

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma / Korjausrakentaminen

Sami Fyhr

ÖLJYLÄMMITTEISEN PIENTALON ENERGIA-
TEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Fyhr, Sami	Öljylämmitteisen pientalon energiatehokkuuden parantaminen
Opinnäytetyö	30 sivua + 42 liitesivua
Työn ohjaaja	yliopettaja Tarmo Kontro, lehtori Jani Pitkänen
Toukokuu 2014	
Avainsanat	energiatehokkuus, korjausrakentaminen, lämmitysjärjestelmät, energiankulutus

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin erilaisia vaihtoehtoja pientalon energiatehokkuuden parantamiseksi. Tavoitteena oli löytää vaihtoehtoisia ratkaisuja Kotkassa sijaitsevalle omakotitalolle energiatehokkuuden parantamiseksi ja arvioida ratkaisujen taloudellista kannattavuutta.

Työssä esiteltiin 2013 voimaan astunutta ympäristöministeriön asetusta rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta muutos- ja korjaustöiden yhteydessä. Esimerkki-kohteen energiankulutus laskettiin nykytilanteen ja vaihtoehtoisten ratkaisujen mukaan. Vaihtoehtojen arvioituja investointikustannuksia verrattiin niistä saataviin säästöön ostettavan energian määrässä. Lisäksi varmistettiin, että vaihtoehdot täyttävät ympäristöministeriön asetuksen määräykset.

Työssä verrattiin kahdeksaa erilaista ratkaisua rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi. Eri ratkaisuisissa laskentaohjelmalla arvioitu ostettavan energian määrä pieneni 6 – 63 %.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

Fyhr, Sami

Improving the Energy Efficiency of the Oil Heated
Detached House

Bachelor's Thesis

30 pages + 42 pages of appendices

Supervisor

Tarmo Kontro, Principal Lecturer

Jani Pitkänen, Senior Lecturer

May 2014

Keywords

Energy efficiency, conservation, heating systems, energy
consumption

Continuous rise in the consumption of energy is forcing us to find out new ways to conserve energy. The subject of this thesis was to find alternative solutions to improve energy efficiency in the oil heated detached house. In addition the aim was to estimate the economic profitability of these solutions.

High and still the continuously rising price of energy is reflecting in the high heating costs. Additionally, the oil-fired boiler of the house was found to be at the end of its life cycle. Before repairing the old heating system, it was rational to research about other heating systems and other ways to improve energy efficiency.

Sources of information used for this thesis included literature and the internet. The current energy consumption of the buildings was estimated and compared with the estimated energy consumption of different energy-saving options. The legality of the options was also confirmed.

In this thesis, eight different solutions for improving the energy efficiency of the building were compared. Depending on the solution, the estimated energy consumption of the building decreased 6 - 63 %.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	6
2 ENERGIATEHOKKUUS	6
2.1 Tausta	7
2.2 Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja päästövaikutukset	8
2.3 Lainsäädäntö	9
2.4 Rakennuksen energiankulutus	11
2.5 Rakennuksen vaipan parantaminen	12
2.5.1 Ulkoseinät	12
2.5.2 Yläpohja	13
2.5.3 Alapohja	14
2.5.4 Ikkunat ja ovet	14
2.5.5 Rakennuksen ilmanpitävyys	15
2.6 Rakennusten lämmitysjärjestelmät	15
2.7 Ilmanvaihto	17
3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN	18
3.1 Kohde	18
3.2 E-luku	19
3.3 Nykyinen E-luku	20
3.4 Energiatehokkuuden parantamissuunnitelma	21
3.5 Kustannukset	24
4 POHDINTA	26

LÄHTEET

LIITTEET

Liite 1: Yläpohjan nykyinen U-arvo

Liite 2: Ulkoseinän U-arvo

Liite 3: Kellarin seinän U-arvo

Liite 4: Energiatodistus ennen energiatehokkuuden parantamista

- Liite 5: Yläpohjan uusi U-arvo
- Liite 6: Energiatodistus vaihtoehto 1
- Liite 7: Energiatodistus vaihtoehto 2
- Liite 8: Energiatodistus vaihtoehto 3
- Liite 9: Energiatodistus vaihtoehto 4
- Liite 10: Energiatodistus vaihtoehto 5
- Liite 11: Energiatodistus vaihtoehto 6
- Liite 12: Energiatodistus vaihtoehto 7
- Liite 13: Energiatodistus vaihtoehto 8
- Liite 14: Rakennuksen piirustukset

1 JOHDANTO

Energiatehokkuudesta on puhuttu viime aikoina paljon. Jatkuva energiantarpeen kasvu on pakottanut kehittämään uusia keinoja kasvun rajoittamiseksi. Tämä näkyy uusissa määräyksissä, joilla pyritään rajoittamaan energiankäyttöä. Vuonna 2013 astui voimaan ympäristöministeriön asetus, jonka mukaan energiankulutusta tulee rajoittaa korjausrakentamisessa.

Opinnäytetyössä käydään yleisesti läpi erilaisia tapoja vähentää energiankulutusta, kuten rakennuksen vaipan lisälämmöneristäminen, rakennuksen tiivistäminen ja rakennuksen lämmitysjärjestelmien vaikutuksia energiatehokkuuteen. Esimerkkikohteena on Kotkaan 1990 valmistunut öljylämmitteinen omakotitalo. Rakennuksen nykyisen lämmitysjärjestelmän todettiin olevan ikänsä takia uusimisen tarpeessa.

Työssä tutkitaan eri korjausvaihtoehtojen vaikutusta rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen ja E-lukuun sekä arvioidaan niiden taloudellista kannattavuutta.

2 ENERGIATEHOKKUUS

Pientalon ostaja helposti unohtaa, että asumisen kustannukset eivät lopu talon hankintahintaan. Rakennusta pitää lämmittää ja huoltaa, joten vuotuiset käyttökustannukset ovat jatkuvana rasituksena. Käyttökustannuksista suurin osa on energiakustannuksia. Jos taloa hankkiessa hintavertailuun otetaan mukaan kymmenen vuoden käyttökustannukset ja jatkuvasti kasvava energian hinta, rakennuksen energiatehokkuuden merkitys nousee selvästi. Rakentamalla energiatehokas talo voidaan pienentää huomattavasti vuotuisia käyttökustannuksia. Samalla talosta tulee oleellisesti vähemmän ympäristöä rasittava. (Leppänen 2004, 6.)

Lämmitystarpeen väheneminen on keskeinen asia, kun pyritään rakennusten käytön aiheuttamien ympäristörasitusten ja käyttökustannusten pienentämiseen. Rakennuksen tulee kuitenkin vastata myös käyttäjien toiveita ja tarpeita sekä olla terveellinen asua. Energiaa säästävä talo koostuu paksusta lämmöneristyksestä, hyvin eristäivistä ovista ja ikkunoista, ilmapitävästä vaipasta ja lämmöntalteenotolla varustetusta tulo- ja poistoilmanvaihdosta. (Leppänen 2004, 6.)

2.1 Tausta

Suomessa talvet ovat kylmiä, ja rakennuksia joudutaan lämmittämään erilaisilla lämmitysjärjestelmillä. Jatkuva energian hinnan kasvaminen näkyy suoraan kasvavina lämmityskustannuksina. Tämä muutos energian hinnassa on tehnyt energiaremonteista entistä kannattavampia. Rakenteiden huono lämmöneristävyys lisää lämmittämisen tarvetta.

Energiankulutus on yli kaksinkertaistunut vuodesta 1970 lähtien, vaikka väestö on lisääntynyt samana aikana vain 15 %. Aiemmin kasvavaan energiantarpeeseen voitiin vastata halvalla öljyllä, mutta öljyn saatavuuden vaarantuminen ja hinnan kohoaminen ovat pakottaneet siirtymään vaihtoehtoihin ja turvallisempiin energialähteisiin. Rakennusten energiankulutus oli 2007 noin 40 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. Tavoitteena on laskea tämän osuus 25 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Energiaa kuluu rakennusten lämmittämisen lisäksi itse rakentamiseen, kunnossapitoon ja liikenteeseen. (Lappalainen 2010, 8.)

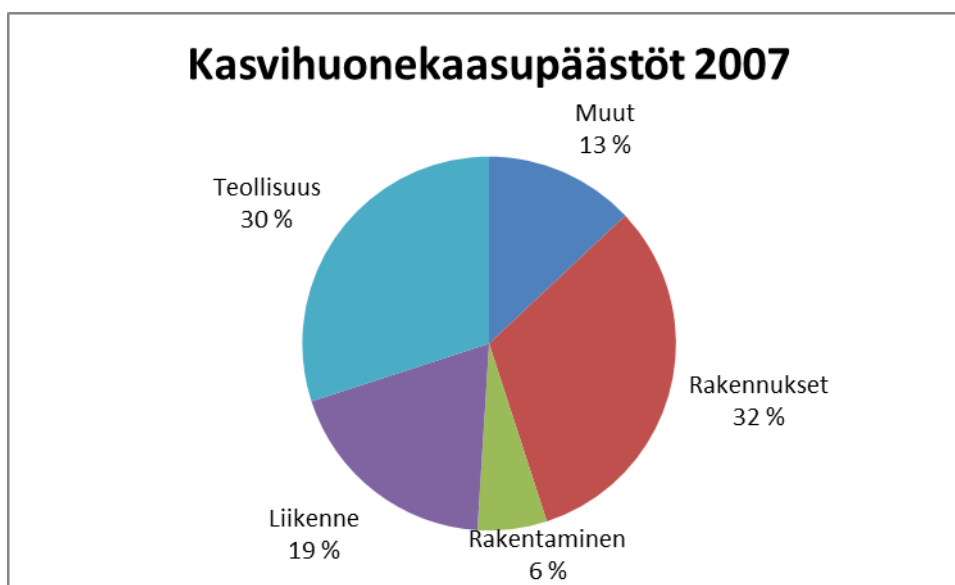
Suomen energia- ja ilmastopoliittinen kehitys määräytyy kansainvälisistä sopimuksista ja tavoitteista. Pyrkimyksenä on lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja vähentää energiankulutusta. Rakennusten kokonaisenergiankulutus muodostuu lämmitysenergiasta, lämpimän käyttöveden tuottamiseen vaadittavasta energiasta sekä valaistus ja kotitaloussähköstä. (Lappalainen 2010, 13.)

Vuonna 2012 Suomessa tuotettiin 67,7 TWh sähköä. Tämä on 4 % vähemmän kuin edellisenä vuonna. Sähkön kokonaiskulutus kuitenkin kasvoi 2 %, ja tuontisähkön osuus oli edellisvuotta suurempi. Kasvanut energiantarve johtui tavallista kylmemmästä alku- ja loppuvuodesta. 2012 uusiutuvien energialähteiden osuus sähkön ja lämmön tuottamisessa oli 46 %, kun 2007 uusiutuvien energialähteiden osuus oli vain 24 %. (Tilastokeskus 2013.)

Suomen energiaongelmaan vaikuttavat poikkeuksellisen alhainen omavaraisuus sekä suuri energiankulutus. Suomen tuontisähkön osuus, 20 % vuonna 2012 (Tilastokeskus 2013), on Euroopan korkeimpia. (Lappalainen 2010, 14.)

