

Opinnäytetyö (AMK)  
Rakennustekniikka  
Tuotannonjohtaminen  
2014

Juhana Paloheinä

# PIENTALON E-LUKUVERTAILUA ERI ENERGIANLÄHTEILLÄ



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Tuotantojohtaminen

2014 | 24

Leinonen Esa, Lautkankare Rauli

Juhana Paloheinä

## PIENTALON E-LUKUVERTAILUA ERI ENERGIANLÄHTEILLÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä E-lukuvertailua eri energiamuodoille. Esimerkkinä laskennassa on Kemiöön rakennettava omakotitalo, jonka rakennuslupa on myönnetty ennen 1.7.2012 voimaan astuneita määräyksiä.

Työssä tutustuttiin E-lukuvaatimukseen ja pientalon kokonaisenergiatarkasteluun. Laskentatyökaluna käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osaa D5. Laskenta suoritettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Lähtötiedot laskennalle on saatu vanhasta energiatodistuksesta, eristemateriaalien internetsivuilta, rakennepiirustuksista ja Suomen rakentamismääräyskokoelmasta.

Työn tuloksena saatiin selville, millä energiamuodoilla rakennuksen E-lukua koskevat ehdot täyttyisivät ilman omavaraista energiantuottoa tai parempaa talon eristävyyttä. Lämmönjakelujärjestelmänä rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmitys.

ASIASANAT:

E-luku, Kokonaisenergialaskenta, Energiamuodot

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Construction Engineering | Production Management

2014 | 24

Leinonen Esa, Lautkankare Rauli

Juhana Paloheinä

# ANALYSING THE ENERGY PERFORMANCE OF A SMALL RESIDENTIAL BUILDING BY A COMPARISON OF VARIOUS ENERGY SOURCES

The purpose of this thesis was to study the energy performance of a residential building by comparing its possible energy sources. The case analysed in the thesis was a detached home the building permit of which was granted before the new regulations entered into force on July 1 2012.

This thesis examines energy performance indicator requirements and the total energy analysis of a small residential building. Chapter D5 of the National Building Code of Finland was used as an analysis tool and the calculations were performed with MS Excel. The data for the analysis were collected from the old energy certificate, insulation material websites, construction drawings and the National Building Code of Finland.

The results show which energy sources could be used to achieve the performance required by the energy performance indicator shown in the energy performance certificate of the house without self-sufficient energy production or better insulation. Water underfloor heating is used as the heat distribution system in the building.

KEYWORDS:

Energy performance, Total energy analysis, Energy sources

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>5</b>
<b>2 ENERGIATEHOKKUUS JA E-LUKU</b>	<b>6</b>
2.1 E-luku	6
2.2 E-luvun määrittäminen	7
<b>3 E-LUVUN LASKENTA</b>	<b>11</b>
3.1 Rakenneseurien U-arvot	11
3.2 Lämpöhäviöt	12
3.2.1 Johtumislämpöhäviöt	12
3.2.2 Vuotoilma lämpöhäviöt	12
3.2.3 Ilmanvaihdon lämmitysenergian tarve	13
3.3 Lämpökuormat	14
3.4 Lämmitysjärjestelmän energiankulutus	15
3.5 Lämmitysjärjestelmän sähköenergian kulutus	16
3.6 Sähkön kulutus	17
3.7 Omavaraisenergia	18
3.7.1 Käyttöveden lämmitys aurinkokeräimillä	18
3.7.2 Lämpöpumppujen sähköenergian kulutus	18
3.7.3 Aurinkosähköjärjestelmän sähköntuotto	19
<b>4 TULOKSET</b>	<b>20</b>
4.1 Energiamuotojen kertoimilla painotetut kokonaisenergiatarkastelut	20
4.2 Toteutuva energiamuoto	20
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>23</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>24</b>

## LIITTEET

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä E-lukuvertailu eri lämmitysmuodoille Kemiiön rakennettavaan omakotitaloon. Rakennettavan omakotitalon rakennuslupa on myönnetty ennen uusien energiamääräysten voimaan tuloa. Lähtötietoina E-luvun laskennalle toimivat rakennekuvat ja energiatodistus.

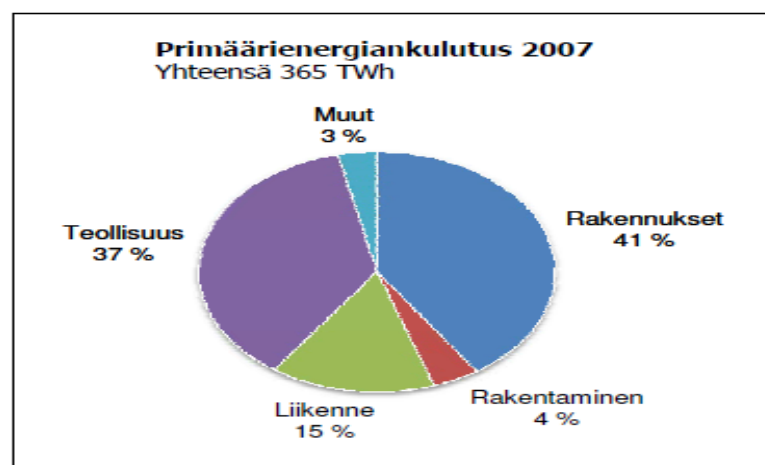
Kokonaisenergiatarkastelu tehtiin kuukausitasolla. Laskentatyökaluna käytettiin rakentamismääräyskokoelman osaa D5 2012 niiltä osin kuin rakentamismääräyskokoelman osa D3 2012 ei toisin määrää. Laskenta on suoritettu Exceltaulukkolaskentaohjelmalla.

Työ rajattiin koskemaan vesikiertoista lattialämmitystä, tiettyjä eristemateriaaleja ja eristemateriaalien vahvuuksia. Työssä ei myöskään huomioitu omavaraista energiantuottoa.

## 2 ENERGIATEHOKKUUS JA E-LUKU

### 2.1 E-luku

Uusi maankäyttö- ja rakennuslaki astui voimaan 1.7.2012 ja sen avulla pyritään parantamaan rakennusten energiatehokkuutta. Uusissa määräyksissä siirryttiin lämpöhäviötarkastelusta kokonaisenergiatarkasteluun. Määräykset koskevat 1.7.2012 jälkeen rakennettuja rakennuksia. Suomi on sitoutunut YK:n ilmastosopimukseen, Kioton pöytäkirjaan ja EU:n lainsäädäntöön. Määräykset ovat osa Kioton pöytäkirjan toisen kauden 20-20-20-päätöksen tavoitteita, joihin Suomi on EU:n jäsenmaana sitoutunut. Vuoteen 2020 mennessä EU:n yleisenä tavoitteena on vähentää päästöjä 20 % vuoden 1990 tasosta, nostaa uusiutuvien energialähteiden osuutta 20 % ja parantaa energiatehokkuutta 20 %. Uusiutuvien energialähteiden loppukäytön osalta on Suomen tavoite nostaa osuus 38 %:iin energian kulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Muiden tavoitteiden osalta Suomen tavoitteet ovat yhtenäiset EU:n tavoitteiden kanssa. Kansallisiin tavoitteisiin pääsemiseksi rakennusten energiankulutus on merkittävä parantamiskohde Suomessa. Kuvasta 1 ilmenee, että vuonna 2007 Suomen primäärienergian kulutuksesta 41 % syntyy rakennuksista. (Sitra 2010, 13.)



Kuva 1. Primaarienergiakulutuksen jakauma (Sitra 2010, 13)

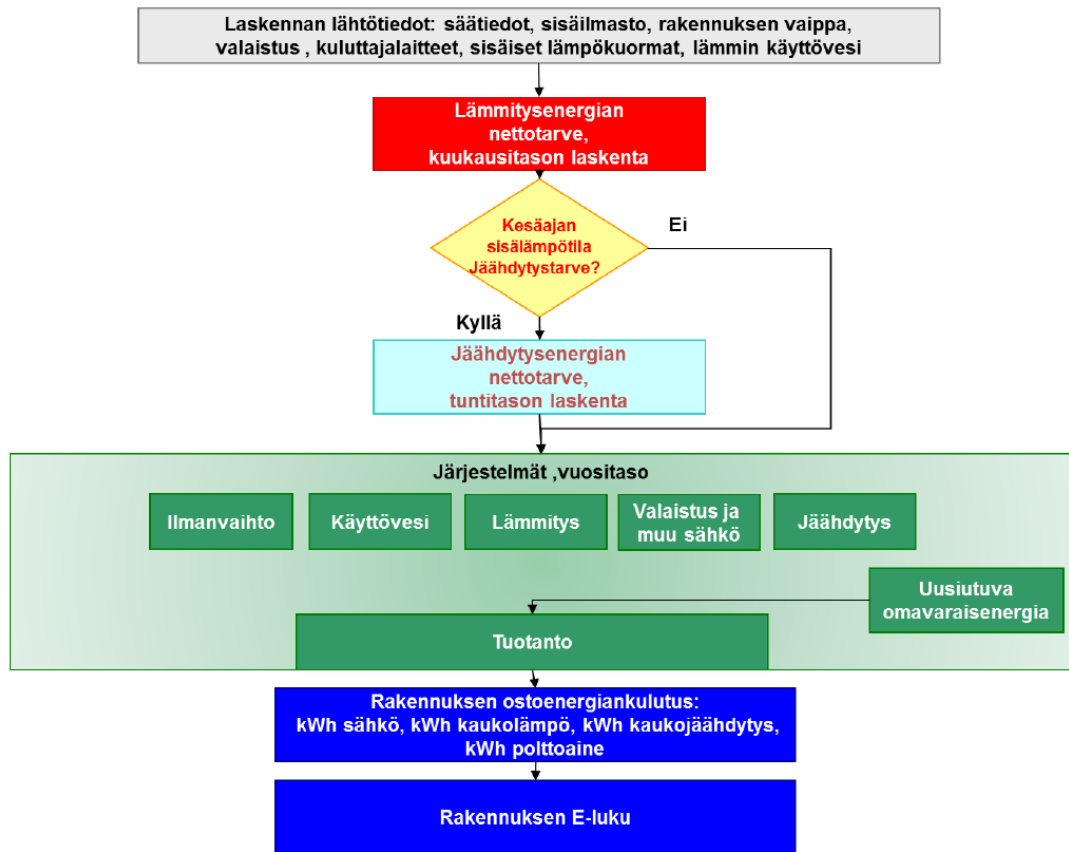
## 2.2 E-luvun määrittäminen

E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu vuotuinen ostoenergiankulutus rakennuksen nettoalaa kohden. Energiamuotojen kertoimet esitetään taulukossa 1. Kertoimet kuvaavat energialähteiden hiilijalanjälkeä ja primäärienergian kulutusta. Kokonaisenergian tarkastelu tehdään rakennustyyppin standardikäytöllä. Laskenta suoritetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaisesti. Kertoimet ohjaavat rakennusten lämmitysratkaisuja uusiutuvaa ja omavaraista energiaa suosivaksi. (RT RakMK-21504 2012, 8)

Taulukko 1. E-lukukertoimet

sähkö	1,7
kaukolämpö	0,7
kaukojäähdytys	0,4
fossiiliset polttoaineet	1,0
uusiutuvat polttoaineet	0,5

Rakennuksen energiantarve koostuu tilojen, ilmastoinnin ja lämpimän käyttöveden lämmitysenergian tarpeesta, tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytystarpeesta sekä valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähköenergiatarpeesta. Lämmitysenergian nettotarve saadaan lämmitysenergian tarpeen sekä poistoilmasta talteen otetun lämpöenergian ja lämpökuormien erotuksena. Lämmitysenergian nettotarvetta vastaava lämpöenergia tuodaan lämmitysjärjestelmillä tiloihin. Lämmitysjärjestelmän energiankulutus lasketaan lämmitysenergian nettotarpeesta ottaen huomioon lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöt. Rakennuksen ostoenergiakulutus koostuu lämmitys-, ilmastoinnin-, jäähdytysjärjestelmien sekä järjestelmien apulaitteiden, kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutuksesta. Ostoenergiakulutuksessa huomioidaan omavaraisesti tuotettu energia.



