarvo (L/s):	40											
Poistoilmamäärän suunnitteluvarvo ilman LTO-vaatimusta (L/s):	0											
Tuloilman suhde poistoilmavirtaan:	0.93											
Lämpötilan nousu puhaltimessa:	0.5 astetta											
Esilämmityspiirin vuosituotto:	0 kWh											
IV-laitteessa automaattinen LTO:n poiskytkentä asetuslämpötilan ylityessä:						Kyllä						
LTO:n ja jälkilämmityspatterin kuukausipäälläolo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x

## Lämmitysjärjestelmä

## Käyttöveden lämmitys:

Kuvaus	Maalämpöpumppu	NIBE F1145-6
Käyttöveden varaajahäviöt (kWh/vuosi):		695
Käyttöveden kiertojohdon häviöt (kWh/vuosi):		0
Käyttöveden siirron hyötysuhde:		0.92
Aurinkokeräimen pinta-ala:		10
Aurinkokeräimen suuntauskerroin:		1
Käyttöveden mitoitusvirtaama (litra/s):		0.25
Käyttöveden kiertojohdon ominaisteho (W/m <sup>2</sup> ):		2
Käyttöveden kiertojohdon pumpun ottoteho:		50 W
Jäteveden LTO:stä hyödynnetty energia:		0 kWh/vuosi
Sähkölämmityksen hyötysuhde (käyttövesi):		1

## Tilojen lämmitys:

Kuvaus	Maalämpöpumppu	NIBE F1145-6
Lämmityksen varaajahäviöt (kWh/vuosi):		0
Häviöt lämmittämättömään tilaan (kWh/vuosi):		567
Lämmön jakelujärjestelmän hyötysuhde:		0.80
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteet (kWh/m <sup>2</sup> ):		2.5
Varaavien tulisijojen lukumäärä:		0
Ilmalämpöpumppujen lukumäärä:		0 kpl (SPF-luku=2.8)
Sähkölämmityksen hyötysuhde (tilojen lämmitys):		1
Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen lämmityksestä:		0

## Lämpöpumput

## Maalämpöpumppu:

Kuvaus	NIBE F1145-6
Tuotto-osuus lämpöenergian tarpeesta:	0.96
SPF-luku tilojen lämmitykselle:	4.73
SPF-luku käyttöveden lämmitykselle:	2.72

## Laskenta ja tulokset

Tilojen lämmitystapa:	Maalämpöpumppu
Tilojen varalämmitys:	Sähkövastukset varaajassa
Käyttöveden lämmitystapa:	Maalämpöpumppu
Käyttöveden varalämmitys:	Sähkövastukset varaajassa
Jälkilämmityspatteri:	Lämmitysjärjestelmä
Oma sähköntuotanto (kWh/a):	1999



E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2015	Lämmitetty nettoala	100	m <sup>2</sup>
Rakennusvaihtaja				
Ilmanvuotoluku q50	0.49	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>UxA</b> W/K	<b>Osuus lämpöhäviöstä</b> %
Ulkoseinät	77.40	0.08	6.27	13.86
Yläpohja	100.00	0.07	7.00	15.48
Alapohja	100.00	0.09	9.00	19.90
Ikkunat	14.40	0.58	8.35	18.47
Ulko-ovet	4.20	0.66	2.77	6.13
Kylmäsiillat	-	-	11.83	26.16
Ikkunat ilmansuunnittain				
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>g<sub>kohtisuora</sub>-arvo</b> -	
Pohjoinen	2.88	0.58	0.70	
Itä	5.04	0.58	0.70	
Etelä	1.44	0.58	0.70	
Länsi	5.04	0.58	0.70	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas				
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Flexit Spirit UNI-3 (10-110 L/s)			
	<b>Ilmavirta tulo/poisto</b> (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	<b>Järjestelmän SFP-luku</b> kW/(m <sup>3</sup> /s)	<b>LTO:n lämpötilasuhde</b> -	<b>Jäätymisenesto</b> C
Pääilmanvaihtokoneet	0.040 / 0.040	1.30	88.0	-10.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.040 / 0.040	1.30	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		77.8 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpöpumppu NIBE F1145-6 / Maalämpöpumppu NIBE F1145-6			
	<b>Tuoton hyötysuhde</b> -	<b>Jaon ja luovutuksen hyötysuhde</b> -	<b>Lämpökerroin (1)</b>	<b>Apulaitteiden sähkönkäyttö (2)</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	4.73	2.50
LKV:n valmistus		92 %	2.72	2.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	<b>Määrä</b> kpl	<b>Tuotto</b> kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	<b>Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin</b>			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	<b>Ominaiskulutus</b> dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	<b>Lämmitysenergian nettotarve</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	<b>Käyttöaste</b> -	<b>Henkilöt</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Kuluttajalaitteet</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Valaistus</b> W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2015			
Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	100			
E-luku, kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)	53 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö	3116	1.70	5297	53.0
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>3116</b>		<b>5297</b>	<b>53.0</b>
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Aurinkokeräimet		1560	15.60	
Aurinkokennot/tuulivoima		1999	19.99	
Maalämpö		4205	42.05	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	30.7	
Tuloilman lämmitys		0.1	0.3	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2.0	45.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		4.6		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>31.9</b>	<b>76.0</b>	<b>0</b>
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		2004	20	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		126	1	
Lämpimän käyttöveden valmistus		3500	35	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Aurinko		2841	28.41	
Ihmiset		1051	10.51	
Kuluttajalaitteet		1577	15.77	
Valaistus		701	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		1571	15.71	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)		