2.2 Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja päästövaikutukset

Suomessa rakennusten lämmittämiseen käytetään paljon energiaa, ja näin rakennusten energiankäyttö onkin merkittävä tekijä kasvihuonekaasujen syntymisessä. 2007 rakennusten osuus kasvihuonekaasupäästöistä oli 32 %. Rakennusten päästöihin on laskettu niiden lämmittämiseen käytettyjen polttoaineiden päästöt, kaukolämmön aiheuttamat päästöt, sekä rakennusten sähkönkulutuksen osuus sähköntuotannon päästöistä. Kuvassa 1 esitetään vuoden 2007 kasvihuonepäästöt sektoreittain. (Sitra 2010.)



KUVA 1: Kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain (Sitra 2010.)

Kaukolämmön, maalämmön ja sähkölämmityksen osuudet ovat kasvaneet rakennuskannassa, kun taas öljy- sekä puulämmityksen osuudet ovat pienentyneet. Puulämmitystä käytetään kuitenkin vieläkin toissijaisena lämmitysmuotona takoissa ja saunakiukaissa. (Sitra 2010)

Jäähdytyksen energiankulutus Suomessa on kasvamassa. Jäähdytyksen energiankulutus on kuitenkin vielä vähäistä. Omakotitaloissa ilmalämpöpumppujen yleistyminen lisää jäähdyttämistä. Myös jäähdytyksen osuus uusissa rivi- ja asuinkerrostalossa kasvaa, koska uudet rakennusmääräykset rajoittavat liiallisia yllämpöjä. Asukkaiden vaa- tivuustaso lämpötila-asoissa on myös kasvanut. (Sitra 2010.)

Lämmitysenergiasta kuluu suuri osa tilojen lämmittämiseen, mutta lähes yhtä paljon energiaa kuluu ilmanvaihtoilman lämmittämiseen. Käyttöveden lämmitys vastaa vä-

häisemmästä osuudesta energiankulutuksessa. Lisääntyvä ilmanvaihdon talteenotto lisää hieman rakennusten sähkönkulutusta, mutta voi pienentää merkittävästi rakennuksen energiankulutusta. Suomessa käyttövesi lämmitetään normaalisti samalla järjestelmällä kuin rakennusten tilat. Tulevaisuudessa erilliset järjestelmät lisääntyvät, koska erillinen järjestelmä mahdollistaa käyttöveden lämmittämisen esimerkiksi aurinkoenergialla. (Sitra 2010.)

2.3 Lainsäädäntö

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta muutos- ja korjaus töiden yhteydessä tuli voimaan kaikkiin rakennuksiin syyskuussa 2013. Asetusta tulee soveltaa rakennuksiin, joissa käytetään energiaa valaistukseen, tilojen ja ilmanvaihdon lämmitykseen tai viilennykseen ja joissa tehdään maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaan rakennus- tai toimenpideluvanvaraista korjaus- tai muutostyötä tai joiden käyttötarkoitusta muutetaan. (Ympäristöministeriön asetus 2013.)

Energiatehokkuuden parantamisvelvollisuus ei kuitenkaan koske loma-asuntoja, joissa ei ole ympärivuotista lämmitystä, suojeltuja tai pieniä, kooltaan alle 50 m²:n rakennuksia. Ne eivät myöskään koske muun muassa kasvihuoneita, hartauden harjoittamiseen tai uskonnolliseen toimintaan käytettäviä rakennuksia eivätkä tietynlaisia tuotantolaitoksia. (Ympäristöministeriön asetus 2013.)

Luvanvaraiseen muutos tai korjaustöihin ryhtyvän on esitettävä toimenpiteet joilla energiatehokkuutta parannetaan. Luvanvaraisia töitä ovat esimerkiksi laajat peruskorjaukset, rakennuksen ulkovaipan korjaukset ja teknisten järjestelmien uusiminen. Ympäristöministeriön asetus antaa kolme vaihtoehtoa, joilla energiatehokkuuden parantuminen voidaan esittää. (Ympäristöministeriön asetus 2013.)

Ensimmäisenä vaihtoehtona rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan ja suunnitellaan rakennusosakohtaisesti. Tämä tarkoittaa korjattavan tai uusittavan rakenteen lämmöneristävyuden parantamista vaatimusten mukaisesti arvoihin. Käytännössä aluksi pitää määrittää rakenteen nykyinen u-arvo, joka kerrotaan asetuksessa määritetyllä kertoimella. Näin saadaan rakenteen uusi u-arvo.

- Ulkoseinä: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,17 W/m²°C. Rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamisen yhteydessä, alkuperäinen u-arvo x 0,5, kuitenkin 0,60 W/m²°C tai parempi.
- Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,09 W/m²°C. Rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamisen yhteydessä, alkuperäinen u-arvo x 0,5, kuitenkin 0,60 W/m²°C tai parempi.
- Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,09 W/m²°C. Rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamisen yhteydessä, alkuperäinen u-arvo x 0,5, kuitenkin 0,60 W/m²°C tai parempi.
- Alapohja: Energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan.
- Uusien ovien ja ikkunoiden u-arvon tulee olla 1.0 W/m²°C tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ovia korjattaessa lämmönpitävyyttä tulee parantaa mahdollisuuksien mukaan. (Ympäristöministeriön asetus 2013)

Toisena vaihtoehtona rakennuksen laskennallisen energiankulutuksen suhdetta rakennuksen pinta-alaan parannetaan. Pien- ja rivitaloilla energiankulutus saa olla maksimissaan 180 kWh/m². (Ympäristöministeriön asetus 2013.)

Kolmantena vaihtoehtona on pienentää rakennuksen E-lukua. Pien- rivi- ja ketjutalojen yhteydessä E-vaadittu $\leq 0,8 \times E$ -laskettu. Toisin sanoen E-luvun tulee pienentyä vähintään 20 %.

Rakennuksen teknisiä järjestelmiä uusittaessa tulee kuitenkin edellä mainitusta kolmesta vaihtoehdosta huolimatta noudattaa seuraavia vaatimuksia:

1. Rakennuksen poistoilmasta on otettava talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon tarvitsemasta lämpömäärästä.
2. Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kW/(m³/s).

3. Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m³/s).
4. Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/(m³/s).
5. Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta parannetaan laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä mahdollisuuksien mukaan.
6. Vesi- ja/tai viemärijärjestelmien uusimiseen sovelletaan, mitä uudisrakentamisesta säädetään. (Ympäristöministeriön asetus 2013.)

2.4 Rakennuksen energiankulutus

Ilmanvaihtojärjestelmällä on suuri merkitys rakennuksen energiankulutukseen. Ilmanvaihdon osuus rakennuksen lämpöhäviössä voi olla jopa kolmasosa. Hyvin suunnitellulla ilmanvaihtojärjestelmällä pystytään pienentämään merkittävästi rakennuksen energiankulutusta. Nykyisissä ilmanvaihtojärjestelmissä on otettu huomioon myös lämmöntalteenotto poistoilmasta. Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät tulee säätää käyttötilan mukaan. Tiloissa, jossa oleskellaan vain satunnaisesti, voidaan lämmitys säätää pienemmälle. (Lappalainen 2010, 132.)

Valaistus tulee suunnitella siten, että valoa on eniten siellä, missä sitä tarvitaan eniten. Kohdevalaisimia käyttämällä voidaan pienentää yleisvalaisimien tehoa. (Lappalainen 2010, 132.)

Vedenkulutukseen on hyvä kiinnittää huomiota. Nykyään markkinoilla on erilaisia vesikalusteita, joiden vedenkulutus on pieni. Ihmisten käyttötottumuksilla on kuitenkin suuri merkitys vedenkulutukseen, joten veden säästeliäällä käytöllä voidaan vaikuttaa rakennuksessa syntyvään jäteveden määrään. (Lappalainen 2010, 132.)

Yksinkertaisia keinoja vähentää rakennuksen lämmöntarvetta ovat lämmityksen säätöjärjestelmän uusiminen (5 %), lämmitysverkoston perussäätö (10 %), yläpohjan lisäeristäminen (10 %), ilmanvaihdon lämpöhäviöiden minimoiminen uusien ilmanvaihtoratkaisuin (20 %) ja käyttöveden kiertovesijohtojen lämmöneristäminen (10 %) (Lappalainen 2010, 132.)

2.5 Rakennuksen vaipan parantaminen

2.5.1 Ulkoseinät

Jos seinän rakenteita uusitaan tai korjataan, niihin on yleensä kannattavaa lisätä lämmöneristettä. Lisäeristuksen sijoittaminen täytyy harkita tapauskohtaisesti. Yleensä seinän sisäpuolinen lisäeristys on halvempi toteuttaa, mutta sillä ei saada yhtenäistä eristystä esimerkiksi väliseinien ja pohjien kohdalta. Julkisivukorjauksen yhteydessä lisäeristys kannattaa lisätä seinärungon ulkopuolelle, jos se vain voidaan toteuttaa niin, että rakennuksen ulkomuoto ei olennaisesti muutu. Kuvassa 2 on esimerkki seinärungon ulkopuolisesta lisäeristyksestä (Lappalainen 2010, 133.)



KUVA 2: Seinärungon ulkopuolinen lisäeristys (Isover 2014.)

Jos lisäeriste lisätään rungon sisäpuolelle, höyrynsulun kunto tulee tarkistaa. Jos vanha höyrynsulku halutaan säilyttää, höyrynsulun sisäpuolisen eristeen eristyskyky voi olla enintään 1/3 höyrynsulun ulkopuolisen lämmöneristeen eristyskyvystä. Mineraalivilla asetetaan tiiviisti lisäkoolauksen sisään, ja peitetään uudella höyrynsulkumuovilla tai muulla höyrynsululla. Tiivistyksen kriittisimmät kohdat ovat seinän liittymiset muihin rakenteisiin, kuten väliseiniin kattoon ja lattiaan. Jos höyrynsulkua ei saada jatkumaan

yhtenäisenä, on käytettävä saumausaineita tai tiivisteprofiileja. Kuvassa 3 on esimerkiksi seinärungon sisäpuolisesta lisäeristyksestä (Lappalainen 2010, 133.)(Isover 2014.)



KUVA 3: Seinärungon sisäpuolinen lisäeristys (Isover 2014.)

2.5.2 Yläpohja

Yläpohjan lisäeristäminen on usein huomattavasti helpompaa ja kannattavampaa kuin seinien lisäeristys. Yläpohjaan voidaan usein myös lisätä eriste vaikuttamatta rakennuksen ulkonäköön. (Lappalainen 2010, 133.)

Yläpohjaa lisäeristettäessä tulee huolehtia vanhan rakenteen tiivyydestä. Tarvittaessa voidaan tiivistää alapuolelle asennettavalla höyrynsulkumuovilla. Yläpohjan ilma-voitoja ei havaita helposti, koska ne eivät aiheuta vetoa samalla tavalla kuin rakennuksen alempien osien vuodot. Siksi yläpohjan tiiveyden selvittäminen vaatiikin mittaamista painekoneella ja siihen liittyvää infrapunakuvausta (Lappalainen 2010, 134.)