Kuva 2. E-luvun laskennan vaiheet

Rakennukset ovat jaettu käyttötarkoitusten perusteella eri luokkiin. Eri luokille on eri E-luvun ylärajavaatimukset. Luokat ja luokkien vaatimukset esitetään kuvassa 2. Samalla rakennuksella voi olla useita käyttötarkoituksia. Jos rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisen luokan osa on alle 10 % lämmitetystä nettoalasta, se lasketaan muihin osiin kuuluvaksi.

Käyttötarkoitussuokkien 1 ja 9 rakennusten kokonaisenergiälaskelmat voidaan tehdä kuukausitasolla, jos ne eivät sisällä jäähdytystä. Laskentatyökaluina voidaan käyttää rakentamismääräyskokoelman osaa D5 (2012) tai EN-ISO 13790 -standardia. Esimerkissä laskelma on suoritettu rakentamismääräyskokoelman osan D5 mukaan. Muissa käyttötarkoitussuokissa laskenta suoritetaan dynaamisella menetelmällä. Dynaamisessa menetelmässä laskelmat suoritetaan SFS EN-, CIBSE- ja ASHRAE-standardien tai vastaavien mukaan.



Luokka 1	Erillinen pientalo, rivi- ja ketjutalo	Lämmitetty nettoala, $A_{\text{netto}}$	kWh/m <sup>2</sup> vuodessa
	Pientalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	204
		$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$372 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
		$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$173 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
		$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	130
	Hirsitalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	229
		$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$397 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
		$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$198 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
		$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	155
	Rivi- ja ketjutalo		150
Luokka 2	Asuinkerrostalo		130
Luokka 3	Toimistorakennus		170
Luokka 4	Liikerakennus		240
Luokka 5	Majoitusliikerakennus		240
Luokka 6	Opetusrakennus ja päiväkot		170
Luokka 7	Liikuntahalli pois lukien uima- ja jäähalli		170
Luokka 8	Sairaala		450
Luokka 9	Muut rakennukset ja määräaikaiset rakennukset		E-luku on laskettava, mutta sille ei ole asetettu vaatimusta

### Kuva 3. Rakennuksen käyttötarkoituserät

E-lukutarkastelu tehdään erikseen lämpimille ja puolilämpimille tiloille. Lämmin tila on tila, jossa lämmityskaudella ilman lämpötilana pidetään yli 17 °C. Lämpimien tilojen laskennassa sisälämpötilana käytetään 21 °C, koska rakentamismääräyskokoelman osan D3 taulukossa 2 määrätään pientalojen lämmitysrajaksi 21 °C. Puolilämmin tila on tila, jonka lämpötila pidetään lämmityskaudella 5 °C:n ja 17 °C:n välissä. Esimerkissä puolilämpimän tilan sisälämpötilana pidetään 17 °C.

Suomi on jaettu neljään säävyöhykkeeseen. Säävyöhykkeiden kuukausittaiset keskilämpötila- ja auringon säteilyarviot perustuvat Helsinki-Vantaan lentoaseman, Jyväskylän lentoaseman ja Sodankylän ilmatieteellisen tutkimuskeskuksen säähavaintoasemien vuosien 1980–2009 mittauksiin. Energialaskennan säätiedot löytyvät rakentamismääräyskokoelman osan D3 liitteestä 2. E-luvun laskennassa paikkakunta ei vaikuta kokonaisenergiatarkasteluun. E-lukua laskettaessa kokonaisenergiatarkastelu tehdään aina säävyöhykkeen 1 tiedoilla.

Kesäajan huonelämpötilat eivät saa ylittää rakentamismääräyskokoelman osan D3 taulukon 2 enimmäisarvoja. Ensisijaisesti rakennus pitää suunnitella siten, etteivät tilat lämpene liikaa. Kesäajan huonelämpötilan täyttymiseksi voi olla tarpeen käyttää jäähdytysjärjestelmää. Jäähdytysjärjestelmän käyttö sisällytetään kokonaisenergiatarkasteluun. Kesäajan huonelämpötilojen riittävä viileys osoitetaan laskennalla. Käyttötarkoitusero-alueiden 1 ja 9 rakennuksiin ei tarvitse tehdä kesäajan huonelämpötilan laskentaa.

## 3 E-LUVUN LASKENTA

### 3.1 Rakenneosien U-arvot

U-arvo on lämmönläpäisykerroin, jonka yksikkö on  $W/(m^2K)$ . Se kuvaa lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun rakennusosan eri puolilla olevien tilojen lämpötilaero on yksikön suuruinen.

Liitteessä 1 taulukossa 1 on laskettu rakenneosien lämmönläpäisykertoimet. Lämmönläpäisykertoimen lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan C4 kaavoilla 1 ja 2 sekä taulukoiden 1 ja 6 avulla. Laskennassa on huomioitu rakennusosien pintavastukset sekä maanpaineseinien maan lämmönvastus ja reuna-alueet. Kokonaisenergiälaskennassa alapohjassa ei ole huomioitu maan lämmönvastusta, vaan laskenta on toteutettu rakentamismääräyskokoelman D5 kaavoilla 3.6 ja 3.7 sekä taulukon 3.4 tavalla. Maalle ei ole laskettu lämmönvastusta, koska lämpöhäviö maahan on laskettu maan kuukausittaisten lämpötilojen mukaan.

Yläpohjan eristemateriaaliksi on valittu 450 mm:n Isover-puhallusvilla sekä 30 mm paksu tuulensuojavilla. Villojen lämmönjohtavuudet on katsottu Isoverin internetsivuilta. Yläpohjan U-arvoon on huomioitu sisä- ja ulkopuolinen pintavastus rakentamismääräyskokoelman osan D4 taulukon 2 mukaisesti. Ulkoseinien materiaalina on Lammi-eristeharkko. Lammi-eristeharkon U-arvo on otettu Lammin internetsivuilta. Alapohjassa on 80 mm paksu laatta teräsbetonia sekä 200 mm EPS-eristettä. Betonin lämmönjohtavuus on katsottu rakentamismääräyskokoelman osan C4 taulukosta 1. EPS-eristeen lämmönjohtavuus on haettu internetsivuilta. Alapohjan kokonaisenergia laskennassa ei ole huomioitu maan lämmönvastusta, vaan laskenta on toteutettu rakentamismääräyskokoelman D5 kaavoilla 3.6 ja 3.7 sekä taulukon 3.4 tavalla. Maalle ei ole laskettu lämmönvastusta, koska lämpöhäviö maahan on laskettu maan kuukausittaisten lämpötilojen mukaan. Ikkunoiden ja ovien lämmönjohtavuudet on katsottu internetsivuilta. Lämpimän ja puolilämpimän tilan väliset rakenteet ovat eristettyjä. 100 mm ja

150 mm paksuihin väliseiniin on asennettu 70 mm Isover-villaa ja pintaan kipsilevy. Välipohjassa on 70 mm:n vahvuinen betonilaatta sekä 70 mm EPS-eristettä ja ontelolaatta. Betoniharkkojen ontelolaatan ja betonilaatan lämmönjohtavuudet on katsottu rakentamismääräyskokoelman osan C4 taulukosta 2.

## 3.2 Lämpöhäviöt

### 3.2.1 Johtumislämpöhäviöt

Rakenteiden johtumislämpöhäviöt lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 3.4 sekä rakenneosien välisten liitosten kylmäsillat kaavalla 3.5 ja taulukoilla 3.1, 3.2 ja 3.3.

Alapohjan lämpöhäviötä ei lasketa ulkoilman lämpötilaan. Rakenteen läpi mitoitettavaksi ulkolämpötilaksi lasketaan maan kuukausittainen lämpötila. Maan kuukausittaiset lämpötilat lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavoilla 3.6 ja 3.7 sekä taulukolla 4. Ulkoilman ja maan vuotuisena lämpötilaerona käytetään arvoa 5 °C.

Liitteessä 2 taulukossa 1 on laskettu exel-tilukolla esimerkinkohteen johtumislämpöhäviö. Ominaislämpöhäviö saadaan rakennusosan pinta-alan ja U-arvon tulona sekä kylmäsilloissa kylmäsillan lisäkonduktanssin ja kylmäsillan pituuden tulona. Saman ulko- ja sisälämpötilan omaaville rakennusosille on laskettu yhteinen ominaislämpöhäviö ja johtumislämpöhäviöt kuukausitasolla. Laskennassa muuttuvia tekijöitä ovat kuukausien tuntimäärät sekä kuukausittainen ulkolämpötila.

### 3.2.2 Vuotoilma lämpöhäviöt

Rakennuksen vuotoilman lämpöhäviö lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavoilla 3.8 ja 3.9. Ilmanvuotoluku  $q_{50}$  on 4 m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>), kun ilmanpitävyyttä ei tunneta. Ilmanvuotoluku  $q_{50}$  voidaan laskea vanhentuneesta ilman-

vuotoluvusta n50 rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 3.10. Vanhentuneen ilmanvuotoluvun n50 yksikkö on 1/h paine-erolla 50 Pa.

Excel-taulukolla laskennan helpottamiseksi ei ole vuotoilman lämpöhäviötä laskettu kaavalla 3.8, vaan kaavasta 3.9 saatavan vuotoilmavirta on kerrottu ilman tiheydellä sekä ilman ominaislämpökapasiteetilla. Tällöin saadaan vuotoilman ominaislämpöhäviö, jonka yksikkö on W/k. Vuotoilman ominaislämpöhäviön laskentakaava on rakentamismääräyskokoelman osassa D3 kaava 2.

Liitteessä 3 taulukossa 1 on laskettu vuotoilmasta syntyvä lämpöhäviö esimerkkikohteeseen. Ennen taulukon arvoja on laskettu vuotoilmavirta rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 3.9. Vuotoilmavirtaa laskettaessa on huomioitu esimerkin rakennus kolmikerroksisena. Rakenteiden pinta-alat ovat saatu rakennepiirrustuksista sekä energiatodistuksesta. Vuotoilmavirran ilman tiheyden sekä ilman ominaislämpökapasiteetin tulona saadaan vuotoilmavirran ominaislämpöhäviö. Muuttujina laskelmissa ovat kuukausittaiset ulkolämpötilat ja tuntimäärät.

### 3.2.3 Ilmanvaihdon lämmitysenergian tarve

Ilmanvaihdon lämmitysenergian tarve lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavoilla 3.11, 3.12 ja 3.13. Kesä-, heinä- ja elokuussa ilmanvaihdon lämmön talteenotto sekä jälkilämmitys ovat poissa käytössä. Sisäänpuhalluslämpötilana käytetään +18 °C. Tuloilman lämpeneminen tilassa lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 3.14. Tuloilman lämpenemistä tilassa ei ole otettu puolilämpimän tilan laskennassa huomioon, koska puolilämpimän tilan laskentalämpötila on 17 °C. Tuloilmavirran suuruus lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D3 taulukon 2 mukaan. Tuloilmavirran suuruus määräytyy rakennuksen nettoalan mukaan. Tulo ja poistoilmavirrat ovat yhtä suuria.