# ENERGIASELVITYS

RakMk D3 2012 ja RakMk D5 2012

**Kohde:** Uudispientalo  
**Osoite:** YM:n energiatodistusoppaan esimerkki

**Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:**

Maalämpöpumppu NIBE F1145-6

**Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:**

Maalämpöpumppu NIBE F1145-6

**Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:**

Flexit Spirit UNI-3 (10-110 L/s)

**Maalämpöpumpun kuvaus:**

NIBE F1145-6

**Selvityksen antaja:**

Jussi Mutikainen  
Yritys Oy, Katuposoite 3, 00100 HKI

**Selvityksen tilaaja:**

?

**Allekirjoitus:**

**Selvityksen antamispäivä:**

31.5.2013

**ENERGIASELVITYKSEN PÄÄTIEDOT (RakMk D3, kappale 5.)****Rakennuskohde**

Osoite	YM:n energiatodistusoppaan esimerkki,		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Yhden asunnon talot		
Rakennusvuosi	2015		
Lämmitetty nettoala	100	m <sup>2</sup>	

**Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)**

	Ostoenergia kWh/(m <sup>2</sup> a)	E-luku kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Tilojen lämmitys (2)	9.96	16.94	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	0.31	0.52	
Lämmin käyttövesi	13.55	23.03	
Sähkölaitteet	7.34	12.48	
Jäähdytys	0.00	0.00	
<b>Yhteensä</b>	<b>31.16</b>	<b>52.97</b>	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa.</small>			
<small>(3) jälkilämmityspatteri, laskettu lämmöntalteenoton kanssa.</small>			
	E-luku	53	kWh/(m <sup>2</sup> a)
	E-luvun raja-arvo	204	kWh/(m <sup>2</sup> a)

**Todellinen ostoenergia**

	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Tilojen lämmitys	1287	12.87	
Ilmanvaihdon lämmitys	52	0.52	
Lämmin käyttövesi	1422	14.22	
Sähkölaitteet	734	7.34	
Jäähdytys	0	0.00	
<b>Yhteensä</b>	<b>3495</b>	<b>34.95</b>	

Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisilla säätiedoilla.

( E-luku laskennassa käytetty vyöhykettä I)

**Energialaskennan lähtötiedot ja tulokset**

RakMk D3 2012 kohdan 5.3 mukaisesti erillisessä liitteessä.

**Kesäaikainen huonelämpötila kohdan 2.2 mukaan ja tarvittaessa jäähdytysteho**

RakMk D3 2012 kohdan 2.2 mukaan.

(muille kuin pientaloille erillisen laskelman mukaan)

**Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus**

RakMk D3 2012 kohdan 2.4 mukaan erillisessä liitteessä.

**Rakennuksen lämmitysteho mitoituslaitteissa**

	kW	W/m <sup>2</sup>	
Tilojen lämmitys	2.50	25	
Ilmanvaihdon lämmitys (jälkilämmityspatteri)	0.70	7	
Lämmin käyttövesi	52.70	527	
Jäähdytys	0.00	0	
Rakennuksen lämmitystehontarve	62.10	621	

Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisilla mitoitusarvoilla.

Lämpimän käyttöveden tehontarve hetkellisen mitoitusvirtaaman mukaan.

**Rakennuksen energiatodistus**

Energiatodistusasetuksen 2013 mukaisesti erillisessä liitteessä.