Jos lisäeristys kuitenkin toteutetaan alapuolelta, vanha höyrynsulku tulee poistaa ja uusi lisäeriste asentaa tiivisti vanhaan pintaan kiinni. Lisäeristys peitetään uudella höyrynsulkumuovilla, jonka saumat limitetään. (Lappalainen 2010, 134.)

2.5.3 Alapohja

Lattian vetoisuus on yleinen ongelma vanhoissa taloissa. Lattian vetoisuus voi johtua muiden rakenteiden huonosta tiiviydestä, sillä ylöspäin pyrkivän lämpimän ilman karkaaminen rakennuksesta aiheuttaa kylmän ilman sisään imeytymisen lattian kautta. (Lappalainen 2010, 134.)

Alapuolinen eriste on asennettava tiivistä vanhaa rakennetta vasten. Lisäeriste on tarvittaessa suojattava tuulensuojalevyin. Ilmavuotojen pienentämiseksi on usein tarpeellista tiivistää vanhoja rakenteita, etenkin kohdissa, jossa alapohja liittyy ulkoseiniin. Vanhan lattiarakenteen yläpuolinen eristäminen nostaa lattiapintaa. Tämä aiheuttaa ongelmia ovien ja pattereiden kohdalla ja muuttaa myös ikkunapenkkiä korkeusasemaa. Siksi lattiaa kannattaakin nostaa vain poikkeustapauksissa. (Lappalainen 2010, 134.)

2.5.4 Ikkunat ja ovet

Ikkunoiden ja ovien kautta saattaa virrata huomattava määrä lämpöä ulos, jos ne eivät ole riittävästi eristettyjä ja tiiviisti kiinni muissa rakenteissa. Lämpöä karkaa keskimäärin seitsemän kertaa enemmän ikkunaneliometriä kohden kuin aukotonta ulkoseinaneliometriä kohden. (Ekorakentajan opas 2012.)

Ikkunoiden uusiminen on taloudellisesti perusteltua vain, jos niiden kunto on huono. Kaksilasista ikkunaa ei kannata vaihtaa kolmilasiseksi energiansäästön takia, vaikka kolmilasisen ikkunan lävitse kulkeva lämpö on lähes kaksi kertaa pienempi kuin kaksilasilla. Ikkunan tiiviyden parantaminen sen sijaan on halpaa, ja siihen käytetty raha maksaa nopeasti itsensä takaisin energiasäästönä. Sisäpuitteet tiivistetään kumi- tai muovitiivisteillä, joista suositeltavimpia ovat putkimaiset ja V-muotoiset profiilit. Ulompia puitteita tiivistettäessä tulee lasien huurtumisen estämiseksi käyttää ilmaa läpäisevää, esimerkiksi solumuovista, villasta tai puuvillasta valmistettua tiivistenauhaa. Tiivisteiden tulee olla riittävän paksuja, jotta raot saadaan kauttaaltaan tiivistettyä. (Ekorakentajan opas 2012; Lappalainen 2010, 134.)

Karmin ja seinän välinen rako saattaa olla pahin vuotokohta muuten hyväkuntoisessa ikkunassa. Ikkunoita tiivistettäessä onnistuminen riippyy työn huolellisuudesta. Kalliil-

lakaan tiivisteillä ei päästä merkittäviin energiasäästöihin, jos niitä ei ole huolellisesti asennettu. (Lappalainen 2010, 134.)

2.5.5 Rakennuksen ilmanpitävyys

Rakennuksen ulkovaippaa parannettaessa on normaalisti järkevämpää ensin puuttua ilmapitävyyteen ja vasta sen jälkeen harkita lisäeristämistä. Jos lämpö pääsee vuotamaan puuttuvista ja huonokuntoisista tiivisteistä, lisäeristämisestä saatava hyöty jää pieneksi. Lämpökamerakuvauksella pystytään helposti paikallistamaan rakennuksesta löytyvät kylmäsillat ja ilmavuodot. (Ympäristöministeriö 2014.)

Rakennuksen ilmanpitävyyden parantaminen pienentää energiakulutusta aiheuttavaa hallitsematonta vuotoilmanvaihtoa. Ilmavuotoa aiheutuu rakenteiden liitoksissa, läpivienneissä ja tiivisteiden puutteissa. Halvin ja helpoin tapa tiivistää rakennusta on usein uusien ovien ja ikkunoiden tiivisteet. Jos vanhat tiivisteet ovat huonossa kunnossa, voidaan tällä menetellä saada huomattava parannus. Parhaiden tiivisteiden käyttöikä voidaan pitää 15 vuotta, joten tiivisteiden uusiminen tasaisin väliajoin on tarpeellista (Lappalainen 2010; Helsingin Sanomat 2014.)

Monissa vanhoissa taloissa ei kuitenkaan ole suunniteltu erikseen korvausilmareittejä, vaan korvausilma on tullut rakennukseen ovien ja ikkunoiden tiivisteiden vuotojen kautta. Jos tällaisessa rakennuksessa ovet ja ikkunat tiivistetään nykyaikaisilla tiivisteillä, on mahdollista, ettei rakennuksen ilmanvaihto riitä kunnostamisen jälkeen. Tällä tavoin saadaan merkittäviä säästöjä lämmityskustannuksissa, mutta parannus tapahtuu viihtyvyyden ja terveellisyyden kustannuksella. (Lappalainen 2010, 135.)

Ilmakanavien, vesijohtojen ja viemäreiden läpivientien tulee olla tiiviitä. Monissa tapauksissa ne on mahdollista tiivistää myös jälkikäteen. Sen sijaan höyrynsulun liitoksien ja reikien tiivistäminen on usein mahdotonta ilman rakenteiden avaamista. (Lappalainen 2010, 135.)

2.6 Rakennusten lämmitysjärjestelmät

Noin puolet Suomen rakennuskannasta on liitetty kaukolämpöverkkoon. Suurin osa julkisista rakennuksista, liikerakennuksista, asuinkerrostaloista ja lähes puolet rivitaloista käyttää kaukolämpöä. Ensimmäinen kaukolämpöverkko rakennettiin Helsingin

Olympiakylään 1930-luvulla. 1950-luvulla kaukolämpö alkoi yleistyä suurimmissa kaupungeissa. Kun uusia kaupunginosia rakennettiin, niiden rakennukset liitettiin kaukolämpöverkkoon. Kaukolämpö on tehokas ja edullinen tapa lämmitellä tiloja ja käyttövetä. (Rakennustieto Oy 2007, 8.)

Kevyt polttoöljy on yleinen rakennusten lämpöenergian lähde. Suomen öljylämmitteisistä rakennuksista lähes 80 % on omakoti- ja paritaloja, 8 % rivi- ja kerrostaloja ja 12 % muita rakennuksia. Öljy on fossiilinen polttoaine, ja sen polttaminen tuottaa kasvihuonekaasuja. Se ei siis ole järin ympäristöystävällinen energianlähde. Ympäristöystävällisyyttä voidaan parantaa liittämällä järjestelmään aurinkolämmitys tai kaksoispesäkattila. Kaksoispesäkattilassa voidaan polttaa öljyn lisäksi myös kiinteitä polttoaineita. (Ekorakentajan opas 2012; Rakennustieto Oy 2007, 9.)

Kiinteitä polttoaineita on esimerkiksi kivi- ja ruskohiili, turve, puu ja paperi. Pellettilämmitysjärjestelmässä puupelletit poltetaan pellettipolttimessa, jossa ne lämmittävät pellettikattilassa olevan veden. Puupelletit ovat uusiutuvaa bioenergiaa. Pelletit valmistetaan puristamalla kuivasta sahanpurusta, kutterinpurusta tai hiontapölystä ja puun sideaineista. (Rakennustieto Oy 2007, 10.)

Sähkölämmitys on Suomessa yleisesti käytetty lämmitysmuoto varsinkin pientaloissa. Lämmönjakotapa voi olla keskitetty tai huonekohtainen. Keskitetyllä sähkölämmityksellä voidaan lämmitellä vesikiertoisia lämmityspattereita, lattialämmitysputkistoja ja sisäänpuhallusilmaa. Huonekohtaisessa sähkölämmityksessä huone voidaan lämmitellä esimerkiksi lattialämmityskaapelilla, sähköpattereilla ja kattolämmityksellä. Sähkön tuotanto aiheuttaa vielä nykyäänkin kasvihuonekaasuja ja muita päästöjä, joten sähköä ei voida pitää erityisen ympäristöystävällisenä päälämmitysjärjestelmänä. (Ekorakentajan opas 2012; Rakennustieto Oy 2007, 10.)

Maalämpöpumpulla voidaan hyödyntää maaperään ja vesistöihin varautunutta aurin-
gon lämpöenergiaa. Maalämpö kerätään putkisilmukalla, joka voidaan asentaa vaakatasoon maan alle, vesistöön tai pystysuoraan reikään. Putken pituus määräytyy kohteen lämmitystarpeen mukaan. Putken talteen ottama lämpöenergia siirretään höyrystimen, kompressorin ja lauhduttimen läpi rakennuksen tarpeisiin. Maalämpö on järkevä ratkaisu, jos rakennus on kiinteällä kalliolla, pellolla tai vesistön ääressä. Edullisimmaksi maalämmön käyttö tulee isoissa pientaloissa ja pientaloryhmissä. Lattialämmitys on tehokkain tapa jakaa maalämmöllä tuotettua lämpöenergiaa. Maalämpö

tuottaa noin kolme kertaa sen käyttämän sähköenergian määrän lämpöenergiaa. (Ekorakentajan opas 2012; Rakennustieto Oy 2007, 10)

Ilmalämpöpumppu hyödyntää ulkoilman sisältämää energiaa. Ilmalämpöpumpuissa on tuloyksikkö ja yksi tai useampi sisäyksikkö. Ulkoilmaa kierrätetään ulkoyksikössä. Siitä olevaa energiaa otetaan talteen kompressorilla ja siirretään sisäyksikköön, joka luovuttaa lämpöenergian huoneilmaan. Ilmalämpöpumppujen hyötysuhde on huomattavasti parempi kuin määälämpöpumpuilla. Ilmalämpöpumppuja on kahdenlaisia, ilma-ilmalämpöpumpuilla ulkoilmasta kerätty lämpöenergia puhalletaan suoraan asuntoon. Ilma-vesilämpöpumpuilla ulkoilmasta kerätyllä energialla lämmitetään lämmönvarauksessa olevaa vettä ja lämpö jaetaan lämmitysverkoston avulla kohteeseen. Se sopii parhaiten korjauskohteisiin, joissa on jo vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Se on ilma-ilmalämpöpumppua selvästi kalliimpi, mutta hyötysuhteeltaan parempi vaihtoehto. (Ekorakentajan opas 2012; Rakennustieto Oy 2007, 11.)

2.7 Ilmanvaihto

40 % suomalaisista kärsii huonosta sisäilmanlaadusta, mikä näkyy silmien ja nenän ärsytyksenä sekä päänsärkinä ja hengitysvaikeuksina. Huoneilman laatuun olisi tärkeää kiinnittää huomiota. (Ekorakentajan opas 2012.)