Liitteessä 4 taulukossa 1 on laskettu kuukausittain ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema lämpöenergia esimerkkikohteessa, jonka ilmanvaihtokone lämmittää sähköisesti. Ilmanvaihtokoneen vuosihyötysuhde on 70 %, joka on otettu ra-

kennuksen energiatodistuksesta. Tulo- ja poistoilmavirrat ovat laskettu lämpimälle ja puolilämpimälle tilalle erikseen rakentamismääräyskokoelman osan 3 taulukon 2 mukaan. Lisäksi kokonaisenergiatarkastelussa otetaan huomioon ilmanvaihdon tilassa tapahtuva ilman lämpeneminen, joka on lisätty E-luvun laskennassa tilan lämmitysenergian kulutukseen.

### 3.3 Lämpökuormat

E-luvun laskennassa huomioitavat lämpökuormat syntyvät ihmisistä, valaistuksesta, kuluttajalaitteista, auringon säteilyenergiasta sekä lämpimän käyttöveden kiertojohdon ja varastoinnin lämpöhäviöistä. Ihmisistä, valaistuksesta ja kuluttajalaitteista aiheutuvat lämpökuormat lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D3 kaavalla 4 ja taulukon 3 avulla. Ihmisistä aiheutuva lämpökuorma voidaan laskea myös rakentamismääräyskokoelman osan D3 taulukolla 4. Siinä henkilökuorma arvioidaan henkilötiheydeksi rakennuksen nettoalaa kohti. Yhden henkilön lämpökuorma on 125 W. Kouluissa ja päiväkodeissa pidetään lasten lämmönluovutuksena 110 W.

Lämpimän käyttöveden kiertojohdon ja varastoinnin lämpöhäviöistä 50 % tulee tiloihin lämpökuormaksi. Varastoinnin lämpöhäviö saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 taulukosta 6.3b, jos tarkempaa tietoa ei ole. Kiertojohdon lämpöhäviö lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.5 ja taulukoiden 6.4 sekä 6.5 avulla.

Ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia lasketaan rakentamismääräyskokoelman kaavoilla 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 ja 5.8. Laskennan käytetään apuna taulukoita 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 ja 5.5. Laskennassa pitää tietää valoaukkojen pinta-alat, ilmansuunnat, verhoratkaisu, lasitustyypit sekä erilaiset varjostukset. Auringon säteilyenergiat ja säteilyenergian muuntokertoimet esitetään rakentamismääräyskokoelman osan D3 liitteessä 2.

Lämpökuormien hyödyntämisaste lasketaan kuukausittain rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavoilla 5.11, 5.13, 5.14, 5.15 ja 5.16 mukaisesti sekä

taulukon 5.6 avulla. Mikäli kaavasta 5.14 saadaan tulokseksi 1, lasketaan lämpökuorman hyödyntämisaste kaavalla 5.12, eikä kaavalla 5.11.

Liitteessä 5 taulukossa 1 on esitetty eri lämpökuormien kuukausittainen lämpökuorma sekä yhteenlaskettu kuukausittainen lämpökuorma lämpimälle ja puolilämpimälle tilalle erikseen. Kuvassa ei ole esitetty lämpökuormia laskelmien muuttujineen vaan valmiiksi laskettuina. Auringon säteilyenergian laskelmassa valoaukon kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaissäteilykerroin, valoaukkojen pinta-alat sekä ilmansuunnat ja kehäkerroin ovat esimerkkirakennuksen energiatodistuksesta. Lämpimän käyttöveden varastoinnissa laskelmat tehty 200 litran varaajalle, jossa on 100 mm eristettä.

Lämpökuormien hyödyntämisaste (nlämpö) lasketaan kuukausittain rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavoilla 5.11, 5.13, 5.14, 5.15 ja 5.16 sekä taulukon 5.6 avulla. Mikäli kaavasta 5.14 saadaan tulokseksi 1, lasketaan lämpökuorman hyödyntämisaste kaavalla 5.12, eikä kaavalla 5.11.

Liitteessä 5 taulukossa 2 on laskettu lämpökuorman hyödyntämisaste esimerkkikohteeseen Exel-taulukolla. Lämmityksessä hyödynnettävä lämpökuorman määrä on lämpökuorman hyödyntämisasteen ja lämpökuorman tulo.

### 3.4 Lämmitysjärjestelmän energiankulutus

Tilojen lämmityksen lämpöenergian tarve lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.1. Laskennassa huomioidaan lämmönjakelujärjestelmä hyötysuhde, lämmönjakelujärjestelmän lämpöhäviö lämmittämättömään tilaan sekä lämmön varastoinnin lämpöhäviö. Lämpöhäviöt lämmittämättömään tilaan saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.2 ja taulukon 6.1 avulla. Esimerkkikohteen laskennassa lämmönjakoputket ovat puolilämpimässä tilassa ja jakoputket ovat eristettyjä. Ainoastaan puolilämpimässä tilassa jakoputket voivat olla myös eristämättömiä. Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöitä puolilämpimään tilaan ei lasketa lämpökuormaksi puolilämpimään tilaan. Eri lämmönjakelujärjestelmien vuosihyötysuhteet saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 taulukosta 6.2. Ilmanvaihdon lämmityspattereiden hyötysuh-

teeksi voidaan arvioida 100 %. Lämmönvaraajan vuotuiset lämpöhäviöt ovat huomioituna kattiloiden ja lämmönjakokeskusten hyötysuhteissa rakentamismääräyskokoelman osan D5 taulukoissa 6.6 ja 6.7.

Lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.4 sekä taulukon 6.3 avulla. Siirron hyötysuhteeseen vaikuttaa rakennustyyppi ja lämminvesiputkien eristystaso. Lämpimän käyttöveden varastoinnin ja kierron lämpöhäviöt lasketaan kuten lämpökuormien laskennassa.

Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöt lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.7. Kattiloiden ja lämmönjakokeskusten vuosihyötysuhteet saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 taulukoista 6.6 ja 6.7. Jos rakennuksessa on varaava tulisija, voidaan tilaan saatavaksi lämmitysenergiaksi laskea enintään 2 000 kWh vuodessa. Tulisija, joka on yhdistetty lämmönsiirtimillä lämmitysjärjestelmään, otetaan huomioon energialaskennassa kattilaa vastaavalla tavalla.

Liitteessä 6 taulukossa 1 on eri lämmitysjärjestelmillä laskettu vuotuinen lämmitysenergian kulutus. Ilmanvaihdolla on sähkölämmitys, ja sen vuosihyötysuhde on 1. Lämmönjakotapana esimerkin pientalossa on vesikiertoinen lattialämmitys.

### 3.5 Lämmitysjärjestelmän sähköenergian kulutus

Lämmönjakojärjestelmän apulaitteiden sähköenergiankulutus lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.3 sekä taulukon 6.2 avulla. Lähtötietoina laskennassa tarvitsee tietää lämmitysjärjestelmä ja lämmitysjärjestelmällä katettava nettoala. Kattiloiden ja lämpökeskusten sähkönkulutukset saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 taulukoista 6.6 ja 6.7. Lähtötietoina laskennalle tarvitaan lämmitysjärjestelmällä katettava nettoala.

Lämpimän käyttöveden kiertopumpun sähkön kulutus lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.6. Vuorokautisena käyntiaikana pide-



tään 24 h/vrk. Jos pumpun sähkömoottorin ottotehon tarvetta ei tunneta, voidaan se laskea virtaamasta riippuvana arvona  $200 \text{ W/dm}^3/\text{s}$  kerrottuna mitoitettulla virtaamalla. Virtaaman saa mitoitettua rakentamismääräyskokoelman osan D1 liitteessä 2 olevasta kaavasta 1. Pientalolle on annettu valmiit arvot kaavan laskemiseen. Valmiilla arvoilla laskettuna virtaamaksi saadaan  $0,2 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Sähkömoottorin ottotehoksi pientaloihin tulee tällöin 40 W.

Liitteessä 6 taulukossa 2 on esitetty eri lämmitysjärjestelmille vuotuinen sähkön kulutus. Tilojen ja lämminvesipumpun sähkönkulutukset ovat vakiot. Lämmitysjärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus vaihtelee lämmitysjärjestelmän mukaan.

### 3.6 Sähkön kulutus

Valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähkönkulutus lasketaan samaksi niiden lämpökuormien kanssa. Ilmanvaihdon sähkön kulutus saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavoilla 7.1 ja 7.2. Ilmavirran suuruus lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D3 taulukon 2 arvoilla kerrottuna lämmitetyllä nettoalalla. Ilmanvaihdon lämmitykseen lähtötiedot ovat saatu esimerkkirakennuksen energiatodistuksesta. SPF-lukua laskettaessa ilmanvaihtokoneen sähkötehoksi on arvioitu  $0,21 \text{ kW}$ . Tällöin SPF-luvuksi tulee  $1,4 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ , mikä on tyypillinen ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho. Esimerkin laskennassa ilmanvaihdon lämmitys tapahtuu sähköisesti, kuten usein pientaloissa.

Liitteessä 7 taulukossa 1 on esitetty kuukausittainen ja vuotuinen sähkön kulutus lukuun ottamatta lämmitysjärjestelmän sähkön kulutusta.

### 3.7 Omavaraisenergia

#### 3.7.1 Käyttöveden lämmitys aurinkokeräimillä

Lämpimän käyttöveden lämmitys aurinkokeräimillä lasketaan rakentamismääräyskokoelman osa D5 kaavalla 6.10 sekä taulukoilla 6.8 ja 6.9. Taulukon 6.8 mukaan laskettaessa aurinkokeräimillä saatu lämmitysenergia voi olla korkeintaan 40 % lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarpeesta. Taulukon 6.9 arvot huomioidaan keräimille, joiden kallistuskulma on 30–70 astetta. Muussa tapauksessa annetut arvot kerrotaan kertoimella 0,8.

Aurinkojärjestelmän pumppujen sähköenergian kulutus saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.11. Pumppujen sähköteho voidaan laskea rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 6.12. Pumppujen käyttöaika on 2 000 tuntia vuodessa.

#### 3.7.2 Lämpöpumppujen sähköenergian kulutus

Lämpöpumppujen sähköenergiankulutus koostuu lämpöenergian tuoton energian kulutuksesta ja apulaitteiden sähköenergian kulutuksesta. Lämpöpumppujen apulaitteiden sähköenergiankulutus lasketaan rakentamismääräyskokoelman D5 kaavalla 6.18, jos apulaitteiden sähkönkulutus ei sisälly lämpökertoimen mitattuihin arvoihin. Lämpöpumppujen sähköenergian kulutus lasketaan rakentamismääräyskokoelman D5 osan kaavalla 6.17 sekä kaavojen 6.13, 6.14, 6.15 ja 6.16 avulla.

Kaavojen laskemiseen tarvitaan apuna rakentamismääräyskokoelman D5 osan liitteen 2 taulukoita. Taulukoista saadaan selvitettyä maalämpöpumpun sekä ulkoilmalämpöpumpun kattama osuus tilojen lämpöenergian tarpeesta. Tilojen lämpöenergian tarpeen osuuden selvittämisessä täytyy tietää rakennuksen

lämpötehon tarve. Ohjeet lämpötehon tarpeen laskemiseen esitetään rakentamismääräyskokoelman osan D5 luvussa 9. Lämpöpumppujen SPF-luvut saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 taulukoista 6.12, 6.13 ja 6.14.