E-luokka: A (Energiatodistusasetuksen 2013 mukaisesti)

**Laskentatyökalun nimi ja versio numero**

Laskentatyökalun nimi ja versio numero

**www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)**

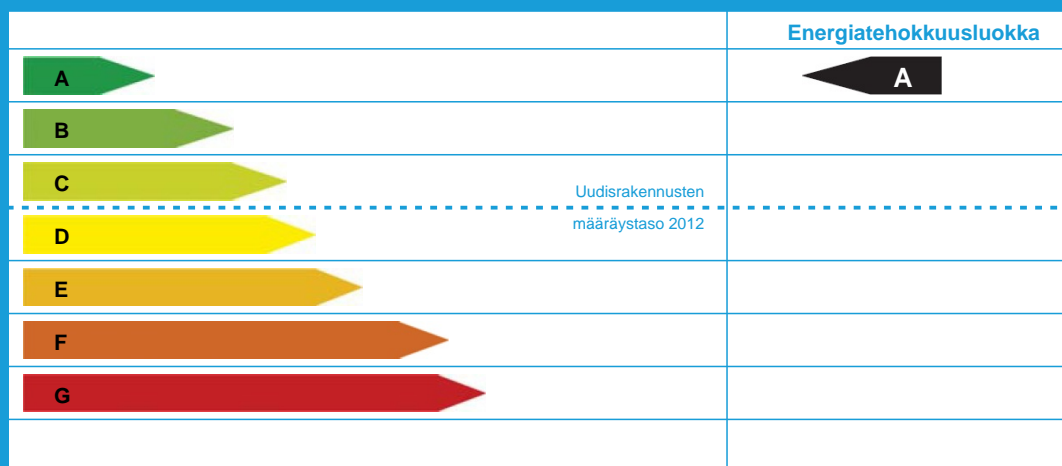
# ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Uudispientalo**  
**YM:n energiatodistusoppaan esimerkki**

Rakennustunnus:  
 Rakennuksen valmistumisvuosi: **2015**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Yhden asunnon talot**

Todistustunnus:



Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

53

kWh<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>vuosi

Todistuksen laatija:  
**Jussi Mutikainen**

Yritys:  
**Yritys Oy, Katuposoite 3, 00100 HKI**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:  
**31.5.2013**

Viimeinen voimassaolopäivä:  
**31.5.2023**

## YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> 100  
 Lämmitysjärjestelmän kuvaus Maalämpöpumppu NIBE F1145-6 / Maalämpöpumppu NIBE F1145-6  
 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus Flexit Spirit UNI-3 (10-110 L/s)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Sähkö	3116	31	1.70	53.0
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	2278	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				53

### Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko Erilliset pientalot

Luokkien rajat asteikolla

A: ...94

B: 95 ... 164

C: 165 ... 204

D: 205 ... 284

E: 285 ... 414

F: 415 ... 484

G: 485 ...

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

A

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

## ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2015	Lämmitetty nettoala	100	m <sup>2</sup>
Rakennusvaihtaja				
Ilmanvuotoluku q <sub>50</sub>	0.49	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>UxA</b> W/K	<b>Osuus lämpöhäviöstä</b> %
Ulkoseinät	77.40	0.08	6.27	13.86
Yläpohja	100.00	0.07	7.00	15.48
Alapohja	100.00	0.09	9.00	19.90
Ikkunat	14.40	0.58	8.35	18.47
Ulko-ovet	4.20	0.66	2.77	6.13
Kylmäsiillat	-	-	11.83	26.16
Ikkunat ilmansuunnittain				
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>g<sub>kohtisuora</sub>-arvo</b> -	
Pohjoinen	2.88	0.58	0.70	
Itä	5.04	0.58	0.70	
Etelä	1.44	0.58	0.70	
Länsi	5.04	0.58	0.70	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas				
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Flexit Spirit UNI-3 (10-110 L/s)			
	<b>Ilmavirta tulo/poisto</b> (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	<b>Järjestelmän SFP-luku</b> kW/(m <sup>3</sup> /s)	<b>LTO:n lämpötilasuhde</b> -	<b>Jäätymisenesto</b> C
Pääilmanvaihtokoneet	0.040 / 0.040	1.30	88.0	-10.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.040 / 0.040	1.30	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		77.8 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpöpumppu NIBE F1145-6 / Maalämpöpumppu NIBE F1145-6			
	<b>Tuoton hyötysuhde</b> -	<b>Jaon ja luovutuksen hyötysuhde</b> -	<b>Lämpökerroin (1)</b> -	<b>Apulaitteiden sähkökäyttö (2)</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	4.73	2.50
LKV:n valmistus		92 %	2.72	2.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	<b>Määrä</b> kpl	<b>Tuotto</b> kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	<b>Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin</b>			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	<b>Ominaiskulutus</b> dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	<b>Lämmitysenergian nettotarve</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	<b>Käyttöaste</b> -	<b>Henkilöt</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Kuluttajalaitteet</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Valaistus</b> W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2015			
Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	100			
E-luku, kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)	53 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö	3116	1.70	5297	53.0
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>3116</b>		<b>5297</b>	<b>53.0</b>
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Aurinkokeräimet		1560	15.60	
Aurinkokennot/tuulivoima		1999	19.99	
Maalämpö		4205	42.05	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	30.7	
Tuloilman lämmitys		0.1	0.3	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2.0	45.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		4.6		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>31.9</b>	<b>76.0</b>	<b>0</b>
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		2004	20	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		126	1	
Lämpimän käyttöveden valmistus		3500	35	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Aurinko		2841	28.41	
Ihmiset		1051	10.51	
Kuluttajalaitteet		1577	15.77	
Valaistus		701	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		1571	15.71	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)		



**TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS**

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

**Toteutunut ostoenergiankulutus****Ostettu energia**

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)**Ostetut polttoaineet (1)**polttoaineen  
määrä  
vuodessa

yksikkö

muunnos-  
kerroin  
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

**Toteutunut ostoenergia yhteensä**

Sähkö yhteensä  
Kaukolämpö yhteensä  
Polttoaineet yhteensä  
Kaukojäähdytys  
**YHTEENSÄ**

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttäjäajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoennergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoennergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoennergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoennergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoennergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoennergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoennergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoennergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoennergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

## Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

## Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

## Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

## Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

## Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

## Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)

**LISÄMERKINTÖJÄ**

<b>Rakennuskohde</b> Rakennuslupatunnus	Uudispientalo, YM:n energiatodistusoppaan esimerkki,
<b>Rakennustyyppi</b>	Yhden asunnon talot
<b>Pääsuunnittelija</b>	
<b>Tasauslaskelman tekijä</b>	Jussi Mutikainen, Yritys Oy, Katuposoite 3, 00100 HKI
<b>Päiväys</b>	31.5.2013
<b>Tulos: Suunnitteluratkaisu</b>	<b>TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET</b>

**Rakennuksen laajuustiedot**

Rakennustilavuus	384	rak-m <sup>3</sup>
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	109.7	m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	100	m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0	m <sup>2</sup>
Rakennusluokka (1-9)	1	
Rakennuksen kerros määrä	1	kerrosta

**Laskentatuloksia**

- Julkisivujen pinta-ala on 96 m<sup>2</sup>
- Ikkunapinta-ala on 13 % maanpäällisestä kerrostasoalasta
- Ikkunapinta-ala on 15 % julkisivujen pinta-alasta
- Lämpöhäviö on 50 % vertailutasosta (lämpimät tilat)
- Lämpöhäviö on 0 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-alat, m <sup>2</sup> [A]		U-arvot, W/(m <sup>2</sup> K) [U]			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö, W/K [Hjoht = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>RAKENNUSOSAT</b>							
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä	75.35	77.40	0.17	0.60	0.08	12.81	6.27
Hirsiseinä	0.00	0.00	0.40	0.60	0.40	0.00	0.00
Yläpohja	100.00	100.00	0.09	0.60	0.07	9.00	7.00
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0.00		0.09	0.60	0.09	0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)	0.00		0.17	0.60	0.16	0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen) 2)	100.00		0.16	0.60	0.09	16.00	9.00
Muu maanvastainen rakennusosa 2)	0.00		0.16	0.60	0.16	0.00	0.00
Ikkunat	16.46	14.40	1.00	1.80	0.58	16.46	8.35
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)	4.20		1.00	-	0.66	4.20	2.77
Kattoikkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.00	1.80 / 2.00	1.00	0.00	0.00
<b>Lämpimät tilat yhteensä</b>	296.00	296.00				58.46	33.39
<i>Puoliämpimät tilat tai määrääkaikaiset rakennukset</i>							
Ulkoseinät			0.26	0.60			
Hirsiseinä			0.60	0.60			
Yläpohja			0.14	0.60			
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0.14	0.60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)			0.26	0.60			
Alapohja (maanvastainen) 2)			0.24	0.60			
Muu maanvastainen rakennusosa 2)			0.24	0.60			
Ikkunat			1.40	2.80			
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)			1.40	-			
Kattoikkunat / -kuvut			1.40	2.80			
<b>Puoliämpimät tilat yhteensä</b>							
<b>VAIPAN ILMAVUODOT</b>							
	Ilmanvuotoluku m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ) [q50]		Vuotoilmavirta, m <sup>3</sup> /s [q <sub>v,v</sub> = q50/35 x A/3600]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H vuotoilma = 1200* q v, v]		
<b>Vuotoilma</b>	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimät tilat	2.0	0.49	0.0047	0.0012	5.64	1.38	
Puoliämpimät tilat	2.0						
<b>ILMANVAIHTO</b>							
	Poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s [q v, p]		LTO:n vuosihyötysuhde, % [na]		Ominaislämpöhäviö, W/K [Hiv = 1200* q v, p * (1-na)]		
<b>Hallittu ilmanvaihto</b>	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimät tilat	0.040		45	77.80	26.40	10.66	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0		0.00	0.00	
Puoliämpimät tilat			45				
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0				
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>							
						Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H joht + H vuotoilma + Hiv]	
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
<b>Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>					90.50	45.43	