Painovoimainen ilmanvaihto perustuu sisä- ja ulkolämpötilaeron ja paine-eron aiheuttamaan ilman virtaamiseen. Raitis ilma tulee rakennukseen tuuletusventtiileistä, ja päätyy hormiston kautta takaisin ulkoilmaan. Painovoimaisen ilmanvaihdon ongelmana on poistoilman lämmön talteenoton hankaluus. Lämpöä menee hukkaan jopa 40 prosenttia. Painovoimaisen ilmanvaihdon tehokkuus vaihtelee vuodenajan mukaan, ja kesällä saatetaan usein joutua tuulettamaan riittämättömän ilmanvaihdon takia. Korkeat huonetilat auttavat painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaa. Ilmavirtaa on myös usein tehostettu märkätilojen koneellisella kohdepoistolla. (Ekorakentajan opas 2012)

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on nykyään yleisin suomessa käytetty ilmanvaihtomuoto. Sen etuja ovat tehokkuus ja mahdollisuus lämmön talteenottoon poistoilmasta. Lämmön talteenotolla voidaan kerätä talteen jopa yli 80 prosenttia poistoilman lämmöstä. Koneellisen ilmanvaihdon heikkouksina pidetään sen aiheuttamaa melua ja pitkiä tuloilma kanavia, joiden puhtaudesta ei aina voida olla varmoja. Jos

järjestelmä suunnitellaan huolella ja sitä hoidetaan oikealla tavalla, ei tämänlaista tilannetta pääse syntymään. (Ekorakentajan opas 2012.)

3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

3.1 Kohde

Opinnäytetyön kohteena on 1990 valmistunut kaksikerroksinen omakotitalo. Harjakattoinen rakennus muodostuu 131m² suuruisesta kellarikerroksesta ja yhtä suuresta yläkerrasta. Rakennuksen lämmitetty nettoala on 262m².

Kellarin seinä muodostuu tiilestä, lämmöneristekerroksesta, sekä betonista. Yläkerran ulkoseinä on puurunkoinen. Siinä käytetty lämmöneriste on mineraalivillaa ja seinä on verhoiltu julkisivutiilellä sekä osittain puulla. Julkisivun, ikkunoiden ja ovien nykyinen kunto on hyvä. Rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihto ilman lämmöntalteenottoa ja siitä löytyy varaava takka. Vesikiertoista keskuslämmitystä lämmitetään öljyllä. Lisäksi talossa on myös kaksi ilma-ilmalämpöpumppua.

Rakennuksen öljykattila on asennettu talon rakentamisen yhteydessä, joten ikää sillä on 24 vuotta. Vaikka öljykattilat ovatkin vahvaa tekoa ja ne kestävät teknisesti 25 - 35 vuotta, pidetään niiden teknis-taloudellisena käyttöikänsä noin 20 – 25 vuotta. Vanhojen kattiloiden sisällä voi tapahtua vuotoja jotka heikentävät hyötysuhdetta. Rakennuksen öljykattilan uusiminen on siis ajankohtaista, mutta ennen sitä tulee kuitenkin tutkia muiden, edullisempien ja ympäristöystävällisempien lämmitysmuotojen mahdollisuutta. (Neste oil 2014.)

Rakennuksessa käytetyssä keskuslämmityksessä lämpö tuotetaan yhdessä pisteessä, mistä se jaetaan veden avulla huoneisiin. Vesikeskuslämmityksessä vesi lämmitetään kattilassa, mistä se kierrätetään pumpun avulla putkia pitkin pattereille. Patterissa vesi luovuttaa lämpöä huoneilmaan, milloin veden lämpötila laskee. Jäähtynyt vesi kierrätetään takaisin lämmityskattilaan, missä sen lämpötila jälleen kohoaa. (Vuorelainen 1979, 7-8.)

3.2 E-luku

E-luvulla pyritään kuvaamaan rakennuksen energiankulutuksen vaikutusta ympäristöön ja luonnonvaroihin. E-luvun yksikkö on kWh/m², eli käytetyn energian suhde rakennuksen nettopinta-alaan. E-luvun määrittämisessä käytetyn energian määrä tarkoittaa laskennalla saatua energiankulutusta. Laskennalla määritettyä ostettavan energian määrää painotetaan kertoimella, joka määräytyy käytettävän energiamuodon mukaan. Vähemmän ympäristöä rasittava lämmitysmuoto parantaa rakennuksen E-lukua, vaikka itse rakennuksen lämmittämiseen vaadittu energian kokonaismäärä ei vähene. Parempaan E-lukuun päästään parantamalla rakenteiden eristävyyttä, tiiveyttä, lämmöntalteenottoa tai ympäristöystävällisemmällä lämmitysmuodolla. (Energiatodistusopas 2013.)

Energiamuotojen kertoimet perustuvat niin sanottuihin primäärienergiakertoimiin, jotka kuvaa jalostamattoman luonnonenergian kulutusta. Energiamuotojen kertoimilla pyritään edistämään uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä ja mahdollisimman tehokkaiden energiatuotantomenetelmien käyttöä. (Energiatodistusopas 2013.)

Rakennukset jaetaan E-luvun perusteella eri luokkiin, luokkia merkitään kirjaimilla A-G. Pientalojen E-luvun eri luokkien raja-arvot ovat riippuvaisia rakennuksen pinta-alasta. (Energiatodistusopas 2013.)

Energiatehokkuusluokkien raja-arvot, kun rakennuksen lämmitetty nettoala on 262m², on esitetty taulukko 1:ssä.

TAULUKKO 1: Energiatohokkuusluokka ($A_{\text{netto}} 262\text{m}^2$) (Oikeusministeriö 2013)

Energiatohokkuusluokka	E-luku ($A_{\text{netto}} 262 \text{ m}^2$)
A	$E\text{-luku} \leq 78$
B	$78 \leq E\text{-luku} \leq 121$
C	$121 \leq E\text{-luku} \leq 155$
D	$155 \leq E\text{-luku} \leq 235$
E	$235 \leq E\text{-luku} \leq 365$
F	$365 \leq E\text{-luku} \leq 435$
G	$435 \leq E\text{-luku}$

3.3 Nykyinen E-luku

Rakennuksen E-luku määritettiin laskentapalvelut.fi -sivuilla olevalla E-lukulaskurilla. Laskurilla voidaan määrittää jo olemassa olevan rakennuksen E-luku 1.6.2013 voimaanastuneen energiatodistusasetuksen mukaisesti. Sivuilta löytyy myös erillinen laskuri uudiskohteiden energiaselvityksiä varten RakMk D3 ja D5 mukaisesti. (Laskentapalvelut 2014.)

Rakennuksen E-luvun määrittämiseksi täytyy selvittää ulkoseinien, yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden ja ovien pinta-alat ja U-arvot. Myös rakennuksen ilmanvaihto ja lämmitysjärjestelmä vaikuttavat laskentaohjelmalla saatavaan E-lukuun.

U-arvo, eli lämmönläpäisykerroin kuvaa lämpö määrää, joka läpäisee sekunnissa neliömetrin suuruisen rakennusosan, kun lämpötilaero rakenteiden eri puolilla on $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Yksikkönä on $\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$. Pienempi u-arvo tarkoittaa tehokkaampaa lämmöneristyskykyä. (Paroc 2014.)

Rakenteiden U-arvot selvitettiin DOFLÄMPÖ -ohjelmalla ja puuinfon sivuilta löytyvällä u-arvolaskurilla. Laskennassa käytetyt λ -arvot valittiin rakentamismääräyskoelma C4:n mukaan. Puuttuvien tietojen takia alapohjan, ikkunoiden ja ovien arvoina sekä rakennuksen ilmanvuotolukuna käytettiin taulukkoarvoja, jotka on tarkoitettu käytettäväksi 1985 – 2003 rakennetuille taloille. Jos laskennassa haluttaisiin käyttää parempaa ilmanvuotolukua, se olisi selvitettävä tiiveysmittauksen avulla. (Puuinfo 2012; Oikeusministeriö 2013.)

Rakennuksen yläpohjan ja ulkoseinien U-arvot määritettiin puuinfon puurakenteille tarkoitettulla u-arvo -laskurilla. Yläpohjan u-arvoksi muodostui $0,21\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$ ja ul-

koseinien u-arvoksi 0,27W/m²°C. Kellarin seinän u-arvo laskettiin DOFLÄMPÖ ohjelmalla ja u-arvoksi saatiin 0,25 W/m²°C. Näitä arvoja käyttäen rakennuksen E-luvuksi tuli 274 kWh/m²/vuosi. Tällä E-luvulla rakennuksen energiatehokkuusluokka on E.

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA				
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus				
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa			
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	11533	44	1.70	74.8
Puu	3333	13	0.50	6.4
Öljy	50453	193	1.00	192.6
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				274

KUVA 4: Yhteenvedo rakennuksen nykyisestä energiatehokkuudesta

3.4 Energiatehokkuuden parantamissuunnitelma

Ovien, ikkunoiden ja ulkoseinien nykyinen kunto on hyvä ja niiden uusiminen energiansäästösyistä ei ole taloudellisesti perusteltua. Suurimmat säästöt rakennuksen energiankulutukseen saadaan uusilla ilmanvaihtoratkaisuilla. Yläpohjan lisäeristäminen on normaalisti huomattavasti helpompi ja edullisempi ratkaisu kuin seinien lisäeristäminen. Rakennuksen lämmitysjärjestelmän vaihtamalla voidaan vaikuttaa ostettavan energian määrään, ja energiamuodon kertoimien avulla voidaan päästä parempaan E-lukuun vaikka itse energiankulutus ei muuttuisikaan.

Rakennuksen lämmitysjärjestelmän vaihtamisen tai uusimisen yhteydessä on syytä harkita patteritermostaattien vaihtamista uusiin elektronisiin termostaatteihin. Näiden avulla voidaan laskea huoneen lämpötilaa automaattisesti yöajaksi. Uusista elektronisista termostaateista löytyy myös muita hyödyllisiä toimintoja, kuten poissaolotoiminto ja mahdollisuus säätää huoneiden lämpötilaa keskitetysti ja langattomasti. Elektronisilla termostaateilla voidaan säästää jopa 23 % energiaa. (Danfoss 2014.)

Yläpohjan uudeksi u-arvoksi valittiin laskennassa nykyisten vaatimusten mukainen u-arvo $0,09 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Vaihtoehtoiseksi lämmitysjärjestelmäksi valittiin maalämpö, koska sillä voidaan pienentää huomattavasti ostettavan energian määrää. Uudeksi ilmanvaihtoratkaisuksi valittiin lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihtokone. Maalämmöllä ja ilmanvaihtokoneella yhdessä mahdollistetaan myös rakennuksen kesän aikainen viilennys, joka lisää merkittävästi rakennuksen käyttömukavuutta. (Motiva 2012.)

Taulukko 2:ssä on vertailtu eri vaihtoehtojen vaikutusta rakennuksen energian kulu-
tukseen. Taulukon öljy, puu, sähkö ja yht rivien yksikkö on kWh/vuosi, tämä tarkoittaa laskennallista vuodessa ostettavan energian määrää. Säästösarakkeessa on verrattu ostettavan energian määrää, rakennuksen tämän hetkiseen laskennalliseen ostettavan energian määrään.