### 3.7.3 Aurinkosähköjärjestelmän sähköntuotto

Aurinkosähkökennojen tuottama sähköenergia lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 10.1. Kaavassa huomioidaan kennoihin kohdistuva säteilyenergia vuoden aikana, kennojen tuottama suurin sähköteho ja toimivuuskerroin.

Kennoihin kohdistuva auringon säteilyenergia saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 10.2. Säteily määrä saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D3 liitteestä 2. Ilmansuunnan ja kallistuskulman korjauskerroin lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 kaavalla 10.4 sekä taulukoiden 10.1 ja 10.2 avulla.

Aurinkosähkökennojen tuottama huippusähköteho lasketaan kaavalla 10.3. Taulukosta 10.3 saadaan aurinkosähkökennon tyyppikohtainen huipputehokerroin. Lisäksi tarvitsee tietää aurinkosähkökennon pinta-ala. Taulukosta 10.4 saadaan asennustavasta riippuva toimivuuskerroin.

## 4 TULOKSET

### 4.1 Energiamuotojen kertoimilla painotetut kokonaisenergiatarkastelut

Liitteessä 8 taulukoissa 1 ja 2 on eri energianlähteille laskettu E-luku esimerkkikohteeseen. Taulukossa 1 E-luku on laskettu lämpimälle tilalle ja taulukossa 2 puolilämpimälle tilalle.

Esimerkin rakennuksessa lämpimän tilan nettoala on 305,62 m<sup>2</sup> ja puolilämpimän tilan nettoala on 57,5 m<sup>2</sup>. Lämpimän tilan E-luku saa olla korkeintaan 151,61 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa ja puolilämpimän tilan suurin E-luku voi olla 204 kWh/m<sup>2</sup> esimerkkirakennuksessa. Pientaloissa E-lukuvaatimukset ovat tiukemmat laajemmissa rakennuksissa. Pientaloissa hirsirakennuksille E-lukuvaatimukset ovat löyhemmät kuin muissa pientaloissa.

Esimerkin rakennus täyttää E-lukuvaatimukset pelletti- ja puukattiloiden osalta. Muiden kattiloiden osalta pitää lisätä omavaraista energiantuottoa tai parantamalla rakennuksen lämmöneristävyyttä ja ilmanpitävyyttä. Tarkastelussa ei otettu huomioon suoraa sähkölämmitystä tai kaukolämpöä, vaan tarkastelu tehtiin toteutuvalla lämmitysjärjestelmälle.

### 4.2 Toteutuva energiamuoto

Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty toteutuvalla energianmuodolle E-luku sekä E-lukuun vaikuttavat tekijät. Toteutuva lämmitysmuoto esimerkkikohteessa on puulämmitys. Taulukossa 2 esitetään lämpimän tilan E-luku, ja taulukossa 3 esitetään puolestaan puolilämpimän tilan E-luku.

Taulukko 2.

Energiamuoto	Ostoenergia kWh/a	Energia- muodon kerroin	Energiamuodon mella painotettu ankulutus kWh/(m <sup>2</sup> a)	kerto- energi- kWh/a,
Sähkö	10 728,75	1,7	22 180,94	72,58
Uusiutuva polttoaine	44 361,88	0,5	18 238,87	59,68
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
Lämmitysjärjestelmä	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Tilojen lämmitys		61,28		
Tuloilman lämmitys	8,31			
Lämpimän käyttöveden valmistus		44,68		
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	5,06			
Kuluttajalaitteet ja va- laistus	22,73			
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Tilojen lämmitys	23 956,27	78,39		
Ilmanvaihdon lämmitys	2 538,52	8,31		
Lämpimän käyttöveden valmistus	10 696	35,00		
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Aurinko	2 035,78	6,66		
Ihmiset	3 205,77	10,49		
Kuluttajalaitteet	4 809,55	15,74		
Valaistus	2 138,20	7,00		

Taulukko 3.

Energiamuoto	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon ker- toimella painotettu energiankulutus kWh/a, kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Sähkö	2 837,59	1,7	4 823,90	83,89
Uusiutuva polttoaine	7 583,69	0,5	3 791,85	65,95
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
Lämmitysjärjestelmä	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Tilojen lämmitys		28,81		
Tuloilman lämmitys	984,91			
Lämpimän käyttöveden valmistus		38,55		
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	5,12			
Kuluttajalaitteet ja va- laistus	23,02			
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Tilojen lämmitys	2 788,70	48,50		
Ilmanvaihdon lämmitys	984,91	17,13		
Lämpimän käyttöveden valmistus	2 012,50	35,00		
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Aurinko	387,77	6,74		
Ihmiset	610,62	10,62		
Kuluttajalaitteet	916,11	15,93		
Valaistus	407,28	7,08		

## 5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli vertailla eri energialähteiden vaikutusta E-lukuun pientalossa. Työssä tehtiin kokonaisenergiatarkastelu esimerkkikohteeseen rakentamismääräyskokoelman osien D3 ja D5 tavalla. Laskenta suoritettiin taulukkolaskentaohjelmalla. Lähtötietoina olivat rakennekuvat, energiatodistus ja eri valmistajien internetsivuilta eristeiden lämmönläpäisykertoimet.

Aluksi laskettiin rakenneosien U-arvot rakentamismääräyskokoelman osan C4 esittämällä tavalla. Tämän jälkeen laskettiin rakenteiden johtumislämpöhäviöt, vuotoilman lämpöhäviöt sekä ilmanvaihdon lämmitysenergian tarve ja ilmanvaihdon tilassa tapahtuva lämpeneminen. Seuraavaksi laskettiin lämpökuormat ja lämpökuormien hyödyntämisaste sekä laskettiin lämmitysjärjestelmän energiankulutus ja arvioitiin sähkönkulutus. Tämän jälkeen tehtiin valitulle lämmönjakotavalle E-lukuvertailua eri energialähteillä.

Työ rajattiin tietyille rakenne- ja eristysvahvuuksille. Lämmönjakotavaksi valittiin vesikiertoinen lattialämmitys, eikä oletettu kohteeseen tulevan omavaraista energiantuottoa. Työssä olisi voitu vertailla eri eristevahvuuksien, lämmönjakotapojen ja omavaraisten energiantuoton vaikutusta E-lukuun, jolloin energiavaatimukset täyttäviä energialähteitä olisi ollut enemmän. Tarkastelun ulkopuolelle jäi myös suora sähkölämmitys ja kaukolämpö.

## LÄHTEET

Lammi Betoni Oy 2014. Lämpökivet LL400, Viitattu 10.1.2013  
<http://www.lamminbetoni.fi/fi/ll400>.

Lammin Ikkuna Oy 2014. Ikkunat ja ovet, Viitattu 12.10.2013 <http://lammin.fi/site/>.

Rakennustuoteollisuus RTT ry 2014. Käyttökohteet lattia. Viitattu 12.1.2013 <http://www.eps-eriste.fi/kaytokohteet/lattia>.

RT RakMK-21217. 2003. C4 Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT RakMK-21351. 2007. D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT RakMK-21504. 2012. D3 Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT RakMK-21585. 2013. D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, Isover tuotteet, Viitattu 10.1.2013.  
<http://www.isover.fi/tuotteet>

Sitran 2010. Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. Sitran selvityksiä 39. Helsinki: Sitra.



Taulukko 1. Rakennesien U-arvot

Yläpohjan vinojen osuuskien U-arvo			
materiaali	paksuus (mm)	lämmönjohtavuus W/(mK)	lämmönvastus W/(m <sup>2</sup> K)
Isover puhallusvilla	450	0,041	10,98
Isover tuulensuojalevy	30	0,031	0,97
		Pintavastukset	
		Rsi	0,1
		Rse	0,04
		yht.	12,09
		U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	
		0,08	
Yläpohja suorien osuuskien U-arvo			
materiaali	paksuus (mm)	lämmönjohtavuus W/(mK)	lämmönvastus W/(m <sup>2</sup> K)
Isover puhallusvilla	450	0,041	10,98
		pintavastukset	
		Rsi	0,1
		Rse	0,04
		yht.	11,12
		U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	
		0,09	
Ulkoseinän U-arvo			
materiaali	paksuus (mm)	lämmönjohtavuus W/(mK)	lämmönvastus W/(m <sup>2</sup> K)
Lammieristeharkko			5,88
		pintavastukset	
		Rsi	0,13
		Rse	0,04
		yht.	6,05
		U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	
		0,17	
Maanpaineisiin U-arvo			
materiaali	paksuus (mm)	lämmönjohtavuus W/(mK)	lämmönvastus W/(m <sup>2</sup> K)
Lammieristeharkko			5,88
Maan lämmönvastus			1
Maan lämmönvastus reuna-alue			0,25
		Pintavastukset	
		Rsi	0,13
		Rse	0,04
		reuna-alue yht.	6,3
		maa-alue yht.	7,05
		U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	
		0,16	
		0,14	

Taulukko 1. jatkuu

Alapohja U-arvo					
materiaali	paksuus (mm)	lämmönjohtavuus W/(mK)	lämmönvastus W/(m <sup>2</sup> K)		
betoni	80	1,7	0,05		
EPS lattia 100	200	0,038	5,26		
		Pintavastukset			
		Rsi	0,17		
		Rse	0,04		
		yht.	5,52		
		U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)			
			0,18		
Puolilämpimän tilan Välipohja					
materiaali	paksuus (mm)	lämmönjohtavuus W/(mK)	lämmönvastus (m <sup>2</sup> K)/W		
betoni	70	1,7	0,04		
EPS 100	70	0,038	1,84		
ontelolaatta	200	1,7	0,12		
		yht.	2		
		U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)			
			0,5		
Puolilämpimän tilan väliseinä					
materiaali	paksuus (mm)	lämmönjohtavuus W/(mK)	lämmönvastus (m <sup>2</sup> K)/W	Prosentti lämmöneristeinä %	
Lammiharkko	100	1,7	0,06		
Lammiharkko	150	1,7	0,09		
koolaus 50x50	70	0,12	0,58	8	
Isover KL-32	70	0,032	2,19	92	
kipsilevy	13	0,21	0,06		
		väliseinä 150mm yht.	2,21		
		väliseinä 100mm yht.	2,18		
		U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)			
			0,45		
			0,46		
Ikkunat ja ovet					
lämmönjohtavuus (m <sup>2</sup> K)/W		pintavastukset Rsi Rse	yht.	U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	
Lamminikkuna MSE	1,02	0,13, 0,04		1,19	0,84
Lammin ulko-ovet	1	0,13, 0,04		1,17	0,85