**Rakennuskohde**  
**Rakennuslupatunnus**

Uudispientalo, YM:n energiatodistusoppaan esimerkki,

**Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)****Pinta-alat**

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta

kyllä	ei
x	

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisussa

- lämpimissä tiloissa

x	
x	

- Puolilämpimissä tiloissa

**Rakennusosien U-arvot**

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia

kyllä	ei
x	

**Rakennusvaipan ilmanpitävyys**

Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnitteluvarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen

- lämpimissä tiloissa

- lpuolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei	Enimmäisarvo	Suunnitteluvarvo
x		4.00	0.49 W/K
x		4.00	0.49 W/K

**Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus**

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

- lämpimissä tiloissa

- puolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei	Vertailuarvo	Suunnitteluvarvo
x		90.50 W/K	45.43 W/K
x		0.00 W/K	0.00 W/K

**Tarkistuslistan yhteenveto**

Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset

kyllä	ei
x	

**Lisäselvitykset****Rakennuksen vuotoilma**

Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnitteluvarvoa.

Suunnitteluvarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Alle 100m<sup>2</sup> loma-asunnon rakennusvaipan ilmanvuotoluvulle q50 ei ole vaatimusta eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluvarvona rakennusvaipan ilmanvuotoluvun vertailuarvoa.**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Alle 100 m<sup>2</sup> loma-asunnon ilmanvaihdon LTO:lle ei ole vaatimuksia eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluvarvona LTO:n vuosihyötysuhteen vertailuarvoa.

- Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämmönläpäisykerroimen laskennassa voidaan ottaa huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila, jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta. Tällön osan C4 ohjeen mukaan yksityiskohtaisesti lasketun U-arvon sijaan voidaan käyttää rakenteen U-arvoa kerrottuna kertoimella 0,9. Jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohja lasketaan ulkoilmaan rajoittuvana.
- Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan osan C4 mukaisesti laskea yksinkertaistetusti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.
- Ulko-oviin ja tuuletusluukkuihin sisältyvät myös savunpoisto-, uloskäynti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.

Raporttityyppi: Laaja kustannuslaskelma  
 Hanke: AAA Omakotitalo 1  
 Laskelma: Omakotitalo A-luokka  
 Rakennuslupa:  
 Osoite:  
 Osoite2:  
 Postinumero:  
 Postitmp: Joensuu  
 Maa:

Tulostuspäivä: 26.11.2015  
 Muokauspäivä: 15.05.2015  
 Laskelman laajuus: 100,00 m2  
 Hankepalvelukerroin: 0,00  
 Sotukerroin: 1,73  
 Aluekerroin: 1,20  
 Vaikeuskerroin: 1,30  
 ALV-%: 24%  
 Kustannus/laajuus. ALV 0%: 607 €/m2  
 Kustannus/laajuus. ALV 24%: 752 €/m2  
 Laskelma yht. ALV 0%: **60 654 €**  
 Laskelma yht. ALV 24%: **75 210 €**

Selite:

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>6 231 €</b>	<b>38 441 €</b>	<b>15 982 €</b>	<b>427</b>	<b>60 654 €</b>

## Rakenne

<b>1</b>	<b>122</b>	<b>Maanvarainen betonilaatta, alap. lämmöneriste 80 mm (sis. pinnat)</b>	<b>100,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>6903,95</b>	<b>1637,53</b>	<b>44,99</b>	<b>8541,48</b>
----------	------------	--	---------------	-----------	-------------	----------------	----------------	--------------	----------------

## Paketti

1	Lattiatasoite, lattiatasoite 5 mm, pumpattava tasoite				0,00	5,34	2,91	0,08	8,25
<b>Panokset</b>									
1	tasoite, lattiatasoite, pumpattava	8,00	kg			0,67			5,34
2	betonimies	0,07	tth				37,99		2,66
3	rakennusmies, aputyö	0,01	tth				31,97		0,25