1. Rakennuksen lämmitysjärjestelmä vaihdetaan maalämpöön
2. Rakennuksen lämmitysjärjestelmä vaihdetaan maalämpöön, lisäksi rakennukseen asennetaan lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poisto ilmanvaihtokone.
3. Rakennuksen lämmitysjärjestelmä vaihdetaan maalämpöön, rakennukseen asennetaan lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihtokone, sekä yläpohja eristetään u-arvoon $0,09 \text{ W/m}^2\text{°C}$.
4. Rakennuksen lämmitysjärjestelmä vaihdetaan maalämpöön, sekä yläpohja eristetään u-arvoon $0,09 \text{ W/m}^2\text{°C}$.
5. Rakennuksen öljykattila uusitaan, rakennukseen asennetaan lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihtokone.
6. Rakennuksen öljykattila uusitaan, rakennukseen asennetaan lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihtokone, sekä yläpohja eristetään u-arvoon $0,09 \text{ W/m}^2\text{°C}$.
7. Rakennuksen öljykattila uusitaan, sekä yläpohja eristetään u-arvoon $0,09 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

8. Rakennuksen lämmitysjärjestelmä vaihdetaan maalämpöön, rakennukseen asennetaan lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihtokone, sekä yläpohja eristetään u-arvoon $0,09 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Lisäksi seinät eristetään u-arvoon $0,17 \text{ W/m}^2\text{°C}$, ovet ja ikkunat vaihdetaan $1,0 \text{ W/m}^2\text{°C}$ arvoisiin.

TAULUKKO 2: Rakennuksen energiankulutus

		Öljy kWh/a	puu kWh/a	sähkö kWh/a	yht kWh/a	E-luku	Luokka	säästö
1	Maalämpö		3333	25338	28671	171	D	56 %
2	Maalämpö + IV		3333	20963	24296	143	C	63 %
3	Maalämpö + IV + YP		3333	20622	23955	141	C	63 %
4	Maalämpö + YP		3333	24439	27772	165	D	57 %
5	Öljy + IV	33439	3333	11533	48305	209	D	26 %
6	Öljy + IV + YP	29868	3333	11533	44734	196	D	32 %
7	Öljy + YP	46856	3333	11533	61722	261	E	6 %
8	Kaikki		3333	20520	23853	140	C	63 %
alkup.	alkup.	50453	3333	11533	65319	274	E	

Nykyisestä energiatehokkuusluokasta E päästäisiin luokkaan C vaihtoehdoilla 2, 3 ja 8. Näillä vaihtoehdoilla laskennallisesti saatava säästö ostettavan energian määrässä on 63 %. Tämä tarkoittaa vähintään öljylämmityksestä siirtymistä maalämpöön sekä nykyisen ilmanvaihdon vaihtamista lämmöntalteenotolla varustettuun tulo- ja poistoilmanvaihtokoneeseen. Lisäksi yläpohjan lisäeristämällä voidaan saada pieniä säästöjä. Vaihtoehdossa 8 on lisäeristetty myös ulkoseinät, sekä ovet ja ikkunat on vaihdettu paremmin eristäviin. Näistä saatava säästö laskennalliseen energiankulutukseen on kuitenkin hyvin pientä. Rakennuksen energian kulutusta voidaan vielä pienentää rakennusta tiivistämällä. Ainakin ovien ja ikkunoiden tiivisteet tulisi vaihtaa uusiin. Tiivistämisen jälkeen lisäeristämisestä saatava hyötykin kasvaa. Lämpökamera-kuvaus vuotokohtien löytämiseksi on suositeltavaa.

Energiatehokkuusluokkaan D päästään vaihtoehdoilla 1, 4, 5 ja 6. Vaihtoehdoissa 1 ja 2 käytetään maalämpöä, kun vaihtoehdoissa 5 ja 6 öljylämmitystä. Öljylämmityksen uusiminen on halvempaa, kuin sen vaihtaminen maalämpöön. Maalämmöllä vuosittaiset lämmityskustannukset jäävät pienemmiksi, kuin öljylämmitystä käytettäessä. Maalämmön käyttöönoton jälkeen, yläpohjan lisäeristäminen säästää laskennallisessa ostettavan energian määrässä 899 kWh/vuosi, mikä on noin 1 % rakennuksen ostettavasta energiasta. Öljylämmityksen yhteydessä yläpohjan eristämisestä saatava laskennal-

linen hyöty on 3 597 kWh/vuosi, mikä vastaa noin 6 %:a vuosittain ostettavasta energiasta.

Jotta rakennukselle saataisiin vielä yllä olevia vaihtoehtoja parempi energiatehokkuusluokka, on rakennus tiivistettävä mieluiten lämpökamerakuvausta avuksi käyttäen. Tämän jälkeen laskennassa käytettävä uusi ilmanvuotoluku saadaan tiiveysmittaus tuloksena.

Luvanvaraisissa rakennustöissä on noudatettava ympäristöministeriön asetusta energiatehokkuuden parantamisesta. Asetus antaa kolme vaihtoehtoa, jolla energiatehokkuuden parantuminen voidaan esittää. Näistä ainakin yhden tulee toteutua. Kolmantena vaihtoehtona rakennuksen E-luvun tulee pienentyä vähintään 20 %. Rakennuksen nykyinen E-luku on 274 kWh/m², joten uuden E-luvun tulee olla 274 kWh/m² x 0,8 = 219 kWh/m². Vaihtoehdot 1-6 ja 8 toteuttavat tämän ympäristöministeriön asettaman ehdon. Vaihtoehdossa 7 öljylämmitys uusitaan ja yläpohja eristetään u-arvosta 0,21 W/m²°C arvoon 0,09 W/m²°C. Tämä täyttää ympäristöministeriön asetuksen ensimmäisen ehdon.

3.5 Kustannukset

Maalämmön alkuinvestointihinta on korkea, noin 15 000 – 20 000 euroa. Kokonais hintaan vaikuttaa maaperän laatu ja porattavan kaivon syvyys. Maalämpö on kuitenkin korkeasta alkuinvestointihinnasta huolimatta pitkällä aikavälillä varteen otettava vaihtoehto sen pienten käyttökustannusten ansiosta, etenkin alueilla joissa kaukolämpöä ei ole käytettävissä. (Maalämmön hinta 2014.)

Maalämpö alentaa lämmityskustannuksia noin 75 %. Toisin sanoen siitä saatu hyöty on suurimmillaan rakennuksissa joiden energiankulutus on suuri. Maalämmöllä lämmittäminen maksaa 3–6 senttiä/kWh, kun öljylämmityksellä hintaa muodostuu 12 - 18 senttiä/kWh. Lisäksi maalämpö myös usein nostaa rakennuksen arvoa enemmän kuin siihen sijoitetun rahan verran. Investointina maalämpöä voidaan pitää kannattavana. (Tomallen 2014.)

Uusi öljykattila ja poltin maksavat asennuksineen noin 4 000 - 6 000 euroa. Uuden energiatehokkaan öljykattilan avulla hyötysuhde kasvaa hieman. Parempi hyötysuhde tarkoittaa pienempää öljynkulutusta. Uudella öljykattilalla voidaan säästää hieman

lämmityskustannuksissa, mutta takaisinmaksuaika on kuitenkin pitkä. (Öljyalan Palvelukeskus Oy 2013.)

Rakennuksen koneellisen poistoilmanvaihdon muuttaminen koneelliseksi lämmöntalteenottavaksi tulo- ja poistojärjestelmäksi vaatii tuloilmakanaviston rakentamisen ja ilmanvaihtokoneen hankkimisen. Kustannuksia ilmanvaihdon muuttamisesta muodostuu 3 000 – 6 000 euroa. Ilmanvaihtojärjestelmän avulla saadaan säästöä rakennuksen energiankulutukseen, sekä lisätään asumismukavuutta ja samalla myös ilmanlaatu parantuu. Uutta ilmanvaihtokonetta hankittaessa tulee uusi ilmanvaihtokone olla mahdollisimman hyvällä lämmöntalteenoton hyötysuhteella. Ilmanvaihtokoneiden hintaerot ovat kokonaisinvestointiin suhteutettuna pieniä, jolloin hyötysuhteen merkitys takaisinmaksuaikaan on suurempi. (Motiva 2011.)

Maalämmön yhteydessä lämmittäminen on suhteellisen halpaa. Ilmanvaihdon muutoksella saatavat energiansäästöt muodostuneet taloudelliset säästöt ovat halvalla energialla pieniä. Tällöin takaisinmaksuaika voi olla todella pitkä. Maalämpö on kannattavimmillaan rakennuksessa jonka energiankulutus on suuri. Lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihto pienentää rakennuksen energiankulutusta, jolloin maalämmöstä saatu hyöty jää entistä pienemmäksi. Toisaalta rakennuksen energiankulutus ja lämmityskustannukset pienenevät.

Yläpohjan U-arvo $0,09 \text{ W/m}^2\text{°C}$ saavutetaan lisäämällä yläpohjaan noin 300mm puhallusvillaa. Yläpohjan pinta-ala on 131m^2 , jolloin villaa tulee lisätä noin 40m^3 . Puhallusvillan hinta asennettuna on $31,7\text{e/m}^3$. Yläpohjan lisäeristämisestä kustannuksia muodostuu arviolta 1 268 euroa. (Taloon 2014.)

TAULUKKO 3: Kustannukset

		investointi €	Luokka	säästö	€/ säästö %
1	Maalämpö	15000 - 20000	D	56 %	312
2	Maalämpö + IV	18000 - 26000	C	63 %	350
3	Maalämpö + IV + YP	19300 - 27300	C	63 %	368
4	Maalämpö + YP	16300 - 21300	D	57 %	327
5	Öljy + IV	7000 - 12000	D	26 %	365
6	Öljy + IV + YP	8300 - 13300	D	32 %	343
7	Öljy + YP	5300 - 7300	E	6 %	1144

Taulukko 3:ssä on arvioitu eri vaihtoehtojen investointikustannuksia ja verrattu niitä niistä saatavaan säästöön laskennallisessa energiankulutuksessa. Viimeisessä e / säästö % sarakkeessa on laskettu investoinnin keskiarvon suhde investoinnista saatuun laskennalliseen säästöön ostoenergiassa. Pienempi luku tarkoittaa pienempää hintaa saatuun säästöön suhteutettuna. Luvusta voidaan arvioida kuinka nopeasti investointi maksaa itsensä takaisin. Varsinaisen takaisinmaksuajan pituutta tai investoinnin kannattavuudesta pitkällä aikavälillä se ei kuitenkaan kerro. Yläpohjan lisäeristämisen hinnaksi pyöristettiin 1300 euroa.

4 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisia vaihtoehtoja rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi ja tutkia niiden taloudellista kannattavuutta Kotkassa sijaitsevassa omakotitalossa. Opinnäytetyössä esitettiin eri toimenpiteitä ja niiden vaikutuksia laskennalliseen energiankulutukseen.

Lämmitysjärjestelmän vaihtoehtoiksi valittiin nykyisen öljylämmityskattilan uusiminen, tai sen vaihtaminen maalämpöön. Öljylämmityksen yhteydessä energian hinta jää huomattavasti korkeammaksi, joten energiankulutusta tulee vähentää tiivistämällä, uusilla ilmanvaihtoratkaisuilla ja lisäämällä rakennuksen lämmöneristävyyttä. Nämä voidaan kuitenkin toteuttaa myös vaiheittain. Investointikustannukset ovat tässä vaihtoehdossa maalämpöä huomattavasti edullisemmat.