Taulukko 1. Rakenteiden johtumislämpöhäviöt

Ominaislämpöhäviö Lämmin tila			
Rakennusosa	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	Ominaislämpöhäviö W/K
Yläpohja vinot osuudet	88,6	0,08	7,09
Yläpohja suorat osuudet	60,7	0,09	5,46
Ulkoseinä	236	0,17	40,12
Ulkoseinä maata vasten reuna-alue	9,1	0,16	1,46
Ulkoseinä maata vasten	2,5	0,14	0,35
Ikkunat	33,7	0,84	28,31
Ovet	9,6	0,85	8,16
		yht.	90,95
Ominaislämpöhäviö W/k	Ulkolämpötila °C	Kuukausi	Johtuva lämpöenergia kWh
90,95	-3,97	Tammikuu	1689,58
90,95	-4,5	Helmi	1558,47
90,95	-2,58	Maaliskuu	1595,53
90,95	4,5	Huhtikuu	1080,45
90,95	10,76	Toukokuu	692,89
90,95	14,23	Kesäkuu	443,31
90,95	17,3	Heinäkuu	250,36
90,95	16,05	Elokuu	334,94
90,95	10,53	Syyskuu	685,59
90,95	6,2	Lokakuu	1001,44
90,95	0,5	Marraskuu	1342,38
90,95	-2,19	Joulukuu	1569,14
		yht.	12244,08
Lämpimän ja puolilämpimän tilan väliset rakenteet			
Rakennusosa	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	Ominaislämpöhäviö W/K
Väliseinä 100mm	23,28	0,57	13,27
Väliseinä 150mm	7,62	0,56	4,27
Välipohja	57,5	0,47	27,03
Ovet	4,2	0,85	3,57
		yht.	48,14
Ominaislämpöhäviö W/k	Ulkolämpötila °C	Kuukausi	Johtuva lämpöenergia kWh
48,14	17	Tammikuu	143,26
48,14	17	Helmi	129,40
48,14	17	Maaliskuu	143,26
48,14	17	Huhtikuu	138,64
48,14	17	Toukokuu	143,26
48,14	17	Kesäkuu	138,64
48,14	17	Heinäkuu	143,26
48,14	17	Elokuu	143,26
48,14	17	Syyskuu	138,64
48,14	17	Lokakuu	143,26
48,14	17	Marraskuu	138,64
48,14	17	Joulukuu	143,26
		yht.	1686,83

Taulukko 1. jatkuu

Rakennusosa	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	Ominaislämpöhäviö W/K
Alapohja	81,4	0,18	14,65
Alapohja			
Ominaislämpöhäviö W/k	Ulkolämpötila °C	Kuukausi	Johtuva lämpöenergia kWh
14,65	10,3	Tammikuu	116,63
14,65	9,3	Helmi	115,18
14,65	8,3	Maaliskuu	138,42
14,65	7,3	Huhtikuu	144,51
14,65	7,3	Toukokuu	149,32
14,65	8,3	Kesäkuu	133,96
14,65	10,3	Heinäkuu	116,63
14,65	11,3	Elokuu	105,73
14,65	12,3	Syyskuu	91,77
14,65	13,3	Lokakuu	83,93
14,65	13,3	Marraskuu	81,22
14,65	12,3	Joulukuu	94,83
		yht.	1372,12
Kylmäsillat lämmintila			
Rakennusosa	Kylmäsillan pituus m	Lisäkonduktanssi W/(mk)	Ominaislämpöhäviö W/k
Yläpohja	50,4	0,04	2,02
Alapohja	33,2	0,24	7,97
Ikkunat ja ovet	156,2	0,04	6,25
Rungon ulkonurkat	34,08	0,06	2,04
Rungon sisänurkat	12	-0,06	-0,72
		yht.	17,56
Ominaislämpöhäviö W/k	Ulkolämpötila °C	Kuukausi	Johtuva lämpöenergia kWh
17,56	-3,97	Tammikuu	326,16
17,56	-4,5	Helmi	300,85
17,56	-2,58	Maaliskuu	308,01
17,56	4,5	Huhtikuu	208,57
17,56	10,76	Toukokuu	133,76
17,56	14,23	Kesäkuu	85,58
17,56	17,3	Heinäkuu	48,33
17,56	16,05	Elokuu	64,66
17,56	10,53	Syyskuu	132,35
17,56	6,2	Lokakuu	193,32
17,56	0,5	Marraskuu	259,14
17,56	-2,19	Joulukuu	302,91
		yht.	2363,65
Lämpimän ja puolilämpimän tilan väliset kylmäsillat			
Rakennusosa	Kylmäsillan pituus m	Lisäkonduktanssi W/(mk)	Ominaislämpöhäviö W/k
Rungon nurkat	5,4	0,06	0,32
Ovi	6,2	0,15	0,93
		yht.	1,25
Ominaislämpöhäviö W/k	Ulkolämpötila °C	Kuukausi	Johtuva lämpöenergia kWh
1,25	17	Tammikuu	3,73
1,25	17	Helmi	3,37
1,25	17	Maaliskuu	3,73
1,25	17	Huhtikuu	3,61
1,25	17	Toukokuu	3,73
1,25	17	Kesäkuu	3,61
1,25	17	Heinäkuu	3,73
1,25	17	Elokuu	3,73
1,25	17	Syyskuu	3,61
1,25	17	Lokakuu	3,73
1,25	17	Marraskuu	3,61
1,25	17	Joulukuu	3,73
		yht.	43,94

Taulukko 1. jatkuu

Ominaislämpöhäviö puolilämmin tila			
Rakennusosa	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	Ominaislämpöhäviö W/K
Ulkoseinä	17,5	0,17	2,98
Ulkoseinä maataavasten reuna-alue	28,5	0,16	4,56
Ulkoseinä maataavasten	25,9	0,14	3,63
Ovet	2,3	0,85	1,96
		yht.	13,13
Ominaislämpöhäviö W/k	Ulkolämpötila °C	Kuukausi	Johtuva lämpöenergia kWh
13,13	-3,97	Tammikuu	204,85
13,13	-4,5	Helmikuu	189,70
13,13	-2,58	Maaliskuu	191,27
13,13	4,5	Huhtikuu	118,17
13,13	10,76	Toukokuu	60,96
13,13	14,23	Kesäkuu	26,19
13,13	17,3	Heinäkuu	-2,93
13,13	16,05	Elokuu	9,28
13,13	10,53	Syyskuu	61,16
13,13	6,2	Lokakuu	105,50
13,13	0,5	Marraskuu	155,98
13,13	-2,19	Joulukuu	187,46
		yht.	1307,60
Rakennusosa	Pinta-ala m <sup>2</sup>	U-arvo W/(m <sup>2</sup> K)	Ominaislämpöhäviö W/K
Alapohja	57,5	0,18	10,35
Alapohja puolilämmintila			
Ominaislämpöhäviö W/k	Ulkolämpötila °C	Kuukausi	Johtuva lämpöenergia kWh
10,35	10,3	Tammikuu	51,59
10,35	9,3	Helmikuu	53,56
10,35	8,3	Maaliskuu	66,99
10,35	7,3	Huhtikuu	72,28
10,35	7,3	Toukokuu	74,69
10,35	8,3	Kesäkuu	64,83
10,35	10,3	Heinäkuu	51,59
10,35	11,3	Elokuu	43,89
10,35	12,3	Syyskuu	35,02
10,35	13,3	Lokakuu	28,49
10,35	13,3	Marraskuu	27,57
10,35	12,3	Joulukuu	36,19
		yht.	606,72
Kylmäsiilat puolilämmin tila			
Rakennusosa	Kylmäsiilan pituus m	Lisäkonduktanssi W/(mk)	Ominaislämpöhäviö W/k
Alapohja	22	0,24	5,28
Rungon ulkonurkat	6	0,06	0,36
		yht.	5,64
Ominaislämpöhäviö W/k	Ulkolämpötila °C	Kuukausi	Johtuva lämpöenergia kWh
5,64	-3,97	Tammikuu	87,99
5,64	-4,5	Helmikuu	81,49
5,64	-2,58	Maaliskuu	82,16
5,64	4,5	Huhtikuu	50,76
5,64	10,76	Toukokuu	26,18
5,64	14,23	Kesäkuu	11,25
5,64	17,3	Heinäkuu	-1,26
5,64	16,05	Elokuu	3,99
5,64	10,53	Syyskuu	26,27
5,64	6,2	Lokakuu	45,32
5,64	0,5	Marraskuu	67,00
5,64	-2,19	Joulukuu	80,52
		yht.	561,68

Taulukko 1. Vuotoilman lämpöhäviö

Vuotoilma lämmin tila					
Kuukausi	Ominaislämpöhäviö W/k	Sisäilma °C	Ulkoilma °C	Ajanjakson pituus h	Vuotoilma kWh
Tammikuu	34,77	21	-3,97	744	645,95
Helmikuu	34,77	21	-4,5	672	595,82
Maaliskuu	34,77	21	-2,58	744	609,99
Huhtikuu	34,77	21	4,5	720	413,07
Toukokuu	34,77	21	10,76	744	264,90
Kesäkuu	34,77	21	14,23	720	169,48
Heinäkuu	34,77	21	17,3	744	95,71
Elokuu	34,77	21	16,05	744	128,05
Syyskuu	34,77	21	10,53	720	262,11
Lokakuu	34,77	21	6,2	744	382,86
Marraskuu	34,77	21	0,5	720	513,21
Joulukuu	34,77	21	-2,19	744	599,90
Vuotoilma puolilämmin tila					
Kuukausi	Ominaislämpöhäviö W/k	Sisäilma °C	Ulkoilma °C	Ajanjakson pituus h	Vuotoilma kWh
Tammikuu	8,78	17	-3,97	744	136,98
Helmikuu	8,78	17	-4,5	672	126,85
Maaliskuu	8,78	17	-2,58	744	127,90
Huhtikuu	8,78	17	4,5	720	79,02
Toukokuu	8,78	17	10,76	744	40,76
Kesäkuu	8,78	17	14,23	720	17,51
Heinäkuu	8,78	17	17,3	744	-1,96
Elokuu	8,78	17	16,05	744	6,21
Syyskuu	8,78	17	10,53	720	40,90
Lokakuu	8,78	17	6,2	744	70,55
Marraskuu	8,78	17	0,5	720	104,31
Joulukuu	8,78	17	-2,19	744	125,36
Lämpimän ja puolilämpimän tilan välinen vuotoilma					
Kuukausi	Ominaislämpöhäviö W/k	Sisäilma °C	Ulkoilma °C	Ajanjakson pituus h	Vuotoilma kWh
Tammikuu	6,16	21	17	744	18,33
Helmikuu	6,16	21	17	672	16,56
Maaliskuu	6,16	21	17	744	18,33
Huhtikuu	6,16	21	17	720	17,74
Toukokuu	6,16	21	17	744	18,33
Kesäkuu	6,16	21	17	720	17,74
Heinäkuu	6,16	21	17	744	18,33
Elokuu	6,16	21	17	744	18,33
Syyskuu	6,16	21	17	720	17,74
Lokakuu	6,16	21	17	744	18,33
Marraskuu	6,16	21	17	720	17,74
Joulukuu	6,16	21	17	744	18,33