## Paketti

2	Teräsbetonilaatta 80 mm				0,00	13,46	10,00	0,27	23,45
<b>Panokset</b>									
4	betoni K30, S2, # 8 mm, norm. sitoutuva lattiabetoni	0,09	m3			120,70			10,43
5	teräsverkko 5-150 mm, 4000 x 2920 mm	3,00	kg			1,01			3,03
6	betonimies	0,24	tth				37,99		9,14
7	rakennusmies, aputyö	0,03	tth				31,97		0,85

## Paketti

3	SPU AL 240 mm				0,00	50,24	3,47	0,10	53,71
<b>Panokset</b>									
8	SPU AL 200 mm	1,04	m2			*)44,81			46,60
9	SPU AL 40 mm	0,35	m2			*)10,40			3,64
10	rakennusammattimies	0,10	tth				33,11		3,47

## Rakenne

<b>2</b>	<b>1236</b>	<b>Puurakenteinen yläpohja, mineraalivilla 500 mm, koolaus, kipsilevy</b>	<b>100,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>5288,78</b>	<b>3214,50</b>	<b>84,13</b>	<b>8503,28</b>
----------	-------------	---	---------------	-----------	-------------	----------------	----------------	--------------	----------------

## Paketti

1	Kattotuoli, tuulenohjauslevy 25 mm, höyrynsulku, YP				0,00	19,23	5,89	0,15	25,12
<b>Panokset</b>									
1	NR harjakattotuoli kiinnikkeineen k 900, jv 9600	0,12	kpl			145,00			17,40

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>6 231 €</b>	<b>38 441 €</b>	<b>15 982 €</b>	<b>427</b>	<b>60 654 €</b>

2	höyrynsulkumuovi		1,26	m2		1,45			1,83
3	mittakirvesmies		0,13	tth			40,23		5,41
4	rakennusmies, aputyö		0,01	tth			31,97		0,48

**Paketti**

2	Levyvilla 100 mm ISOVER 33				0,00	7,31	3,96	0,12	11,27
---	----------------------------	--	--	--	------	------	------	------	-------

**Panokset**

5	ISOVER KL 100 mm		1,04	m2		*)7,03			7,31
6	rakennusammattimies		0,12	tth			33,11		3,96

**Paketti**

3	Puhallusvilla				0,00	14,40	0,00	0,00	14,40
---	---------------	--	--	--	------	-------	------	------	-------

**Panokset**

7	ISOVER PUH KV 041 350 mm asennettuna		1,04	m2		*)13,85			14,40
---	--------------------------------------	--	------	----	--	---------	--	--	-------

**Paketti**

4	Rakennuslevy 9 mm, puukuitulevy YP				0,00	2,98	5,30	0,13	8,28
---	------------------------------------	--	--	--	------	------	------	------	------

**Panokset**

8	puukuitulevy 9 x 1200 x 2745 mm, puolikova		1,08	m2		2,55			2,75
9	naula		0,05	kg		4,50			0,23
10	mittakirvesmies		0,12	tth			40,23		4,87
11	rakennusmies, aputyö		0,01	tth			31,97		0,43

**Paketti**

5	Kattoverhouksen kannatuspuut, rima 45 x 45 mm k 400				0,00	3,98	5,23	0,13	9,21
---	---	--	--	--	------	------	------	------	------

**Panokset**

12	rima 45 x 45 mm		2,68	jm		1,46			3,91
13	naula, lankanauha 2,8 x 75 mm, kuumasinkitty		0,03	kg		2,49			0,07
14	mittakirvesmies		0,13	tth			40,23		5,23

**Paketti**

6	Kattolevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen levytys				0,00	4,99	11,76	0,31	16,75
---	--	--	--	--	------	------	-------	------	-------

**Panokset**

15	kipsikartonkilevy 13 x 1200 x 2600 mm		1,10	m2		4,02			4,42
16	ruuvi, kipsilevyruuvi 25 mm, teräs- ja puuranka		0,03	kg		18,81			0,56
17	mittakirvesmies		0,23	tth			40,23		9,37
18	rakennusmies, aputyö		0,07	tth			31,97		2,39

**Rakenne**

<b>3</b>	<b>1242</b>	<b>MSE puuikkuna 12 x 12 M</b>	<b>10,00</b>	<b>kpl</b>	<b>0,00</b>	<b>2884,28</b>	<b>471,30</b>	<b>11,96</b>	<b>3355,59</b>
----------	-------------	--------------------------------	--------------	------------	-------------	----------------	---------------	--------------	----------------

**Paketti**

1	MSE-ikkuna 12 x 12 M				0,00	288,43	47,13	1,20	335,56
---	----------------------	--	--	--	------	--------	-------	------	--------

**Panokset**

1	puuikkuna, MSE, 12 x 12, Skaala Alfa		1,00	kpl		*)286,00			286,00
2	polyuretaani, saumavaahto		0,19	l		5,20			0,99
3	ruuvi, kiinnitysruuvit ja tulpat		6,00	kpl		0,24			1,44
4	mittakirvesmies		1,08	tth			40,23		43,31
5	rakennusmies, aputyö		0,12	tth			31,97		3,82

**Rakenne**



Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					6 231 €	38 441 €	15 982 €	427	60 654 €

<b>4</b>	<b>22</b>	<b>IV-kone Flexit Spirit UNI-3</b>	<b>1,00</b>	<b>kpl</b>	<b>2609,68</b>	<b>0,00</b>	<b>469,28</b>	<b>15,00</b>	<b>3078,96</b>
----------	-----------	------------------------------------	-------------	------------	----------------	-------------	---------------	--------------	----------------

**Paketti**

1 Ilmanvaihtokone, Flexit Spirit UNI-3					2609,68	0,00	469,28	15,00	3078,96
--	--	--	--	--	---------	------	--------	-------	---------

**Panokset**

1 IV-kone, Flexit Spirit UNI-3	1,00	kpl		*)2609,68					2609,68
2 LVI-asentaja /sähköasentaja	15,00	tth				*)31,29			469,28

**Rakenne**

<b>5</b>	<b>22</b>	<b>Aurinkokeräin</b>	<b>1,00</b>	<b>kpl</b>	<b>3620,97</b>	<b>0,00</b>	<b>469,28</b>	<b>15,00</b>	<b>4090,25</b>
----------	-----------	----------------------	-------------	------------	----------------	-------------	---------------	--------------	----------------

**Paketti**

1 Aurinkokeräinjärjestelmä					3620,97	0,00	469,28	15,00	4090,25
----------------------------	--	--	--	--	---------	------	--------	-------	---------

**Panokset**

1 Ruukki, aurinkosähköpaketti 13 m2	1,00	kpl		*)3620,97					3620,97
2 LVI-asentaja /sähköasentaja	15,00	tth				*)31,29			469,28

**Rakenne**

<b>6</b>	<b>1243</b>	<b>Ulko-ovi 10 x 21 M</b>	<b>2,00</b>	<b>kpl</b>	<b>0,00</b>	<b>1069,27</b>	<b>144,05</b>	<b>3,66</b>	<b>1213,32</b>
----------	-------------	---------------------------	-------------	------------	-------------	----------------	---------------	-------------	----------------

**Paketti**

1 Ulko-ovi, maalattu, Skaala Gamma					0,00	534,64	72,02	1,83	606,66
------------------------------------	--	--	--	--	------	--------	-------	------	--------

**Panokset**

1 ulko-ovi, 10 x 21, valkoinen, 1 lasiaukko	1,00	kpl			*)532,00				532,00
2 polyuretaani, saumavaahto	0,23	l			5,20				1,20
3 ruuvi, kiinnitysruuvit ja tulpat	6,00	kpl			0,24				1,44
4 mittakirvesmies	1,64	tth					40,23		66,16
5 rakennusmies, apu työ	0,18	tth					31,97		5,86

**Rakenne**

<b>7</b>	<b>121</b>	<b>Routasuojaus 100 mm, 1,6 m:n leveydelle</b>	<b>40,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>687,36</b>	<b>118,81</b>	<b>3,59</b>	<b>806,17</b>
----------	------------	--	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	-------------	---------------

**Paketti**

1 Routasuojaus 100 mm, 1,6 m:n leveydelle, kallistus 1:10					0,00	17,18	2,97	0,09	20,15
---	--	--	--	--	------	-------	------	------	-------

**Panokset**

1 polystyreeni 100 mm, EPS 120 Routa	1,60	m2			*)7,16				11,46
2 polystyreeni 50 mm, EPS 120 Routa	1,60	m2			*)3,58				5,73
3 rakennusammattimies	0,09	tth					33,11		2,97

**Rakenne**

<b>8</b>	<b>1241</b>	<b>Puurakenteinen ulkoseinä 50 + 173 + 173 mm, lautaverhous, vaakapaneeli 28 mm</b>	<b>77,45</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>6294,67</b>	<b>7645,75</b>	<b>196,83</b>	<b>13940,42</b>
----------	-------------	---	--------------	-----------	-------------	----------------	----------------	---------------	-----------------

**Paketti**

1 Ulkoverhouslaudoitus, vaakaponttilaudoitus 28 mm					0,00	15,10	26,45	0,67	41,55
--	--	--	--	--	------	-------	-------	------	-------

**Panokset**

1 ulkoverhouslauta 28 x 120 mm, UTV	9,74	jm				1,35			13,14
2 sahattu lauta 25 x 100 mm, kuusi B	1,79	jm				0,84			1,50

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>6 231 €</b>	<b>38 441 €</b>	<b>15 982 €</b>	<b>427</b>	<b>60 654 €</b>
			3 naula	0,10	kg	4,50			0,45
			4 mittakirvesmies	0,61	tth		40,00		24,52
			5 rakennusmies, aputyö	0,06	tth		32,28		1,93
<hr/>									
<b>Paketti</b>									
			2 Tuulensuojalevy 100 mm, mineraalivilla, naulausvälike		0,00	18,67	10,30	0,26	28,96
<b>Panokset</b>									
			6 tuulensuojalevy, ISOVER mineraalivilla 100 mm	1,04	m2	*)16,22			16,87
			7 naulausvälike 40 mm	4,00	kpl	0,45			1,80
			8 mittakirvesmies	0,24	tth		*)40,23		9,66
			9 rakennusmies, aputyö	0,02	tth		*)31,97		0,64
<hr/>									
<b>Paketti</b>									
			3 Puurunko 173 mm k 600, US		0,00	8,10	23,57	0,60	31,66
<b>Panokset</b>									
			10 soiro 48 x 173 mm, lujuusluokiteltu C -24	2,14	jm	2,23			4,78
			11 soiro 50 x 175 mm, painekyllästetty	0,36	jm	4,02			1,45
			12 naula, lankanaula 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,05	kg	2,49			0,12
			13 höyrynsulkumuovi	1,20	m2	1,45			1,74
			14 mittakirvesmies	0,54	tth		40,23		21,65
			15 rakennusmies, aputyö	0,06	tth		31,97		1,91
<hr/>									
<b>Paketti</b>									
			4 Puurunko 173 mm k 600, US		0,00	8,10	23,57	0,60	31,66
<b>Panokset</b>									
			16 soiro 48 x 173 mm, lujuusluokiteltu C -24	2,14	jm	2,23			4,78
			17 soiro 50 x 175 mm, painekyllästetty	0,36	jm	4,02			1,45
			18 naula, lankanaula 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,05	kg	2,49			0,12
			19 höyrynsulkumuovi	1,20	m2	1,45			1,74
			20 mittakirvesmies	0,54	tth		40,23		21,65
			21 rakennusmies, aputyö	0,06	tth		31,97		1,91
<hr/>									
<b>Paketti</b>									
			5 Lämmöneriste 175 mm, mineraalivilla, US		0,00	13,26	2,97	0,09	16,23
<b>Panokset</b>									
			22 mineraalivilla 175 mm (us, yp, ap, vs), lambda(d) = 0,036 W/Km	1,04	m2	*)12,75			13,26
			23 rakennusammattimies	0,09	tth		33,11		2,97
<hr/>									
<b>Paketti</b>									
			6 Lämmöneriste 175 mm, mineraalivilla, US		0,00	13,26	2,97	0,09	16,23
<b>Panokset</b>									
			24 mineraalivilla 175 mm (us, yp, ap, vs), lambda(d) = 0,036 W/Km	1,04	m2	*)12,75			13,26
			25 rakennusammattimies	0,09	tth		33,11		2,97
<hr/>									
<b>Paketti</b>									
			7 Seinälevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen levytys		0,00	4,80	8,90	0,23	13,70
<b>Panokset</b>									
			26 kipsikartonkilevy 13 x 1200 x 2600 mm	1,10	m2	4,02			4,42
			27 ruuvi, kipsilevyruuvi 25 mm, teräs- ja puuranka	0,02	kg	18,81			0,38
			28 mittakirvesmies	0,17	tth		40,23		7,04
			29 rakennusmies, aputyö	0,06	tth		31,97		1,86

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>6 231 €</b>	<b>38 441 €</b>	<b>15 982 €</b>	<b>427</b>	<b>60 654 €</b>

**Rakenne**

<b>9</b>	<b>25</b>	<b>Maalämpö ja lattia­lämmitysputki sto, pientalo (n. 180 m2)</b>	<b>1,00</b>	<b>erä</b>	<b>0,00</b>	<b>15312,80</b>	<b>1811,30</b>	<b>52,00</b>	<b>17124,10</b>
----------	-----------	---	-------------	------------	-------------	-----------------	----------------	--------------	-----------------

**Paketti**

1	Maalämpö, pientalo (n. 180 m2)				0,00	15312,80	1811,30	52,00	17124,10
<b>Panokset</b>									
1	maalämpö, pientalo (n. 180 m2)	1,00	erä			15312,80			15312,80
2	LVI-asentaja /sähköasentaja	52,00	tth				34,84		1811,30