Valittaessa maalämpö rakennuksen lämmitysenergian hinta on huomattavasti öljylämmitystä halvempaa. Pitkällä aikavälillä se tulee öljylämmitystä kannattavammaksi vaihtoehdoksi. Lisäksi maalämpö myös lisää rakennuksen arvoa. Maalämpöön vaihtamisen jälkeen lämmityskustannukset jäisivät suhteellisen pieniksi, ja tämän takia kalliit investoinnit uusiin ilmanvaihtoratkaisuihin ja lisäeristykseen eivät välttämättä ole taloudellisesti perusteltuja. Uudet ilmanvaihtoratkaisut kuitenkin lisäävät mukavuutta, parantavat ilmanlaatua, ja pienentävät energiankulutusta. Jos rakennuksessa päädytään maalämpöön, on järkevää toteuttaa mahdolliset lisäeristämiset ja uudet ilmanvaihtoratkaisut vasta myöhemmissä vaiheissa. Tällöin pystytään tarkemmin määrittämään rakennuksen silloiset lämmityskustannukset ja selvittämään tarkemmin lisäeristämisen ja ilmanvaihtoratkaisujen taloudellinen kannattavuus.

Rakennuksen tiivistäminen on halpaa siitä saatavaan hyötyyn nähden, joten se tulisi tehdä lämmitysjärjestelmän valinnasta riippumatta. Kylmäsiltojen ja ilmanvuotokohtien löytämiseksi on kannattavaa käyttää lämpökamerakuvausta. Tiivistämisen jälkeen lisäeristämisestä saatu hyöty kasvaa. Rakennuksen patteritermostaatit on kannattavaa vaihtaa elektronisiin, energiaa säästäviin termostaatteihin.

LÄHTEET

Laskentapalvelut, 2014. D.O.F. tech Oy:n ja Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, Saatavissa: www.laskentapalvelut.fi/ Hakupäivä: 25.4.2014.

Lappalainen Markku, 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja.

Rakennustieto Oy, 2007. Rakennusten lämmitysjärjestelmät.

Leppänen Pekka 2004. Säästävä pientalo.

Ekorakentajan opas 2012. Pekka Hänninen ja Rakennustarkastusyhdistys RTY ry, Saatavissa: <http://www.rakentajanekolaskuri.fi/taustatietoa.php#> Hakupäivä: 11.4.2014.

Neste oil 2014. Kotilämmitys, kattila ja poltin. Saatavissa: <http://www.neste.fi/artikkeli.aspx?path=2589%2C2655%2C2710%2C2791%2C2797%2C3185%2C3189> Hakupäivä: 24.4.2014.

Paroc 2014. Lämmönläpäisykerroin. Saatavissa: <http://www.paroc.fi/knowhow/energiatehokkuus/rakennusten-suunnittelu/rakennuksen-vaippa> Hakupäivä: 20.4.2014.

Puuinfo 2012. Puurakenteen U-arvon määrittäminen. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/mitoitusohjelmat/puurakenteen-u-arvon-maarittaminen> Hakupäivä: 13.3.2014.

Oikeusministeriö 2013. Energiatodistuksen kokonaisenergiakulutuksen määrittäminen Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf> Hakupäivä: 25.4.2014.

Motiva 2012. Energiatehokas koti. Saatavissa: http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/miten_tehdaan_energiatehokas_koti/energiatehokas_ilmanvaihto_ja_jaahdytys/energiatehokas_tuloilman_viilennys Hakupäivä: 28.4.2014.

Ympäristöministeriö 2014. Lämpöhäviöt kuriin. Saatavissa:

<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/lampohaviot-kuriin.html>, Hakupäivä 28.4.2014

Helsingin Sanomat 2014. Vuotavat ikkunat syövät energiaa. Saatavissa:

<http://www.hs.fi/kotimaa/Vuotavat+ikkunat+sy%C3%B6v%C3%A4t+energiaa/a1398567151254> Hakupäivä 28.4.2014.

Ympäristöministeriö 2013. Asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Saatavissa:

<http://www.ym.fi/download/noname/%7B924394EF-BED0-42F2-9AD2-5BE3036A6EAD%7D/31396> Hakupäivä: 3.5.2014.

Danfoss 2014. Säästöä. Saatavissa: <http://www.living.danfoss.fi/saastoa/pdf> Hakupäivä: 4.5.2014.

Vuorelainen Olavi 1979. LVI-tekniikka Lämmönjakelu.

Tilastokeskus 2013. Uusiutuvien energialähteiden osuus sähkön ja lämmön tuotannossa kasvoi vuonna 2012. Saatavissa:

https://www.tilastokeskus.fi/til/salatuo/2012/salatuo_2012_2013-11-05_tie_001_fi.html Hakupäivä 5.5.2014.

Sitra 2010. Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. Saatavissa: http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitran_selvityksia_39.pdf Hakupäivä: 5.5.2014

Energiatodistusopas 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennuksen_energiatodistus/Energiatodistuslomakkeet Hakupäivä: 5.5.2014.

Maalämmön hinta 2014. Saatavissa: <http://www.maalampohinta.fi/> Hakupäivä 6.5.2014.

Tomallen 2014. Maalämpö. Saatavissa:

<http://www.tomallen.fi/maalampo/?gclid=CPLk6oiPI74CFSLbcgodfK4AXQ> Hakupäivä: 6.5.2014.

Öljyalan Palvelukeskus Oy 2013. Kustannukset. Saatavissa:

<http://www.oljylammitys.fi/kustannukset/oljylammitysjarjestelman-hankintahinta> Hakupäivä: 6.5.2014.

Motiva 2011. Ilmanvaihdon saneerauksessa on tärkeintä lämmöntalteenoton hyötysuhde. Saatavissa: [http://www.jenergia-](http://www.jenergia-lehti.fi/index2.php?id=18&articleId=3308&type=4)

[lehti.fi/index2.php?id=18&articleId=3308&type=4](http://www.jenergia-lehti.fi/index2.php?id=18&articleId=3308&type=4) Hakupäivä: 6.5.2014.

Taloon 2014. Puhallusvilla asennettuna. Saatavissa: [http://www.taloon.com/isover-](http://www.taloon.com/isover-puhallusvilla-36-70m3/IS-KV-050-36-70/dp?openGroup=3086)

[puhallusvilla-36-70m3/IS-KV-050-36-70/dp?openGroup=3086](http://www.taloon.com/isover-puhallusvilla-36-70m3/IS-KV-050-36-70/dp?openGroup=3086) Hakupäivä: 6.5.2014.

Isover 2014. Pientalon korjausrakentaminen. Saatavissa:

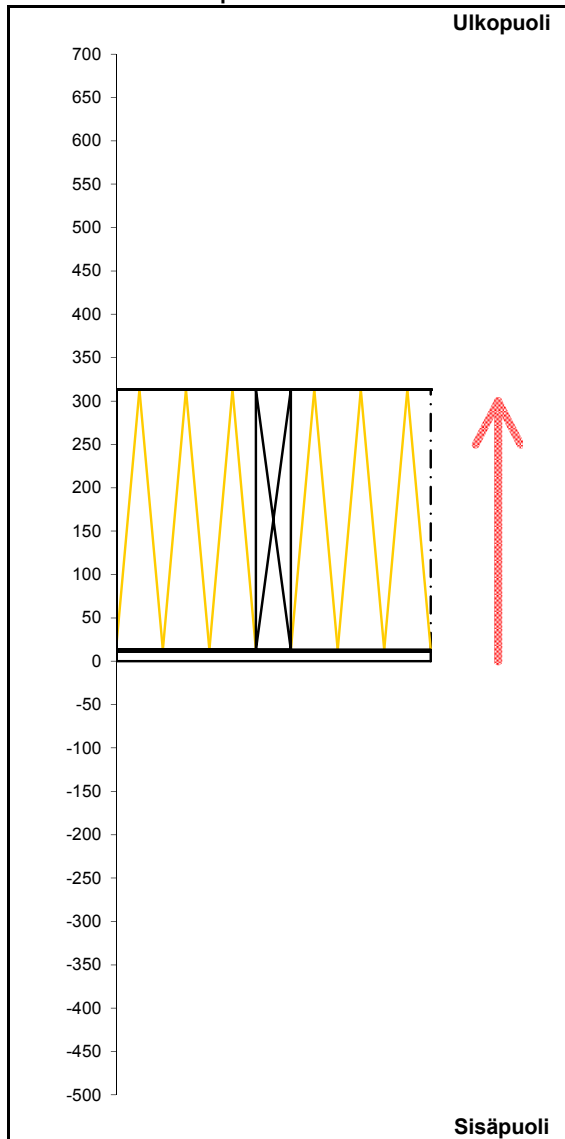
<http://www.isover.fi/suunnittelu/pientalojen-korjausrakentaminen> Hakupäivä 15.5.2014.

Suunnittelutoimisto X	Työn nro X		Sivu 2 / 2
	Päiväys X	Tekijä X	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Kipsilevy	11	0,210	0,0524		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	300	0,060	4,6948	39	600
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus

311 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUEDET

f_a	0,935	Eriste
f_b	0,065	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	5,253	m ² K/W
R_b	2,753	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	4,960	m ² K/W
R''_T	4,948	m ² K/W
U	0,202	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,009	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,2109 \text{ W/m}^2\text{K}$$

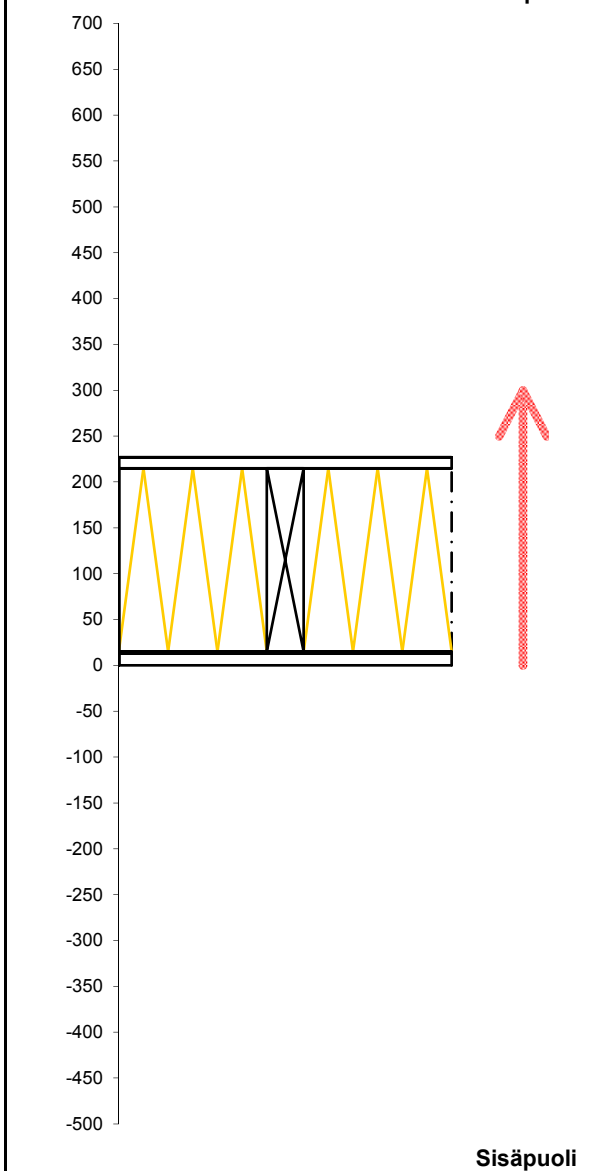
VIRHEILMOITUKSET

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	X	2 / 2
Rakennuskohde	Päiväys	
X	X	Tekijä
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	200	0,055	3,3770	39	600
4 Kuitulevy	12	0,110	0,1091		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus 225 mm

Ulkopuoli



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,935	Eriste
f_b	0,065	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	4,068	m ² K/W
R_b	2,098	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	3,834	m ² K/W
R''_T	3,809	m ² K/W
U	0,262	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,008	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

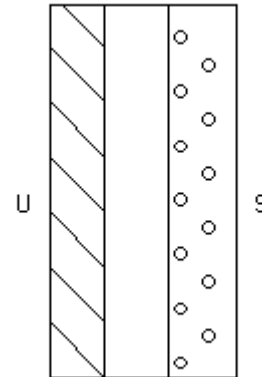
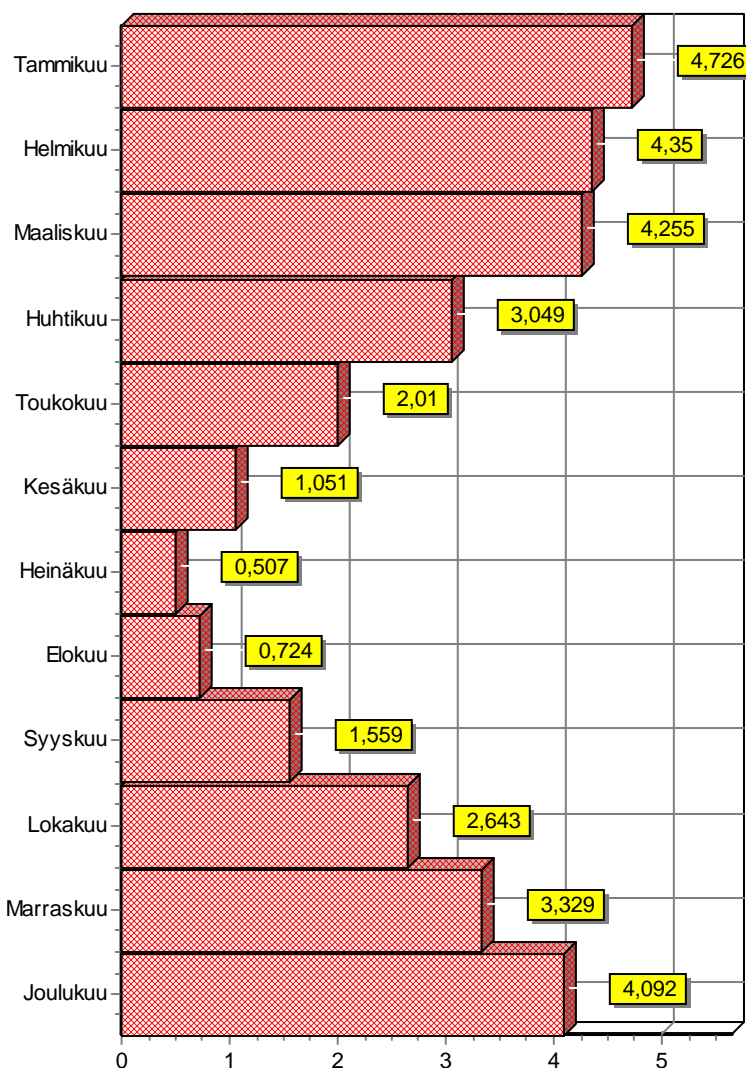
$$U_c = 0,2697 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Suunnittelija:	Päiväys: 16.5.2014	Tunnus:

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

KERROS:	T [mm]:
Tiili, savi	130.00
Polyetyyleeni / polye	150.00
Betoni, raudoitettu	160.00


Lämpöhäviö: (Yhteensä 32.295 kWh)

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.243 W/m ² K
Paksuus:	440.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	782.00 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	2.087e+07 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	4.792e-08 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.109 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
 A	
 B	
 C	
 D	
 E	 E
 F	
 G	

Uudisrakennusten
määräystaso 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

274

kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:

Yritys

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

23.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	11533	44	1.70	74.8									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Öljy	50453	193	1.00	192.6									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				274									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluasteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	E												
<p>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.</p>													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
Ei suosituksia	
Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".	

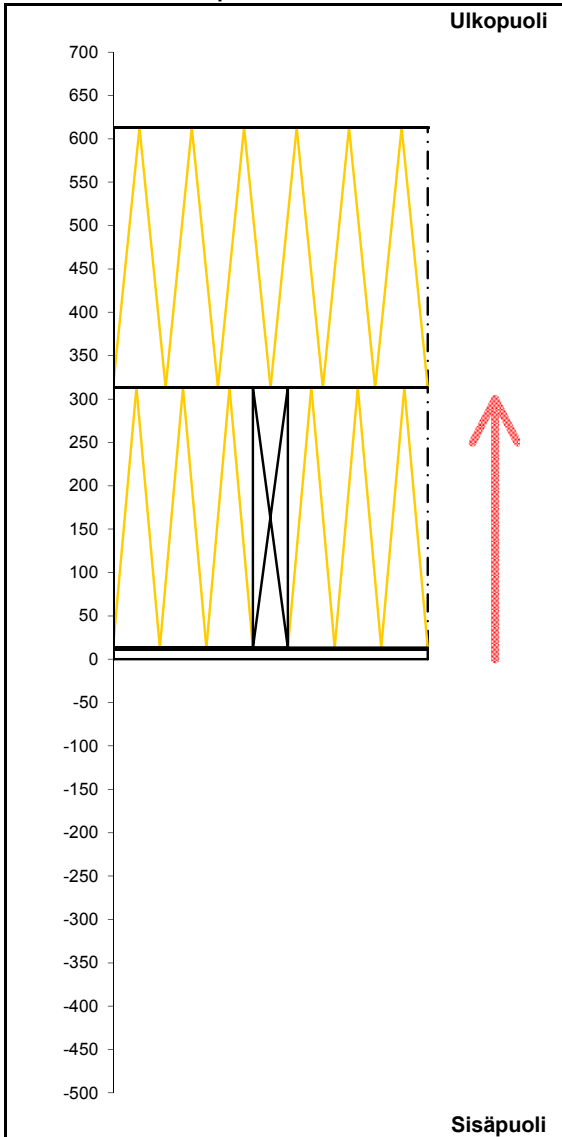
E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.26	52.38	24.58
Yläpohja	148.00	0.21	31.08	14.58
Alapohja	148.00	0.36	53.28	25.00
Ikkunat	22.50	2.10	47.25	22.17
Ulko-ovet	6.00	1.40	8.40	3.94
Kylmäsiilat	-	-	20.72	9.72
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo -	
Pohjoinen	8.20	2.10	0.56	
Itä	4.50	2.10	0.56	
Etelä	9.80	2.10	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.000 / 0.105	1.5	0.0	
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.000 / 0.105	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		0.0 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.81	80 %		3.49
LKV:n valmistus	0.81	96 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	9170		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	274			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	11533	1.70	19607	74.8
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
Fossiilinen polttoaine (Öljy)	50453	1.00	50453	192.6
YHTEENSÄ	65319		71726	273.8
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Lämpö ulkoilmasta		5895	22.50	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		3.5	115.4	
Tuloilman lämmitys			40.6	
Lämpimän käyttöveden valmistus				
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		31.5	156.0	0
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		34694	132	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		0	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)		

Suunnittelutoimisto X	Työn nro X		Sivu 2 / 2
	Päiväys X	Tekijä X	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Kipsilevy	11	0,210	0,0524		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	300	0,060	4,6948	39	600
4 Lämmöneriste	300	0,041	7,3171		
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 611 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUEDET

f_a	0,935	Eriste
f_b	0,065	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	12,570	m ² K/W
R_b	10,070	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	12,370	m ² K/W
R''_T	12,265	m ² K/W
U	0,081	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,010	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,0908 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
 A	
 B	
 C	
 D	Uudisrakennusten määräystaso 2012  D
 E	
 F	
 G	

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

171

kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:

Yritys

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

23.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	25338	97	1.70	164.4									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				171									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluasteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	D												
<p>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.</p>													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
Ei suosituksia	
Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.26	52.38	24.58
Yläpohja	148.00	0.21	31.08	14.58
Alapohja	148.00	0.36	53.28	25.00
Ikkunat	22.50	2.10	47.25	22.17
Ulko-ovet	6.00	1.40	8.40	3.94
Kylmäsiilat	-	-	20.72	9.72
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo -	
Pohjoinen	8.20	2.10	0.56	
Itä	4.50	2.10	0.56	
Etelä	9.80	2.10	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.000 / 0.105	1.5	0.0	
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.000 / 0.105	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		0.0 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde -	Lämpökerroin (1) -	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	3.40	2.50
LKV:n valmistus		96 %	2.30	0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	9170		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste -	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	171			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	25338	1.70	43075	164.4
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
YHTEENSÄ	28671		44741	170.8
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		26805	102.31	
Lämpö ulkoilmasta		5895	22.50	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	115.4	
Tuloilman lämmitys			40.6	
Lämpimän käyttöveden valmistus				
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		30.5	156.0	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		34694	132	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		0	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)			









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
	
	
 Uudisrakennusten määräystaso 2012	
	
	
	
	

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

143

kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:

Yritys

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

23.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Sunair 431-EC (31-106 L/s)												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	20963	80	1.70	136.0									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				143									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluasteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	C												
<p>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.</p>													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
Ei suosituksia	
Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.26	52.38	24.58
Yläpohja	148.00	0.21	31.08	14.58
Alapohja	148.00	0.36	53.28	25.00
Ikkunat	22.50	2.10	47.25	22.17
Ulko-ovet	6.00	1.40	8.40	3.94
Kylmäsiilat	-	-	20.72	9.72
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo	
Pohjoinen	8.20	2.10	0.56	
Itä	4.50	2.10	0.56	
Etelä	9.80	2.10	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair 431-EC (31-106 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.105 / 0.105	1.5	>70.3	0.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.105 / 0.105	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		70.3 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	3.40	2.50
LKV:n valmistus		96 %	2.30	0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	9170		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	143			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	20963	1.70	35636	136.0
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
YHTEENSÄ	24295		37303	142.4
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		17057	65.10	
Lämpö ulkoilmasta		5895	22.50	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	53.5	
Tuloilman lämmitys			2.4	
Lämpimän käyttöveden valmistus			40.6	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		30.5	96.5	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		21713	83	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		2134	8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)		









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
 A	
 B	
 C	 C
 D	
 E	
 F	
 G	

Uudisrakennusten
määräystaso 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

141

kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:

Yritys

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

23.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Sunair 431-EC (31-106 L/s)												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	20622	79	1.70	133.8									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				141									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluasteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	C												
<p>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.</p>													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
Ei suosituksia	
Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.26	52.38	26.81
Yläpohja	148.00	0.09	13.32	6.82
Alapohja	148.00	0.36	53.28	27.28
Ikkunat	22.50	2.10	47.25	24.19
Ulko-ovet	6.00	1.40	8.40	4.30
Kylmäsiilat	-	-	20.72	10.61
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo	
Pohjoinen	8.20	2.10	0.56	
Itä	4.50	2.10	0.56	
Etelä	9.80	2.10	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair 431-EC (31-106 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.105 / 0.105	2.0	>68.3	0.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.105 / 0.105	2.0	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		68.3 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	3.40	2.50
LKV:n valmistus		96 %	2.30	0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	9170		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	141			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	20622	1.70	35057	133.8
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
YHTEENSÄ	23955		36724	140.2
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		15270	58.28	
Lämpö ulkoilmasta		5895	22.50	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	42.4	
Tuloilman lämmitys			2.7	
Lämpimän käyttöveden valmistus			40.6	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		7.0		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		32.3	85.7	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		19398	74	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		2444	9	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)			









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
 A	
 B	
 C	
 D	Uudisrakennusten määräystaso 2012  D
 E	
 F	
 G	

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

165

kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:

Yritys

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

23.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	24439	93	1.70	158.6									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				165									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluaiteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	D												
<p>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.</p>													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
Ei suosituksia	
Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.26	52.38	26.81
Yläpohja	148.00	0.09	13.32	6.82
Alapohja	148.00	0.36	53.28	27.28
Ikkunat	22.50	2.10	47.25	24.19
Ulko-ovet	6.00	1.40	8.40	4.30
Kylmäsiilat	-	-	20.72	10.61
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo	
Pohjoinen	8.20	2.10	0.56	
Itä	4.50	2.10	0.56	
Etelä	9.80	2.10	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.000 / 0.105	1.5	0.0	C
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.000 / 0.105	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		0.0 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	3.40	2.50
LKV:n valmistus		96 %	2.30	0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	9170		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	165			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	24439	1.70	41547	158.6
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
YHTEENSÄ	27772		43213	164.9
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		24789	94.61	
Lämpö ulkoilmasta		5895	22.50	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	104.3	
Tuloilman lämmitys			40.6	
Lämpimän käyttöveden valmistus				
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		30.5	144.9	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		32362	124	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		0	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)		









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
 A	
 B	
 C	
 D	Uudisrakennusten määräystaso 2012  D
 E	
 F	
 G	

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

209

kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:

Yritys

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

23.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Sunair 431-EC (31-106 L/s)												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	11533	44	1.70	74.8									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Öljy	33439	128	1.00	127.6									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				209									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluaiteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	D												
<p>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.</p>													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
Ei suosituksia	
<p>Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.26	52.38	24.58
Yläpohja	148.00	0.21	31.08	14.58
Alapohja	148.00	0.36	53.28	25.00
Ikkunat	22.50	2.10	47.25	22.17
Ulko-ovet	6.00	1.40	8.40	3.94
Kylmäsiilat	-	-	20.72	9.72
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo	
Pohjoinen	8.20	2.10	0.56	
Itä	4.50	2.10	0.56	
Etelä	9.80	2.10	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair 431-EC (31-106 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.105 / 0.105	1.5	>68.3	0.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.105 / 0.105	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		68.3 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.81	80 %		3.49
LKV:n valmistus	0.81	96 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	9170		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	209			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	11533	1.70	19607	74.8
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
Fossiilinen polttoaine (Öljy)	33439	1.00	33439	127.6
YHTEENSÄ	48305		54712	208.8
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Lämpö ulkoilmasta		5895	22.50	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		3.5	53.5	
Tuloilman lämmitys			11.5	
Lämpimän käyttöveden valmistus			40.6	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		31.5	105.6	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		21713	83	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		2444	9	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)		









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
 A	
 B	
 C	
 D	 D
 E	
 F	
 G	

Uudisrakennusten
määräystaso 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku) **196**
kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:
Yritys

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
23.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Sunair 431-EC (31-106 L/s)												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	11533	44	1.70	74.8									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Öljy	29868	114	1.00	114.0									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				196									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluaiteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	D												
<p>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.</p>													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
Ei suosituksia	
Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.26	52.38	26.81
Yläpohja	148.00	0.09	13.32	6.82
Alapohja	148.00	0.36	53.28	27.28
Ikkunat	22.50	2.10	47.25	24.19
Ulko-ovet	6.00	1.40	8.40	4.30
Kylmäsiilat	-	-	20.72	10.61
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo	
Pohjoinen	8.20	2.10	0.56	
Itä	4.50	2.10	0.56	
Etelä	9.80	2.10	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair 431-EC (31-106 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.105 / 0.105	1.5	>68.3	0.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.105 / 0.105	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		68.3 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.81	80 %		3.49
LKV:n valmistus	0.81	96 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	9170		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	196			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	11533	1.70	19607	74.8
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
Fossiilinen polttoaine (Öljy)	29868	1.00	29868	114.0
YHTEENSÄ	44734		51141	195.2
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Lämpö ulkoilmasta		5895	22.50	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		3.5	42.4	
Tuloilman lämmitys			11.5	
Lämpimän käyttöveden valmistus			40.6	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		31.5	94.5	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		19398	74	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		2444	9	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)		









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
 A	
 B	
 C	
 D	
 E	 E
 F	
 G	

Uudisrakennusten
määräystaso 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

261

kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:

Yritys

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

23.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	11533	44	1.70	74.8									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Öljy	46856	179	1.00	178.8									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				261									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluaiteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	E												
<p>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.</p>													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
Ei suosituksia	
Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.26	52.38	26.81
Yläpohja	148.00	0.09	13.32	6.82
Alapohja	148.00	0.36	53.28	27.28
Ikkunat	22.50	2.10	47.25	24.19
Ulko-ovet	6.00	1.40	8.40	4.30
Kylmäsiilat	-	-	20.72	10.61
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo	
Pohjoinen	8.20	2.10	0.56	
Itä	4.50	2.10	0.56	
Etelä	9.80	2.10	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.000 / 0.105	1.5	0.0	C
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.000 / 0.105	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		0.0 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.81	80 %		3.49
LKV:n valmistus	0.81	96 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	9170		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	261			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	11533	1.70	19607	74.8
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
Fossiilinen polttoaine (Öljy)	46856	1.00	46856	178.8
YHTEENSÄ	61722		68129	260.0
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Lämpö ulkoilmasta		5895	22.50	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		3.5	104.3	
Tuloilman lämmitys			40.6	
Lämpimän käyttöveden valmistus				
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		31.5	144.9	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		32362	124	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		0	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)		









ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo esimerkki**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1990**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
 A	
 B	
 C	 C
 D	
 E	
 F	
 G	

Uudisrakennusten
määräystaso 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku) **140**
kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

01.01.2011

Viimeinen voimassaolopäivä:

01.01.2021

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	262												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Sunair 431-EC (31-106 L/s)												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/a	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	20520	78	1.70	133.1									
Puu	3333	13	0.50	6.4									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	5968	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				140									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluasteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...77</td> <td>B: 78 ... 120</td> <td>C: 121 ... 154</td> </tr> <tr> <td>D: 155 ... 234</td> <td>E: 235 ... 364</td> <td>F: 365 ... 434</td> </tr> <tr> <td>G: 435 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154	D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434	G: 435 ...		
A: ...77	B: 78 ... 120	C: 121 ... 154											
D: 155 ... 234	E: 235 ... 364	F: 365 ... 434											
G: 435 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	C												
<p>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.</p>													

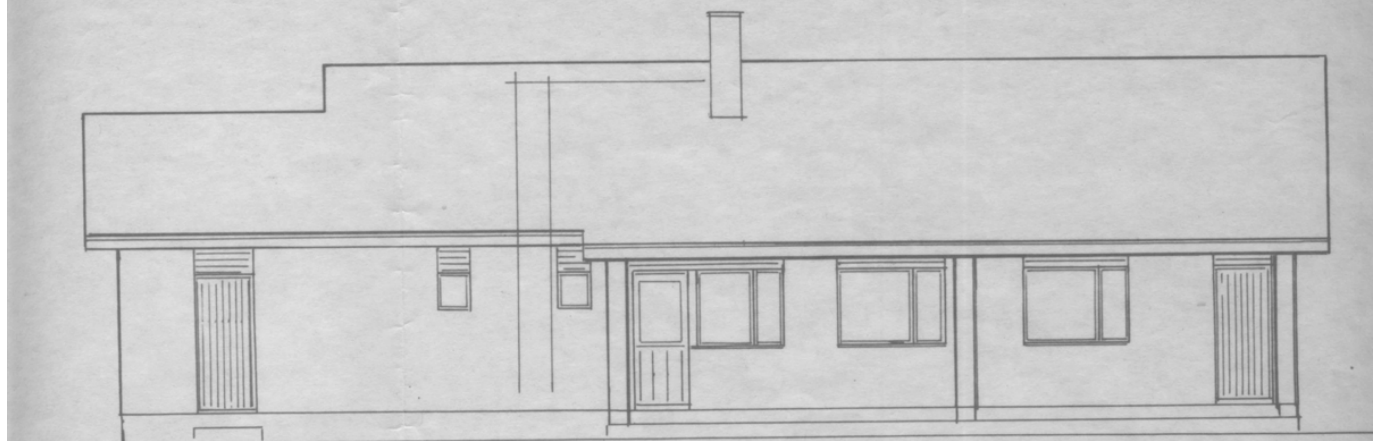
ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
<p>Suosituksia ei ole esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpideehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	262	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6.84	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	201.50	0.21	42.38	28.01
Yläpohja	148.00	0.09	13.32	8.81
Alapohja	148.00	0.36	53.28	35.22
Ikkunat	22.50	1.00	22.50	14.87
Ulko-ovet	6.00	1.00	6.00	3.97
Kylmäsiilat	-	-	13.79	9.12
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo	
Pohjoinen	8.20	1.00	0.56	
Itä	4.50	1.00	0.56	
Etelä	9.80	1.00	0.56	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair 431-EC (31-106 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.105 / 0.105	2.5	>71.2	0.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.105 / 0.105	2.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		71.2 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	2.50	2.50
LKV:n valmistus		96 %	2.30	0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpputjärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	2	2000		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	276.00	16		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m ²	262			
E-luku, kWhE/(m²vuosi)	140 (< raja=155)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	20520	1.70	34884	133.1
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	6.4
YHTEENSÄ	23852		36550	139.5
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		14694	56.08	
Lämpö ulkoilmasta		1286	4.91	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	49.5	
Tuloilman lämmitys			3.1	
Lämpimän käyttöveden valmistus			40.6	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		8.8		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		34.0	93.2	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		13715	52	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		1999	8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	16	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		4726	18.04	
Ihmiset		2754	10.51	
Kuluttajalaitteet		4131	15.77	
Valaistus		1836	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		3129	11.94	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)			



SISÄÄNKÄYNTISIVU



PIHASIVU