Taulukko 1. Ilmanvaihdon lämmitysenergiantarve

Lämmin tila			
Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia lämmin tila			
Kuukausi	Sisälämpötila °C	Ulkolämpötila °C	ϕlto W
Tammikuu	21	-3,97	2558,93
Helmikuu	21	-4,5	2613,24
Maaliskuu	21	-2,58	2416,48
Huhtikuu	21	4,5	1690,92
Toukokuu	21	10,76	1049,40
Kesäkuu	21	14,23	693,79
Heinäkuu	21	17,3	379,18
Elokuu	21	16,05	507,28
Syyskuu	21	10,53	1072,97
Lokakuu	21	6,2	1516,70
Marraskuu	21	0,5	2100,84
Joulukuu	21	-2,19	2376,51
Kuukausi	Ulkolämpötila °C	ϕlto W	Tlto °C
Tammikuu	-3,97	2558,93	13,51
Helmikuu	-4,5	2613,24	13,35
Maaliskuu	-2,58	2416,48	13,93
Huhtikuu	4,5	1690,92	16,05
Toukokuu	10,76	1049,40	17,93
Kesäkuu	14,23	693,79	18,97
Heinäkuu	17,3	379,18	19,89
Elokuu	16,05	507,28	19,52
Syyskuu	10,53	1072,97	17,86
Lokakuu	6,2	1516,70	16,56
Marraskuu	0,5	2100,84	14,85
Joulukuu	-2,19	2376,51	14,04
Kuukausi	Ajanjakson pituus	Tlto °C	Qiv kWh
Tammikuu	744	13,51	489,17
Helmikuu	672	13,35	457,47
Maaliskuu	744	13,93	443,75
Huhtikuu	720	16,05	205,55
Toukokuu	744	17,93	7,84
Kesäkuu	720	18,97	0,00
Heinäkuu	744	19,89	0,00
Elokuu	744	19,52	0,00
Syyskuu	720	17,86	14,86
Lokakuu	744	16,56	156,85
Marraskuu	720	14,85	332,04
Joulukuu	744	14,04	431,00

Taulukko 1. jatkuu

Puolilämmin tila			
Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia puolilämmin tila			
Kuukausi	Sisälämpötila °C	Ulkolämpötila °C	ϕIto W
Tammikuu	17	-3,97	405,14
Helmikuu	17	-4,5	415,38
Maaliskuu	17	-2,58	378,29
Huhtikuu	17	4,5	241,50
Toukokuu	17	10,76	120,56
Kesäkuu	17	14,23	53,52
Heinäkuu	17	17,3	-5,80
Elokuu	17	16,05	18,35
Syyskuu	17	10,53	125,00
Lokakuu	17	6,2	208,66
Marraskuu	17	0,5	318,78
Joulukuu	17	-2,19	370,75
Kuukausi	Ulkolämpötila °C	ϕIto W	TIto °C
Tammikuu	-3,97	405,14	10,709
Helmikuu	-4,5	415,38	10,55
Maaliskuu	-2,58	378,29	11,126
Huhtikuu	4,5	241,5	13,25
Toukokuu	10,76	120,56	15,128
Kesäkuu	14,23	53,52	16,169
Heinäkuu	17,3	-5,80	17,09
Elokuu	16,05	18,35	16,715
Syyskuu	10,53	125,00	15,059
Lokakuu	6,2	208,66	13,76
Marraskuu	0,5	318,78	12,05
Joulukuu	-2,19	370,75	11,243
Kuukausi	Ajanjakson pituus	TIto °C	Qiv kWh
Tammikuu	744	10,71	149,72
Helmikuu	672	10,55	138,18
Maaliskuu	744	11,13	141,15
Huhtikuu	720	13,25	94,39
Toukokuu	744	15,13	58,97
Kesäkuu	720	16,17	0,00
Heinäkuu	744	17,09	0,00
Elokuu	744	16,72	0,00
Syyskuu	720	15,06	58,44
Lokakuu	744	13,76	87,07
Marraskuu	720	12,05	118,24
Joulukuu	744	11,24	138,75



Taulukko 1. Lämpökuormat

Lämmintila							
Kuukausi	Valaistus kWh	Ihmiset kWh	Kuluttajalaitteet k'	Lämmin k	Aurinko kV	Yht.	
Tammikuu	181,60	272,27	408,48	91,02	21,68	975,05	
Helmikuu	164,03	245,92	368,95	82,22	67,78	928,89	
Maaliskuu	181,60	272,27	408,48	91,02	168,70	1122,07	
Huhtikuu	175,74	263,49	395,30	88,09	243,68	1166,31	
Toukokuu	181,60	272,27	408,48	91,02	315,20	1268,57	
Kesäkuu	175,74	263,49	395,30	88,09	318,08	1240,70	
Heinäkuu	181,60	272,27	408,48	91,02	343,88	1297,25	
Elokuu	181,60	272,27	408,48	91,02	257,17	1210,55	
Syyskuu	175,74	263,49	395,30	88,09	186,18	1108,81	
Lokakuu	181,60	272,27	408,48	91,02	68,89	1022,27	
Marraskuu	175,74	263,49	395,30	88,09	26,98	949,61	
Joulukuu	181,60	272,27	408,48	91,02	17,55	970,93	
Yht.	2138,20	3205,77	4809,55	1071,72	2035,78	13261,02	

Puolilämmintila							
Kuukausi	Valaistus kWh	Ihmiset kWh	Kuluttajalaitteet k'	Lämmin k	Aurinko kV	Yht.	
Tammikuu	34,59	51,86	77,81	17,34	4,13	185,72	
Helmikuu	31,24	46,84	70,28	15,66	12,91	176,93	
Maaliskuu	34,59	51,86	77,81	17,34	32,13	213,73	
Huhtikuu	33,48	50,19	75,30	16,78	46,42	222,15	
Toukokuu	34,59	51,86	77,81	17,34	60,04	241,63	
Kesäkuu	33,48	50,19	75,30	16,78	60,59	236,32	
Heinäkuu	34,59	51,86	77,81	17,34	65,50	247,10	
Elokuu	34,59	51,86	77,81	17,34	48,99	230,58	
Syyskuu	33,48	50,19	75,30	16,78	35,46	211,20	
Lokakuu	34,59	51,86	77,81	17,34	13,12	194,72	
Marraskuu	33,48	50,19	75,30	16,78	5,14	180,88	
Joulukuu	34,59	51,86	77,81	17,34	3,34	184,94	
Yht.	407,28	610,62	916,11	204,14	387,77	2525,91	

Taulukko 2. Lämpökuormien hyödyntämisaste

Lämmintila								
Kuukausi	Lämpölämpöenergia kWh	Lämpökuorma kWh	omanaislämpölämpö kWh	aikavakio	Lämpökuorma	nlämpö		
Tammikuu	2932,92	975,05	157,87	0,70	0,33	1,05	0,76	
Helmikuu	2703,71	928,89	157,78	0,70	0,34	1,05	0,76	
Maaliskuu	2824,71	1122,07	161,01	0,68	0,40	1,05	0,73	
Huhtikuu	2103,27	1166,31	177,04	0,62	0,55	1,04	0,66	
Toukokuu	1587,84	1268,57	208,42	0,53	0,80	1,04	0,57	
Kesäkuu	1211,98	1240,70	248,64	0,44	1,02	1,03	0,50	
Heinäkuu	942,05	1297,25	342,21	0,32	1,38	1,02	0,43	
Elokuu	1049,44	1210,55	284,96	0,39	1,15	1,03	0,47	
Syyskuu	1504,70	1108,81	199,60	0,55	0,74	1,04	0,59	
Lokakuu	1948,97	1022,27	177,00	0,62	0,52	1,04	0,67	
Marraskuu	2402,05	949,61	162,74	0,68	0,40	1,05	0,73	
Joulukuu	2744,63	970,93	159,08	0,69	0,35	1,05	0,75	

Puolilämmintila								
Kuukausi	Lämpölämpöenergia kWh	Lämpökuorma kWh	omanaislämpölämpö kWh	aikavakio	Lämpökuorma	nlämpö		
Tammikuu	393,43	185,72	21,18	5,19	0,47	1,35	0,77	
Helmikuu	370,11	176,93	21,60	5,09	0,48	1,34	0,76	
Maaliskuu	386,17	213,73	22,01	5,00	0,55	1,33	0,73	
Huhtikuu	269,47	222,15	22,68	4,85	0,82	1,32	0,62	
Toukokuu	176,41	241,63	23,16	4,75	1,37	1,32	0,48	
Kesäkuu	108,53	236,32	22,27	4,94	2,18	1,33	0,35	
Heinäkuu	46,70	247,10	16,97	6,48	5,29	1,43	0,17	
Elokuu	59,38	230,58	16,12	6,82	3,88	1,45	0,23	
Syyskuu	137,09	211,20	18,19	6,05	1,54	1,40	0,46	
Lokakuu	204,54	194,72	18,58	5,92	0,95	1,39	0,60	
Marraskuu	287,86	180,88	19,50	5,64	0,63	1,38	0,71	
Joulukuu	349,01	184,94	20,23	5,44	0,53	1,36	0,75	

Taulukko 1. Lämmitysjärjestelmän energiankulutus

Lämmin tila					
Kattila	lämmitys tilat kWh	lämmitys ilmanvaihto kWh	lämmitys vesi kWh	vuosihyötysuhde	yht.
öljy/kaasu	18728,10	0	13656,07	0,81	39980,46
kondenssi öljy	18728,10	0	13656,07	0,87	37223,18
kondenssi kaasu	18728,10	0	13656,07	0,92	35200,18
pelletti	18728,10	0	13656,07	0,75	43178,89
puukattila energiavaraajalla	18728,10	0	13656,07	0,73	44361,88
sähkökattila	18728,10	0	13656,07	0,88	36800,19
kaukolämpö	18728,10	0	13656,07	0,81	39980,46
Huonekohtainen sähkölämmitys	18728,10	0	13656,07	1	32384,17
Puolilämmin tila					
Kattila	lämmitys tilat kWh	lämmitys ilmanvaihto kWh	lämmitys vesi kWh	vuosihyötysuhde	yht.
öljy/kaasu	1656,51	0	2216,63	0,81	4781,66
kondenssi öljy	1656,51	0	2216,63	0,87	4451,89
kondenssi kaasu	1656,51	0	2216,63	0,92	4209,94
pelletti	1656,51	0	2216,63	0,75	5164,19
puukattila energiavaraajalla	1656,51	0	2216,63	0,73	5305,68
sähkökattila	1656,51	0	2216,63	0,88	4401,30
kaukolämpö	1656,51	0	2216,63	0,81	4781,66
Huonekohtainen sähkölämmitys	1656,51	0	2216,63	1	3873,14

Taulukko 2. Lämmitysjärjestelmän sähköenergiankulutus

Kattila	Wtilat kWh	Wlkipumppu kWh	Wtuotto apu kWh	yht.
öljy	611,24	515,09	302,56	1428,89
kaasu	611,24	515,09	180,32	1306,65
kondenssi kaasu	611,24	515,09	207,82	1334,15
kondenssi öljy	611,24	515,09	327,01	1453,34
pelletti	611,24	515,09	235,33	1361,66
puukattila energiavaraajalla	611,24	515,09	116,14	1242,47
sähkökattila	611,24	515,09	6,11	1132,44
kaukolämpö	611,24	515,09	183,37	1309,7
huoneistokohtainen lämmitys	611,24	515,09	0	1126,33
Lämmitysjärjestelmän sähköenergian kulutus puoli lämmin tila				
Kattila	Wtilat kWh	Wlkipumppu kWh	Wtuotto apu kWh	yht.
öljy	115	98,11	56,93	270,04
kaasu	115	98,11	33,93	247,04
kondenssi kaasu	115	98,11	39,1	252,21
kondenssi öljy	115	98,11	61,53	274,64
pelletti	115	98,11	44,28	257,39
puukattila energiavaraajalla	115	98,11	21,85	234,96
sähkökattila	115	98,11	1,15	214,26
kaukolämpö	115	98,11	34,5	247,61
huoneistokohtainen lämmitys	115	98,11	0	213,11

Taulukko 1. Sähköenergiankulutus

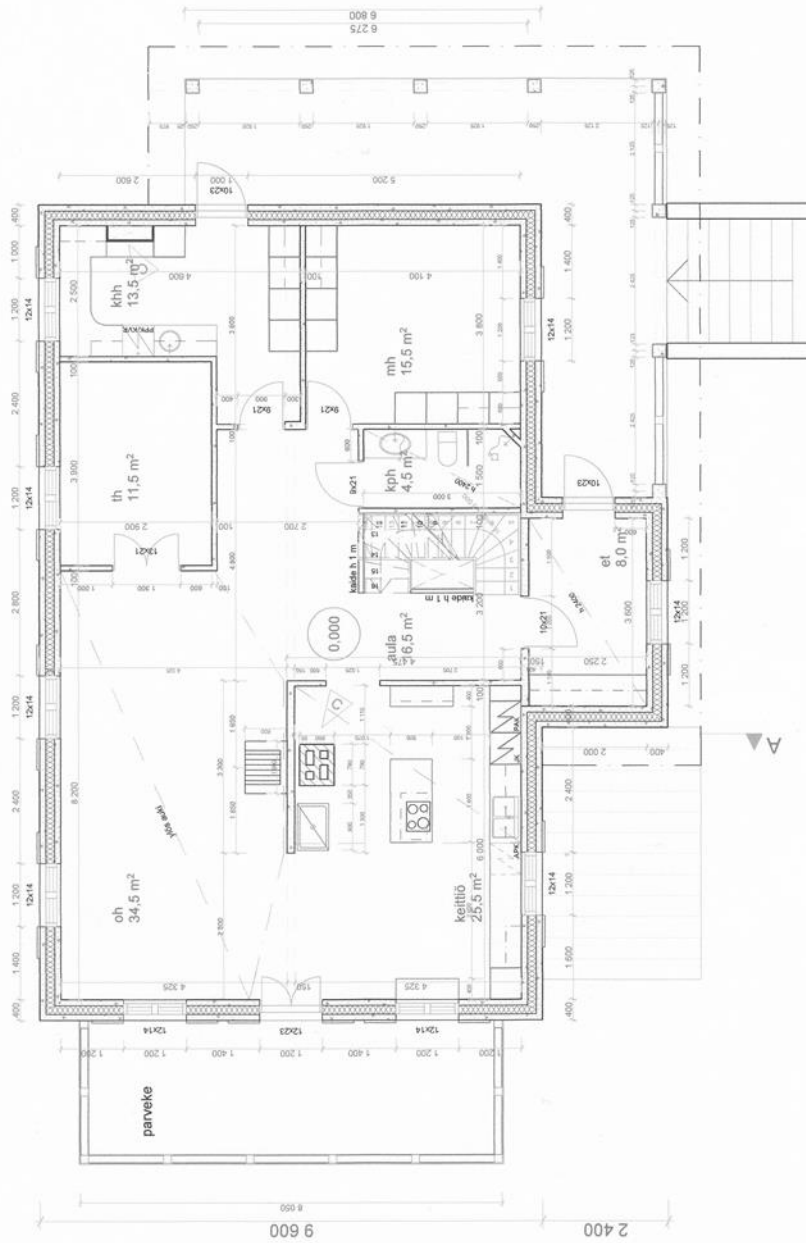
Sähköenergian kulutus lämmin tila				
Ajanjakso	Valaistus kWh	Kuluttajalaitteet kWh	Ilmanvaihto kWh	Ilmanvaihdon lämmitys kWh
Vuosi	2138,20	4809,55	1545,26	2538,52
Tammikuu	181,60	408,48	131,24	489,17
Helmikuu	164,03	368,95	118,54	457,47
Maaliskuu	181,60	408,48	131,24	443,75
Huhtikuu	175,74	395,30	127,01	205,55
Toukokuu	181,60	408,48	131,24	7,84
Kesäkuu	175,74	395,30	127,01	0,00
Heinäkuu	181,60	408,48	131,24	0,00
Elokuu	181,60	408,48	131,24	0,00
Syyskuu	175,74	395,30	127,01	14,86
Lokakuu	181,60	408,48	131,24	156,85
Marraskuu	175,74	395,30	127,01	332,04
Joulukuu	181,60	408,48	131,24	431,00
Sähköenergian kulutus puolilämmin tila				
Ajanjakso	Valaistus kWh	Kuluttajalaitteet kWh	Ilmanvaihto kWh	Ilmanvaihdon lämmitys kWh
Vuosi	407,28	916,11	294,34	984,91
Tammikuu	34,59	77,81	30,21	149,72
Helmikuu	31,24	70,28	27,28	138,18
Maaliskuu	34,59	77,81	25,00	141,15
Huhtikuu	33,48	75,30	29,23	94,39
Toukokuu	34,59	77,81	25,00	58,97
Kesäkuu	33,48	75,30	24,19	0,00
Heinäkuu	34,59	77,81	25,00	0,00
Elokuu	34,59	77,81	25,00	0,00
Syyskuu	33,48	75,30	24,19	58,44
Lokakuu	34,59	77,81	25,00	87,07
Marraskuu	33,48	75,30	24,19	118,24
Joulukuu	34,59	77,81	25,00	138,75

Taulukko 1. Lämpimän tilan E-luvut eri energiamuodoille

Öllykattila lämmin tila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Fossiilinen polttoaine	39980,46	1,00	39980,46	130,82
Sähkö	2872,67	1,70	4883,54	15,98
			yht.	146,80
Kaasukattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Fossiilinen polttoaine	39980,46	1,00	39980,46	130,82
Sähkö	12338,19	1,70	20974,93	68,63
			yht.	199,45
Kondenssikattila öljy	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Fossiilinen polttoaine	37223,2	1,0	37223,2	121,8
Sähkö	10939,6	1,7	18597,3	60,9
			yht.	182,6
Kondenssikattila kaasu	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Fossiilinen polttoaine	35200,18	1,00	35200,18	115,18
Sähkö	10820,43	1,70	18394,73	60,19
			yht.	175,36
Pellettikattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Uusiutuva polttoaine	43178,89	0,50	21589,45	70,64
Sähkö	10847,94	1,70	18441,49	60,34
			yht.	130,98
Puukattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Uusiutuva polttoaine	44361,88	0,50	22180,94	72,58
Sähkö	10728,75	1,70	18238,87	59,68
			yht.	132,26
Sähkökattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Sähkö	36800,19	1,70	62560,33	204,70
Sähkö	10847,94	1,70	18441,49	60,34
			yht.	265,04

Taulukko 2. Puolilämpimän tilan E-luvut eri energiamuodoille

Öllykattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Fossiilinen polttoaine	6834,69	1,00	6834,69	118,86
Sähkö	2872,67	1,70	4883,54	84,93
			yht.	203,80
Kaasukattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Fossiilinen polttoaine	6834,69	1,00	6834,69	118,86
Sähkö	2849,67	1,70	4844,44	84,25
			yht.	203,12
Kondenssikattila öljy	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Fossiilinen polttoaine	6363,33	1,00	6363,33	110,67
Sähkö	2877,27	1,70	4891,36	85,07
			yht.	195,73
Kondenssikattila kaasu	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Fossiilinen polttoaine	6017,50	1,00	6017,50	104,65
Sähkö	2854,84	1,70	4853,23	84,40
			yht.	189,06
Pellettikattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Uusiutuva polttoaine	7381,46	0,50	3690,73	64,19
Sähkö	2860,02	1,70	4862,03	84,56
			yht.	148,74
Puukattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Uusiutuva polttoaine	7583,69	0,50	3791,85	65,95
Sähkö	2837,59	1,70	4823,90	83,89
			yht.	149,84
Sähkökattila	Ostoenergia (kWh)	E-luku kerroin	yht. (kWh)	E-luku (kWh/m <sup>2</sup> )
Sähkö	6291,02	1,70	10694,73	186,00
Sähkö	2816,89	1,70	4788,71	83,28
			yht.	269,28

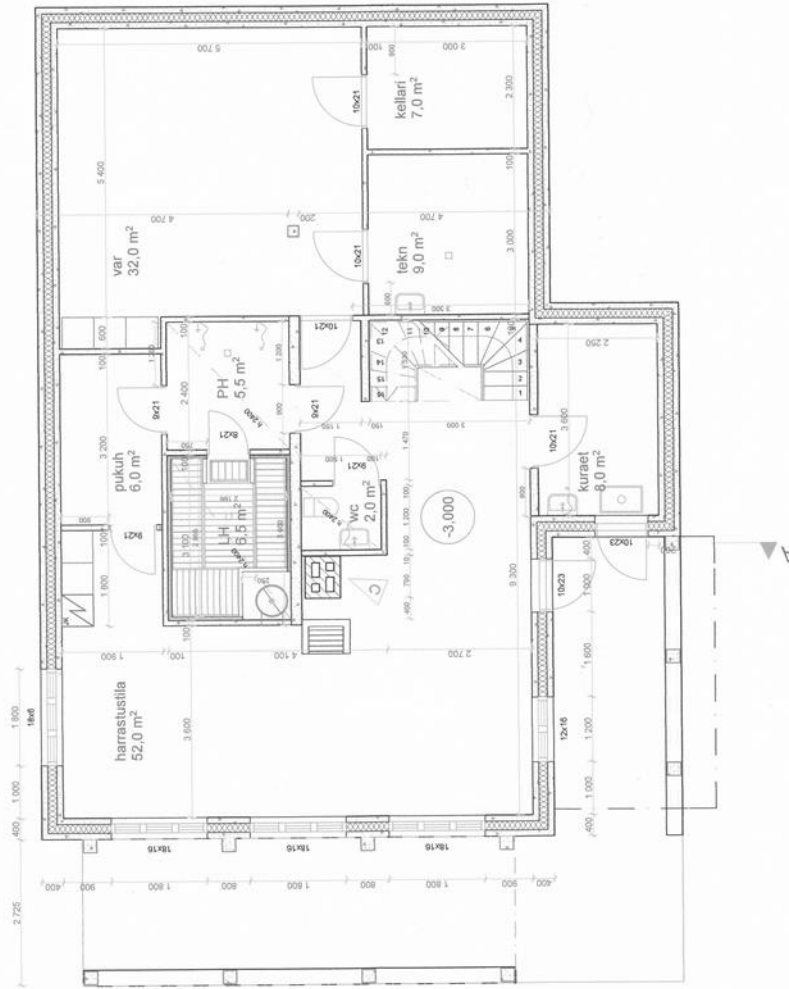


Mittakuvat, 1.krs 1:100

17.2.2012/C

OKT Pohjavirta, Kemiö

Arkkitehtuuri toimisto Mari Mäkelä, Puh. 044 055 7000, mari.makela@arkmari.fi, www.arkmari.fi

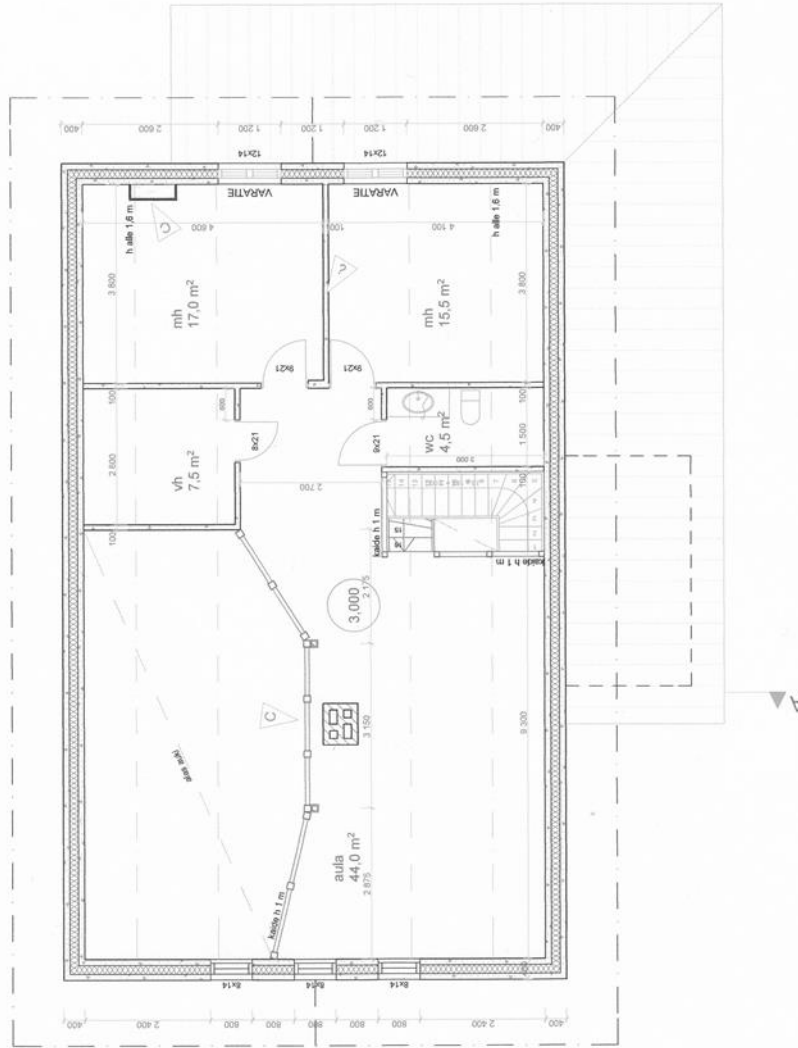


Mittakuvat, kellari 1:100

17.2.2012/C

OKT Pohjavirta, Kemiö

Arkkitehtuuritoimisto Mari Mäkelä, Puh. 044 055 7000, mari.makela@arkmari.fi, www.arkmari.fi



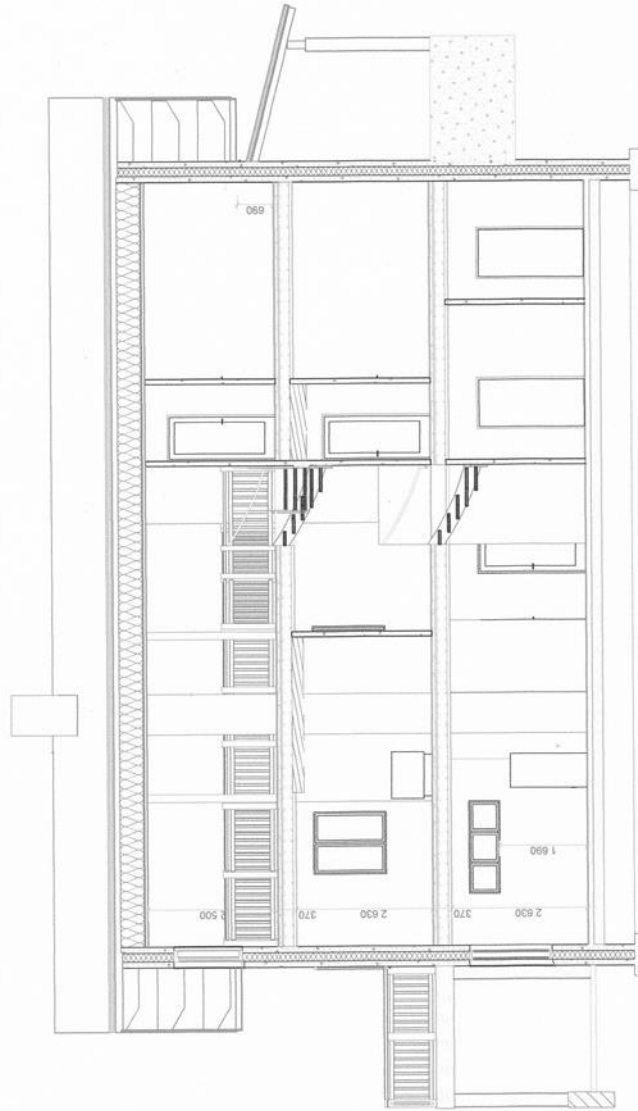
OKT Pohjavirta, Kemiö

Mittakuvat, 2. krs 1:100

Arkkitehtuutoimisto Mari Mäkelä, Puh. 044 055 7000, mari.makela@arkmari.fi, www.arkmari.fi

17.2.2012/C



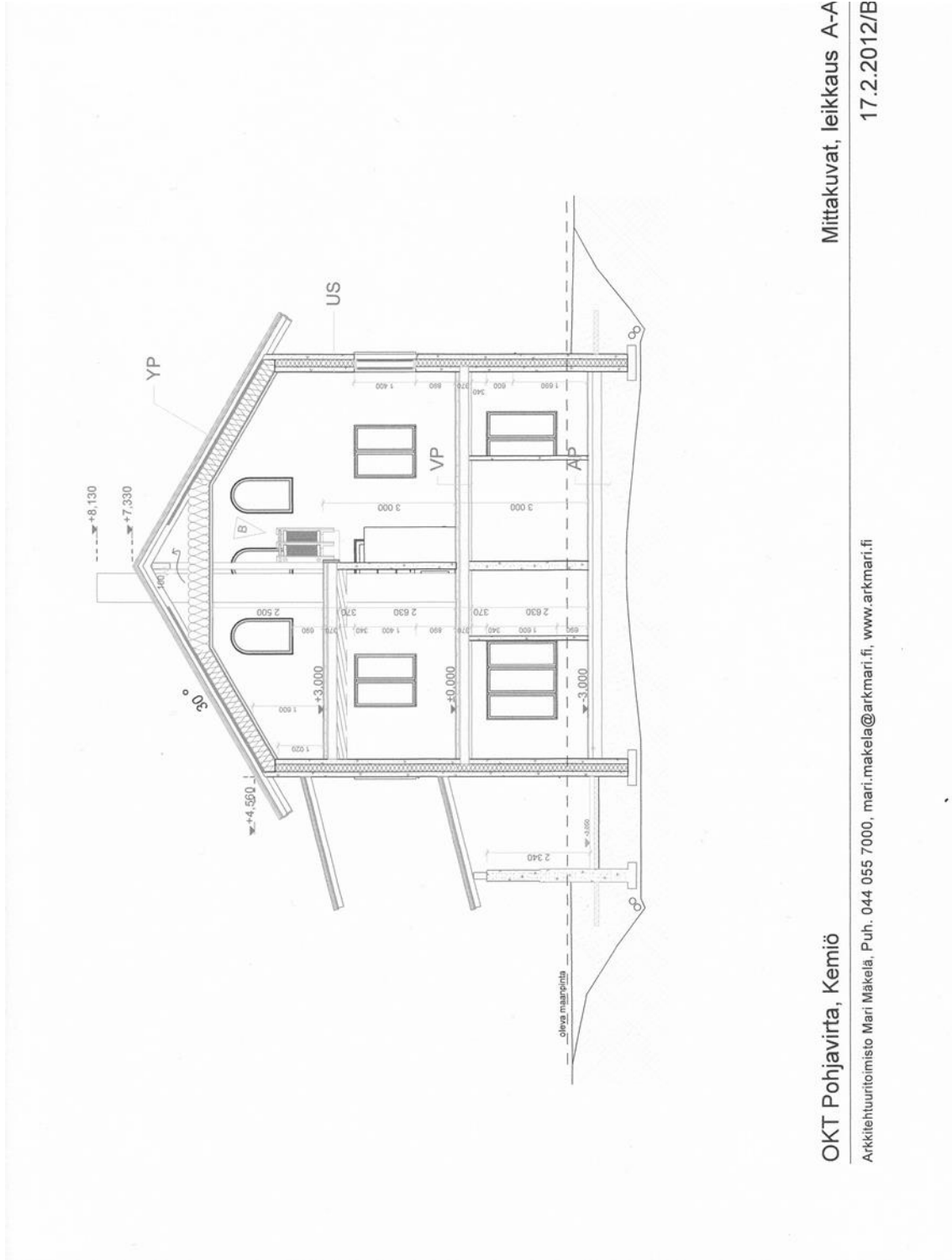


Mittakuvat, leikkaus B-B

17.2.2012

OKT Pohjavirta, Kemiö

Arkkitehtuutoimisto Mari Mäkelä, Puh. 044 055 7000, mari.makela@arkmari.fi, www.arkmari.fi



OKT Pohjavirta, Kemiö

Mittakuvat, leikkaus A-A

Arkkitehtuuritoimisto Mari Mäkelä, Puh. 044 055 7000, mari.makela@arkkari.fi, www.arkkari.fi

17.2.2012/B

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
<b>Rakennuksen laajuustiedot</b>				
Bruttoala	420 brm <sup>2</sup>			
Rakennustilavuus	1380 rak-m <sup>3</sup>	Ilmatilavuus	986 m <sup>3</sup>	
Huoneistoala	212 hum <sup>2</sup>	Henkilömäärä	4	
<b>Rakenteet</b>				
<b>Rakennusosat</b>		Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)	
Ulkoseinät	lämmin tila, eristeharkko	236.00	0.17	
	lämmin tila, eristeharkko, maata vasten	11.60	0.17	
	puolilämmin, eristeharkko	17.50	0.17	
	puolilämmin, eristeharkko, maata vasten	54.40	0.17	
Yläpohjat	eristelevy 25 + mineraalivilla 325 + ts-	149.30	0.09	
Alapohja	lämmin tila, maanvarainen tb-laatta, eps	81.40	0.15	
	puolilämmin, maanvarainen tb-laatta, eps	57.50	0.15	
Ovet	puualumiinirunko, eps	11.90	1.00	
Ikkunat	MSE koilliseen	7.00	1.00	g <sub>kohtisuora</sub> 0.55 F <sub>ishä</sub> 0.75
	MSE kaakkoon	15.40	1.00	0.55 0.75
	MSE lounaaseen	7.90	1.00	0.55 0.75
	MSE luoteeseen	3.40	1.00	0.55 0.75
Tehollinen lämpökapasiteetti C <sub>Rak omin.</sub>		110 Wh/(brm <sup>2</sup> K)		
<b>Ilmanvaihto</b>				
Rakennuksen ilmanvuotoluku n50		4.0 1/h		
Ilmanvaihdon poistovirta		0.120 m <sup>3</sup> /s		
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyhötysuhde		70 %		
<b>Vedenkulutus</b>				
Lämpimän käyttöveden kulutus		73.00 m <sup>3</sup> /vuosi		
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus		Kyllä <input checked="" type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>		
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>				
Lämmönkehitys	Hakekattila	Sisältää käyttöveden lämmityksen	Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Vesikiertoinen lattialämmitys, 40/35 °C			
Lämmönvaraajat				
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo				Kyllä <input checked="" type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>
- Kiertojohdotoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita				Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Energiatehokkuusluvun laskenta</b>				
Lämmitysenergian kulutus	32420 kWh/vuosi			
Laitesähköenergian kulutus	17650 kWh/vuosi			
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi			
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	50070 kWh/vuosi			
Rakennuksen energiatehokkuusluku	120 kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi			