

Antti Vartiainen

HIRSIRAKENNUKSEN ENERGIALUOKAN PARANTAMINEN

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kevät 2014



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekijä(t) Antti Vartiainen	
Työn nimi Hirsirakennuksen energiatehokkuusluokan parantaminen	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tuotantotekniikka	Toimeksiantaja Yksityinen henkilö
Aika Kevät 2014	Sivumäärä ja liitteet 35+6
<p>Euroopassa koko ajan tiukentuvat määräykset kasvihuonepäästöistä ja rakennuksien ja laitteiden energian kulutuksista nousevat rakennusalaan yhä tärkeämpään rooliin. Ilmastonmuutoksen nopeutuessa ja energiahinnan noustessa energiatehokkaiden rakennusten määrä kasvaa. Rakennuksien energiatehokkuutta parantamalla vähennetään kustannuksia ja päästöjen määrää.</p> <p>Suomessa energiatodistuslaki astui voimaan 1.6.2013. Sen avulla rakennuksien energiatehokkuutta pyritään parantamaan sekä lisäämään keskinäistä vertailua. Kritiikkiä saanut uusi energiatodistus suosii uusiutuvaa energiaa ja asettaa energiatodistuksen laatuvaatimukset ammattipätevyysvaatimuksien mukaisiksi.</p> <p>Insinöörityössä perehdyttiin uuteen energiatodistukseen ja energiatehokkuusluokan parantamiseen hirsitalossa. Hirsitalon energiatehokkuusluokkaa pyrittiin vertailemaan, mihin energialuokkaan normitalon ja passiivitalon vaatimuksilla päästäisiin.</p> <p>Hirsirakennuksen energiatehokkuusluokkaa saatiin parannettua ilmanvuotoluvun ja ikkunoiden U-arvoa pienentämällä. Ikkunoiden U-arvon pienentämisellä on suurin vaikutus, ja energiatehokkuusluokka parani luokkaan B. Pientalojen energiatehokkuuteen eniten vaikuttivat rakenteiden U-arvot, ilmanvuotoluku, lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihto.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	energiatodistus, uusiutuva energia, energiatehokkuusluokka, hirsitalo
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author(s) Antti Vartiainen	
Title Better Energy Efficiency Class in Log Houses.	
Optional Professional Studies Production Technology	Commissioned by Private person
Date Spring 2014	Total Number of Pages and Appendices 35+6
<p>The regulations concerning greenhouse gas emissions, energy consumption in the built environment and equipment will play a more and more important role in the construction industry. When climate change accelerates and energy prices rise, the amount of energy efficient buildings will increase and the buildings will reduce costs and emissions. The purpose of this Bachelor's thesis was help to understand the new energy certificate and how to obtain a better energy efficiency class. The main focus was to study how to improve the energy efficiency class of log houses.</p> <p>This work was carried out by comparing different heating methods, air tightness of buildings and ventilation. All the calculations were made by program M6X Energy which makes energy certificates.</p> <p>The results of the survey were quite clear. Air tightness in buildings and the latest technology in ventilation and heating guarantee an energy-efficient house. The new energy certificate does not tell the actual energy consumption, but calculated consumption and it favors renewable energy.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	energy certificate, energy efficient, log house, renewable energy
Deposited at	<input type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	4
2 ENERGIATEHOKKUUDEN MÄÄRÄYKSET	5
2.1 Euroopan unioni	5
2.2 Lainsäädäntö ja energiatodistuslaki	5
2.2.1 Velvollisuuksien kohteena olevat ja niistä vapautetut rakennukset	7
2.2.2 Uudisrakennuksen energiatodistus	8
2.2.3 Energiatodistus myynti- ja vuokraustilanteissa	9
2.3 Energiatodistuksen sisältö	10
2.3.1 Energiatodistuksen sisältämät tiedot	10
2.3.2 Energiamäärät	12
2.3.3 Rakennuksen ominaisuudet	12
2.4 Energiatodistuksen laatija	13
2.5 Valvonta	13
3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN	14
4 KOHDEHIRSITALO	20
4.1 Yleistiedot	20
4.2 Rakenteet	23
4.2.1 Ulkoseinä	23
4.2.2 Ikkunat ja ovet	25
4.2.3 Ylä- ja alapohja	26
4.3 Ilmanvaihto	27
4.4 Lämmitysjärjestelmä	27
4.5 Energialuokka	28
4.6 Hirsitalon määräykset	29
5 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN HIRSITALOSSA	30
5.1 Rakenteet	30
5.2 Lämmitysjärjestelmä	30
5.3 Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmä	31
5.4 Normitalon ja passiivitalon vertailuarvot	31

6 TULOKSIEN VERTAILU JA ARVIOINTI	32
7 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	34
LIITTEET	

TERMILUETTELO

Energiamuotojen kertoimet	Energialähteen tai energiatuotantomuodon kertoimia, joilla kerrotaan eri energiamuodot laskettaessa energialukua
Hirsitalo	Rakennus, jonka ulkoseinien päärakennusmateriaali on vähintään 180 mm paksu hirsi
Ilmanvuotoluku q_{50} l	Rakennusvaipan keskimääräinen vuotoilmavirta tunnissa 50 Pa paine-erolla rakennusvaipan pinta-alaa kohden
Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema lämpömäärä	Ilmavirran lämmittämiseen ulkoilman lämpötilasta huonelämpötilaan tarvittava lämpömäärä
Ilmanvaihdon ominaissähköteho	Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho suhteessa ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäteilmavirtaan tai mitoitusulkoilmavirtaan
Ilmanvaihdon poistoilman vuosihyötysuhde	Lämmön talteenottolaitteistolla vuodessa talteenotettavan ja hyödynnettävän lämpömäärän suhde ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaan lämpömäärään, kun lämmön talteenottoa ei ole
Lämmitetty nettoala A_{netto} m ²	Rakennuksen lämmitettyjen tilojen ala, ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna
Lämmön talteenotto LTO	Lämmön talteenottolaite, joka on osana ilmanvaihtokonetta. LTO-laite ottaa poistettavasta ilmasta lämmön talteen ja lämmittää ulkoilmasta otettavan ilman

Normitalo	Lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergiatarve enintään 100 kWh/(m ² a)
Passiivitalo	Lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergiatarve enintään 25 kWh/(m ² a)
Rakennuksen energiankulutus	Rakennuksen lämmitysenergian, laitesähköenergian ja jäähdytysenergian yhteenlaskettu kulutus
Rakennuksen kokonaisenergiankulutus	E-luku (kWh/m ²), ilmaisee energiamuotojen kertoimilla painotettua rakennuksen ostoenergian laskennallista kulutusta lämmitettyä nettoalaa kohden
Rakennuksen ostoenergian kulutus	Energia, joka hankitaan rakennuksen ulkopuolelta esim. sähköverkosta tai kaukolämpöverkosta
Rakennuksen vaippa	Rakennusosia, jotka erottavat lämpimän tai puolilämpimän tilan ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömästä tilasta
U-arvo	Lämmönläpäisykerroin, joka ilmoittaa lämpömäärän, jonka 1 m ² :n suuruinen rakennusosa läpäisee tunnissa, kun lämpötilaero on 1 °C
Uusiutuva energia	Aurinkoenergia, tuuli, vesivoima, uusiutuva biomassa, maalämpö, ilmalämpö
Uusiutuva omavaraisenergia	Kiinteistöön kuuluvalla laitteistolla uusiutuvista energialähteistä tuotettua uusiutuvaa energiaa, lukuun ottamatta uusiutuvia polttoaineita

1 JOHDANTO

Suomessa energiatodistus on ollut käytössä vuodesta 2008. Energiatodistuksella on ollut positiivinen vaikutus uudisrakennusten energiatehokkuuteen. Energiatodistuslaki ja -asetus astuivat Suomessa voimaan 1.6.2013. Laki ja asetus asettivat energiatodistuksen laatijalle pätevyysvaatimukset, ja energiatodistuksenluokittelu perustelu vaihtui laskennalliseen kokonaisenergiankulutukseen. Tavoitteena oli parantaa rakennuksien energiatehokkuutta ja vertailua sekä edistää uusiutuvan energian käyttöä.

Uuden energiatodistuksen suurimpana erona vanhaan energiatodistukseen voidaan pitää energiamuodon kertoimien huomioimista. Energiatodistuslain asettamat energiamuotokertoimet suosivat uusiutuvaa energiaa, kun taas sähkön kerroin on suurin. Vanha energiatodistus ja ET-luku laskettiin lämmitettyä bruttoalaa kohden, kun uudessa energiatodistuksessa E-luku lasketaan lämmitettyä nettoalaa kohden.

Insinööriyössä tarkastellaan keinoja, joilla voidaan parantaa hirsirakennuksen energiatehokkuusluokkaa sekä yleisesti rakennuksien energiatehokkuutta. Lisäksi on vertailtu mihin energiatehokkuusluokkaan passiivitalon ja normitalon vertailuarvoilla päästäisiin. Kaikki vaihtoehdot eivät ole esimerkkikohteessa järkeviä toteuttaa, mutta tulevaisuudessa uudisrakennusta rakennettaessa hyvä huomioida.

2 ENERGIATEHOKKUUDEN MÄÄRÄYKSET

2.1 Euroopan unioni

Euroopan unioni asetti vuonna 2008 energiatehokkuudelle ”20–20-20”-tavoitteet. Tavoitteet tarkoittivat 20 % pienempiä kasvihuonepäästöjä kuin vuonna 1990, uusiutuvien energioiden tuotannon nostamista 20 %:iin EU:n kokonaisenergiankulutuksesta ja 20 %:n korotusta EU:n energiatehokkuuteen. Tavoitteet oli tarkoitus saavuttaa vuoteen 2020 mennessä. [1; 2.]

Euroopan komissio julkaisi 22. päivä helmikuuta vuonna 2014 ilmasto- ja energiapaketin. Ilmasto- ja energiapaketti vastaa pääosin vuoden 2008 ”20-20-20”-tavoitteita muuttaen. Kasvihuonepäästöjen vähentäminen 40 %:lla vuoden 1990 tasosta, EU-alueiden tavoite uusiutuvan energian osuuden saamisesta vähintään 27 %:iin sekä energiatehokkuuden tarkempi huomiointi. Tavoitteet oli tarkoitus saavuttaa vuoteen 2030 mennessä. [1; 2.]

Energiatehokkuus koskee erityisesti rakennusalaan. Valtiot tiukentavat energiatehokkuusvaatimuksia, ja yhä useampi uudisrakennus on energiatehokkaampi. Rakennusalaalla uusiutuvien energialähteiden käyttöä pyritään lisäämään kasvihuonekaasujen vähentämiseksi.

2.2 Lainsäädäntö ja energiatodistustilaki

Suomessa energiatodistus on ollut käytössä vuodesta 2008. Energiatodistusten käyttöön ottoa edellytti vuonna 2003 annettu rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. Direktiivi uusittiin vuonna 2010, minkä avulla pyrittiin parantamaan energiatodistuksen käytännön vaikuttavuutta asettamalla lisävelvoitteita. Suomessa astui voimaan 1.6.2013 energiatodistustilaki ja –asetukset, jonka seurauksena syntyi uusi sininen energiatodistus. Uusi sininen energiatodistus on esitetty kuvassa 1. [3.]

Uuden energiatodistustilain tarkoituksena on lisätä rakennuksien energiatehokkuuden vertailua, edistää rakennusten energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian käyttöä rakennuksissa. [3.]

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite:	Talo Maija ja Juho Lipponen Juholankyläntie 26 88600 Sotkamo
Rakennustunnus:	0
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2013
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Yhden asunnon talot
Todistustunnus:	

KOEKÄYTTÖVERSIO

	Energiehokkuusluokka
A	
B	
C	
D	Uudisrakennusten määräystaso 2012
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	218 kWh _e /m ² vuosi
---	---

Todistuksen laatija:	Yritys:
Antti Vartiainen	
Allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:

Energiatodistus perustuu lakiin rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013).

Copyright MX6 Teknologiat Oy

Kuva 1. Uusi sininen energiatodistus

Velvollisuus hankkia energiatodistus

Rakennuksen omistajalla on aina vastuu siitä, että rakennuksesta on energiatodistus [3.]

2.2.1 Velvollisuuksien kohteena olevat ja niistä vapautetut rakennukset

Rakennus, jonka tilojen sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi käytetään energiaa, vaatii energiatodistuksen.

Energiatodistusta ei tarvita seuraavissa tapauksissa:

1. rakennus, jonka pinta-ala on enintään 50 m²
2. loma-asumiseen tarkoitettu rakennus, jota ei käytetä majoituselinkeinoon harjoittamiseen
3. tilapäinen tai määräaikainen rakennus
4. teollisuus- ja korjaamorakennus, uimahalli, jäähalli, varastorakennus, liikenteen rakennus sekä rakennukseen liittyvää tai erillistä moottoriajoneuvosuoja
5. muuhun kuin asuinkäyttöön tarkoitettu maatilarakennus, jossa energiantarve on vähäinen tai jota käytetään alalla, jota koskee kansallinen alakohtainen energiatehokkuussopimus
6. rakennus, joka on suojeltu maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisella kaavalla, valtion omistamien rakennusten suojelusta annetun asetuksen (480/1985), rakennusperinnön suojelemista annetun lain (498/2010) tai sitä edeltävien lakien mukaisella päätöksellä taikka rakennusta, joka sijaitsee maailman kulttuuri- ja luonnonperinnön suojelemisesta tehdyn yleissopimuksen (SopS 19/1987) mukaisessa maailmanperintöluetteloon hyväksytyssä kohteessa tai on kohteena viranomaisten välisessä rakennuksen suojelua koskevassa sopimuksessa
7. kirkkoa tai muuta uskonnollisen yhteisön omistamaa rakennusta, jossa on vain kokoontumiseen tai hartauden harjoittamiseen taikka näitä palvelemaan toimintaan tarkoitettuja tiloja
8. kasvihuone, väestönsuoja tai muu rakennus, jonka käyttö vaikeutuisi kohtuuttomasti, jos niihin sovellettaisiin rakennusten energiatehokkuutta koskevia säännöksiä ja määräyksiä.
9. puolustushallinnon käytössä oleva rakennus.

[3.]

Energiatodistuksen kohde

Energiatodistus tulee laatia koko rakennukselle. Energiatodistus tulee laatia rakennuksen osalle silloin, kun rakennuksen osien käyttötarkoitukset eroavat toisistaan olennaisesti. [3.]

2.2.2 Uudisrakennuksen energiatodistus

Maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukaista rakennuslupaa uudisrakentamista varten haettaessa tulee energiatodistuksella osoittaa rakennuksen arvioitu energiatehokkuus. Jos todistus on puutteellinen tai tiedot tarkentuvat hankkeen edetessä, todistus on korvattava täydennetyllä tai tarkennetulla todistuksella ennen rakennuksen käyttöönottoa. Rakennus katsotaan otetuksi käyttöön maankäyttö- ja rakennuslain 153 §:n 1 momentin mukaan, kun loppukatselmuksessa rakennus on hyväksytty käyttöönotettavaksi. [3.]

Uudisrakentamiseksi ei katsota rakennuksen korjaus- tai muutostyötä, rakennuksen laajentamista tai sen käyttötarkoituksen muuttamista. [3.]

Taulukossa 1 on esitetty uudisrakennuksen E-luvun vaatimukset.

Taulukko 1. Uudisrakennuksen E-lukuvaatimukset [4, s. 9]

Erillinen pientalo	Lämmitetty nettoala A_{netto}	kWh/m ² vuodessa
Pientalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	204
	$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$372 - 1,4 \times A_{\text{netto}}$
	$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$173 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
	$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	130
Hirsitalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	229
	$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$397 - 1.4 \times A_{\text{netto}}$
	$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$198 - 0.07 \times A_{\text{netto}}$
	$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	155

2.2.3 Energiatodistus myynti- ja vuokraustilanteissa

Rakennusta, rakennuksen 4 §:n 1 momentissa tarkoitettua osaa, huoneistoa tai niiden hallintaoikeutta myytäessä tai vuokrattaessa tulee mahdollisen ostajan tai vuokralaisen nähtävillä olla voimassaoleva rakennuksen tai sen osan energiatodistus. Energiatodistus on annettava alkuperäisenä tai jäljennöksenä ostajalle tai vuokralaiselle. [3.]

Energiatodistusta ei tarvitse:

1. samaan konserniin kuuluvien yhteisöjen välinen myynti tai vuokraus
2. rakennus myydään purettavaksi
3. alivuokrauksessa
4. vuokraus koskee vuokraamista määräaikaisesti enintään vuodeksi

Myyntiä tai vuokrausta koskevassa julkisesti esille laitetussa ilmoituksessa tulee mainita kohteen energiatehokkuutta kuvaava tunnus, ellei kyseessä ole 2 momentissa tarkoitettu tilanne. [3.]

Energiatodistuksen nähtävillä olo

Viranomaisen tai laitoksen tarjotessa julkisia palveluja yleisön käyntien kohteena olevissa tiloissa, joiden kerrosala yhdessä rakennuksessa ylittää 250 m², voimassa olevan rakennuksen energiatehokkuutta kuvaava luokitteluasteikko on asetettava selvästi yleisön nähtävillä alkuperäisenä tai jäljennöksenä. [3.]

Energiatodistuksen voimassaolo

Energiatodistus on voimassa enintään kymmenen vuotta todistuksen laatimisesta tai kunnes se korvataan uudella energiatodistuksella. [3.]

2.3 Energiatodistuksen sisältö

2.3.1 Energiatodistuksen sisältämät tiedot

Energiatodistuksessa rakennuksen energiatehokkuus ilmaistaan kokonaisenergiakulutuksen sijoittumista luokitteluasteikolle. Energiatehokkuusluokka ilmoitetaan kirjaimilla A-G. [3.]

Energiatehokkuusluokka saadaan jakamalla kokonaisenergiankulutus rakennuksen lämmitetyllä nettoalalla. Taulukossa 2 on esitetty pientalojen energiatehokkuusluokat. Uudisrakennusten määräystaso vuonna 2012 on C-luokka. [3.]

Rakennukset jaetaan käyttötarkoituksen mukaisiin ryhmiin, joilla kullakin on oma luokitteluasteikko.

- erilliset pientalot, rivi- ja ketjutilat
- asuinkerrostalot
- toimistorakennukset
- liikerakennukset
- majoitusliikerakennukset
- opetusrakennukset ja päiväkodit
- liikuntahallit pois lukien uima- ja jäähallit
- sairaalat
- muut rakennukset ja määräaikaiset rakennukset

[3.]

Taulukko 2. Pientalojen energiatehokkuusluokat, kun $150 \text{ m}^2 < A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$ [6, s. 16.]

Energiatehokkuusluokka		Kokonaisenergiankulutus, E-luku (kWh_E/m^2)
A		$E\text{-luku} \leq 83 - 0,02 \times A_{\text{netto}}$
B		$83 - 0,02 \times A_{\text{netto}} \leq E\text{-luku} \leq 131 - 0,04 \times A_{\text{netto}}$
C	uudisrakennusten määräystaso 2012	$131 - 0,04 \times A_{\text{netto}} \leq E\text{-luku} \leq 173 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
D		$173 - 0,07 \times A_{\text{netto}} \leq E\text{-luku} \leq 253 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
E		$253 - 0,07 \times A_{\text{netto}} \leq E\text{-luku} \leq 383 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
F		$383 - 0,07 \times A_{\text{netto}} \leq E\text{-luku} \leq 453 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
G		$453 - 0,07 \times A_{\text{netto}} \leq E\text{-luku}$

Energiatodistuksessa ilmoitetaan laskennallinen ostoenergiankulutus eli rakennuksen ulkopuolelta hankittava energia (esim. sähköverkko). Toteutunut ostoenergiankulutus ilmoitetaan, mikäli tieto on saatavilla. [5, s. 6.]

Lisäksi todistukseen on sisällytettävä suosituksia keinoista, joilla rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa, jos kyseessä ei ole uudisrakennus. [3.]

2.3.2 Energiamäärät

Energiatodistusta laadittaessa tulee selvittää rakennuksen tyypillisen käytön laskennallinen kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus. Laskennallisella kokonaisenergiankulutuksella tarkoitetaan energiamuotojen kertoimilla painotettua rakennuksen vuotuista ostoenergian laskennallista kulutusta lämmitettyä nettoalaa kohden. [4.]

Kulutuksia määritettäessä tulee huomioida rakennuksen tekniset järjestelmät ja rakennusosien ominaisuudet. Maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa rakennuksissa käytetään seuraavien energiamuotojen kertoimia:

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

[4.]

2.3.3 Rakennuksen ominaisuudet

Energiamäärän selvittämiseksi tulee huomioida rakennuksen ominaisuudet, jotka voivat vaikuttaa energiankulutukseen. Apuna voi käyttää rakennuksen omistajaa tai haltijaa sekä havainnointia paikan päällä. [5.]

1. ulkoseinät, ulko-ovet, ikkunat, ylä- ja alapohja sekä muut rakenteet
2. lämmitysjärjestelmä
3. käyttövesijärjestelmä
4. ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmä
5. valaistus
6. jäähdytysjärjestelmä
7. sähköiset erillislämmitykset
8. muut järjestelmät, joilla on vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen

[5.]

2.4 Energiatodistuksen laatija

Energiatodistuksen laatijalla tulee olla todettu ja voimassaoleva pätevyys. Pätevyyttä varten energiatodistuksen laatijalla tulee olla soveltuva tekniikan alan koulutus tai korvaava työkokemus ja hyväksytyt laatijakoe. Pätevyys on voimassa enintään seitsemän vuoden ajan. Pätevyyden uudistamiseksi energiatodistuksen laatijan tulee pitää ammatitaitoaan yllä energiatodistusten laatimisella, ammatitaitoa ylläpitävällä koulutuksella tai näihin rinnastettavalla tavalla. [3.]

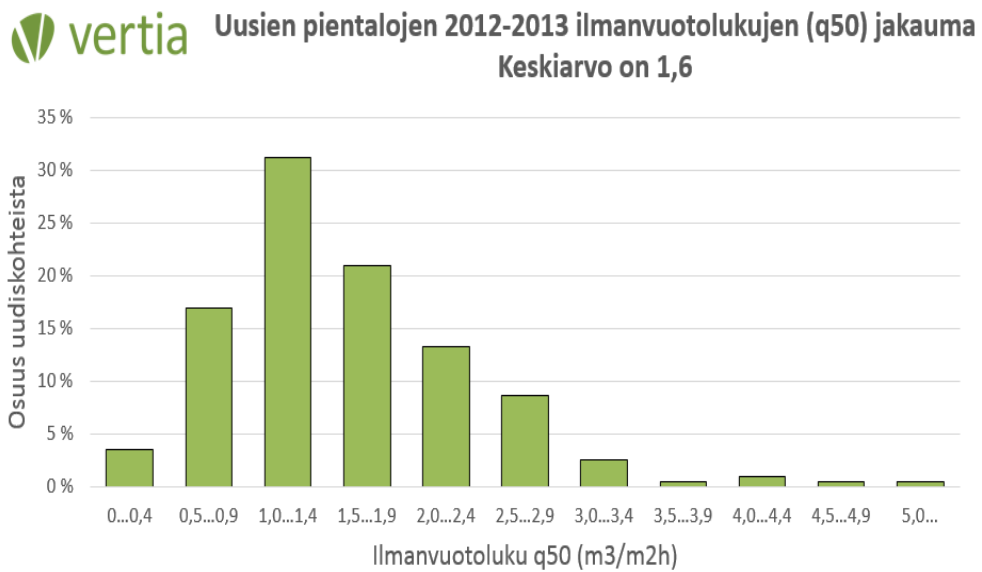
2.5 Valvonta

Ympäristöministeriöllä on tämän lain noudattamisen valvonnan ylin johto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA valvoo lain ja annettujen säännösten noudattamista. Lisäksi ARA kerää tiedot energiatodistuksista ja niiden laatijoista. Energiatodistuksen laatijalla on velvollisuus säilyttää energiatodistuksen laatimiseen liittyvä materiaali 12 vuoden ajan. [3.]

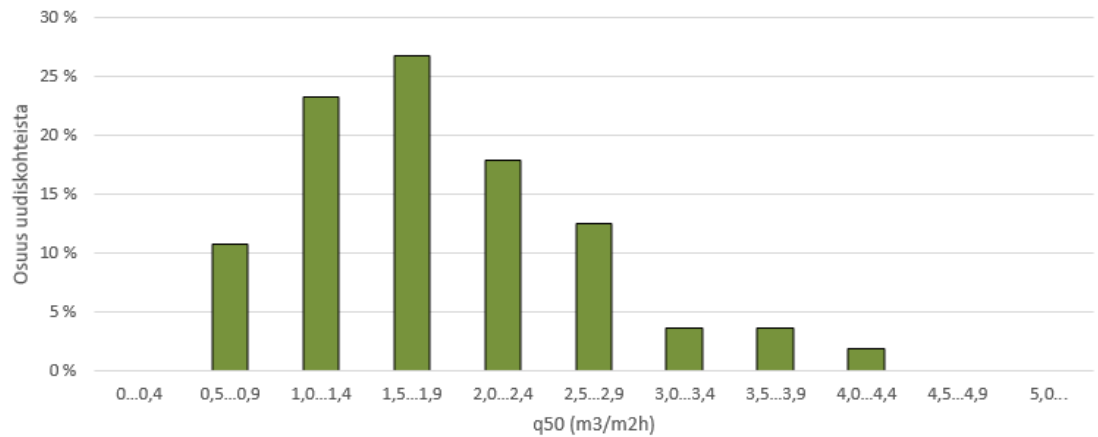
3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Rakennusvaipan ilmanpitävyys

Rakennusvaipan ilmanpitävyydellä saadaan parannettua energiatehokkuutta ja rakennuksen viihtyisyyttä. Rakennuksen ilmanpitävyys ilmoitetaan ilmanvuotoluvulla q_{50} , joka tarkoittaa rakennusvaipan vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pa paine-erolla rakennusvaipan pinta-alaa kohden. Ilmanvuotoluku saadaan tiiveysmittauksella. Kuvassa 2 on esitetty uusien pientalojen ilmanvuotoluvun jakautuminen ja kuvassa 3 hirsitalojen. Rakentamismääräyskokoelma D3 (2012) on asettanut ilmanvuotoluvulle enimmäisarvon $4 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. [4, s. 10.]



Kuva 2. Pientalojen ilmanvuotolukujen jakautuminen [11.]



Kuva 3. Hirsitalojen ilmanvuotolukujen keskiarvo on 1,9. [11.]

Mikäli rakennukseen ei ole tehty tiiveysmittausta, käytetään ilmanvuotolukuna arvoa 4.

Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet, U-arvot

Jokaisella rakenteella voidaan laskea lämmönläpäisykerroin eli U-arvo. U-arvo ilmaisee lämpömäärän, jonka 1 m²:n suuruinen rakennusosa läpäisee tunnissa, kun lämpötilaero on 1 °C. Rakennusosan U-arvot jaetaan ulkoseinän, yläpohjan ja alapohjan arvoihin. [4, s. 5.]

Rakentamismääräyskokoelma D3 (2012) asettaa normitalon rakenteille ohjearvot:

- Ulkoseinä 0,17 W/m² K
- Yläpohja 0,09 W/m² K
- Alapohja 0,16 W/m² K
- Ikkunat ja ovet 1,0 W/m² K
- Hirsiseinä 0,40 W/m² K

[4, s. 13]

Rakenteiden läpi johtumalla siirtyvää ilmaa voidaan pienentää parantamalla rakenteiden, ikkunoiden ja ovien U-arvoja.

Lämmitysjärjestelmät

Suomen sääolojen vuoksi rakennuksen lämmitys on välttämätön. Lämmitysjärjestelmä kannattaa suunnitella niin, että sitä voidaan ohjata eri asetuksin eri tiloihin. Kesäisin riittää vain lattialämmitys, joka pitää lattian kuivana ja lisää käyttömukavuutta. Normitalo kuluttaa energiaa lämmittämiseen vuodessa 100–120 kWh/m². [7, s. 6.]

Maalämpöpumppu

Maalämpöjärjestelmän suosio on kasvanut viime vuosina varsinkin pientalojen lämmitysjärjestelmänä. Maalämpöjärjestelmän hankintahinta on korkea, mutta vastaavasti käyttö edullista. Rakennuksen koko vaikuttaa myös kannattavuuteen; mitä suurempi rakennus sitä kannattavampi sijoitus. Maalämpöjärjestelmä ottaa lämmön joko syvästä porakaivosta tai pintamaahan asennetusta vaakaputkistosta. Myös vesistöön asennus on mahdollista.

Maalämpöpumpun tehokkuutta kuvataan COP-kertoimella, joka ilmaisee kuinka paljon pumppu tuottaa lämpöä verrattuna sen käyttämään sähköenergiaan. Tyypillisesti maalämpöpumpun COP-kerroin on kolme.

Maalämpöpumppua voidaan käyttää myös rakennuksen sisäilman viilennykseen. Sisäilman lämpötilaa voidaan laskea pari astetta. Viilennys on energiatehokasta, koska ainoa sähköä tarvitseva laite on kiertovesipumppu. [7, s. 17.]

Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu ottaa lämmön talteen talosta poistettavasta ilmasta ja käyttää sen tuloilmaan, käyttöveden lämmitykseen tai vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Poistoilmalämpöpumpulla voidaan myös viilentää sisäilmaa.

Poistoilmanlämpöpumppu hoitaa talon ilmanvaihdon ja korvaa ilmanvaihtolaitteiston ja lämmöntalteenoton. Suoraan sähkölämmitykseen verrattuna poistoilmalämpöpumppu säästää 40 %. Poistoilmalämpöpumpun hankintahinta on alhaisempi kuin maalämpöpumpulla ja siksi soveltuu pääosin pieniin omakotitaloihin. [7, s. 19.]

Kaukolämpö

Kaukolämmön lämpöenergia tuotetaan lämpö- ja voimalaitoksissa. Lämpö johdetaan kaukolämpöverkostoa pitkin kuluttajien lämmönjakokeskuksiin. Polttoaineena voimalaitokset käyttävät maakaasua, kivihiiltä, turvetta, puuta tai öljyä. [7, s. 19.]

Suomessa noin puolet rakennusten lämmitykseen käytettävästä energiasta saadaan kaukolämmöstä. Yhä useammin myös pientalot liitetään kaukolämpöverkoston, saatavuuden levittyä laajemmalle. Kaukolämpöön liittyminen maksaa käyttöönottomaksun, perusmaksun ja energiamaksun. [7, s. 20.]

Sähkölämmitys

Nykyinen sähkön hinta ja lisääntyvät lämmitysratkaisut ovat vähentäneet sähkölämmityksen suosiota. Sähkölämmityksen hyvän hyötysuhteen vastakohtana on kallis energian hinta. Sähkölämmityksen tueksi kannattaa kuitenkin miettiä toistakin lämmitysmuotoa, kuten tulisijaa, jolla autetaan rakennuksen lämmitystä kylmimpinä aikoina. [7, s. 22.]

Sähkölämmitys voidaan toteuttaa huonekohtaisena tai vesikiertoisena. Lattialämmitys voidaan asentaa betonilattian lisäksi myös puu- tai levyrakenteiseen lattiaan. Jatkuvatoiminen lattialämmitys on päällä ympäri vuorokauden termostaatin avulla. [7, s. 22.]

Patterilämmitys pystyy nopeasti reagoimaan lämmitystarpeen muutoksiin, jolloin huoneilman lämpötila saadaan pysymään tasaisena. Patterit sijoitetaan yleensä ikkunoiden alle, jolloin vedon tunne saadaan poistettua. Sähköllä lämpiäviä pattereita on kahta eri tyyppiä. Suljettu lämmitin siirtää lämmön huoneeseen lämpösäteilynä lämmittimen ulkopinnasta. Yhdistelmä- lämmitin lämmittää myös sen läpi virtaavaa ilmaa. Sähköpatterin korkein pintalämpötila on 70 °C ja normaalikäytössä 60 °C. [7, s. 22.]

Öljylämmitys

Öljylämmitysjärjestelmät ovat hyötysuhteiltaan hyviä ja polttavat polttoainetta puhtaasti. Öljykattila on lämmitysteholtaan niin suuri että kattilan oma vesitilavuus riittää myös käyttövedenlämmitykseen, joten erillistä lämminvesivaraajaa ei tarvita. Öljylämmitysjärjestelmään voidaan yhdistää myös uusiutuvaa energiaa, kuten aurinkoenergiaa ja puulla tuotettua energiaa. Mikäli käytetään uusiutuvaa energiaa erillinen vesivaraaja on välttämätön. Aurinkoenergialla on mahdollista tuottaa 25–30 % lämmitystarpeesta. Parhaimmillaan öljykattilat pystyvät hyödyntämään 94–95 % polttoöljyn energiasta. Tämä tarkoittaa n. 90 % hyötysuhdetta vuositasona. [7, s. 24.]

Kaasulämmitys

Kaasulämmitysjärjestelmä on periaatteeltaan samanlainen kuin öljylämmitys. Öljylämmityskattiloita voidaan käyttää myös maa- ja biokaasulla. Maakaasun käyttö edellyttää liittymistä paikkakunnan jakeluverkkoon. Biokaasua voidaan tuottaa itse maatilakohtaisella kaasureaktorilla. [7, s. 26.]

Aurinkolämmitys

Suomessa auringon energiaa voidaan hyödyntää nykyistä enemmän lämmön ja sähkön tuottamiseen. Aurinkopaneelien avulla auringon energia saadaan muutettua sähköksi, joka käytetään käyttöveden tai lämmitysjärjestelmän lämmitykseen. Näin saadaan pienennettyä ostotoenergian määrää. Aurinkopaneelit asennetaan yleisimmin talon katolle ja suunnataan etelään. Käyttöveden lämmitykseen aurinkopaneeleita tarvitaan 4-6 m² ja lämmitysjärjestelmän lämmitykseen 10–20 m². Aurinkolämpöjärjestelmällä voidaan tuottaa puolet lämpimän käyttöveden energiatarpeesta. Koko talon lämmitysenergian tarpeesta voidaan tuottaa 25–35 %. [7, s. 29.]

Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu soveltuu erityisesti sähkölämmitysjärjestelmän tueksi. Ilmalämpöpumppu siirtää lämpöenergiaa ulkoilmasta sisäilmaan. Tuotettavan lämmön määrä riippuu ulkolämpötilasta. Mitä kylmempi ulkoilma, sitä vähemmän lämpöä voidaan tuottaa. Nykyään hyvillä

laitteilla voidaan tuottaa alle $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n lämpötiloista kannattavasti lämpöä. Ilmanlämpöpumpulla voidaan kattaa 30-40 % talon lämmitysenergiasta. Lisäksi sitä voidaan käyttää sisäilman viilennykseen. [7, s. 33.]

Ilmanvaihto

Rakennuksissa ilmanvaihto on välttämätön. Ilmanvaihdolla sisäilmasta saadaan puhdasta ja lisätään viihtyisyyttä. Yleisesti asuinrakennuksen ilmanvaihto toimii siten, että makuu- ja olohuoneisiin tuodaan ulkoilmaa ja ilmaa poistetaan WC:stä, pesu- ja kylpyhuoneesta sekä vaatehuoneesta. Ilmanvaihto voi olla koneellinen tai painovoimainen. Uudisrakennuksissa käytetään lähes aina koneellista ilmanvaihtoa. Ilmanvaihtokoneen sähkön kulutus ilmoitetaan SFP-luvulla (m^3/s). Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään $1,0\text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään $2,0\text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. [4, s. 15; 8, s. 2.]

Ilmanvaihdon energiatehokkuutta pystytään parantamaan lämmön talteenottolaitteistolla, joka kerää poistettavasta ilmasta lämmön talteen ja käyttää sen ulkoilmasta otettavan ilman lämmitykseen. Rakentamismääräyskokoelman D3 (2012) mukaan lämmön talteenotto laitteiston vuosihyötysuhteen pitää olla parempi kuin 45 %. [4, s. 15.]

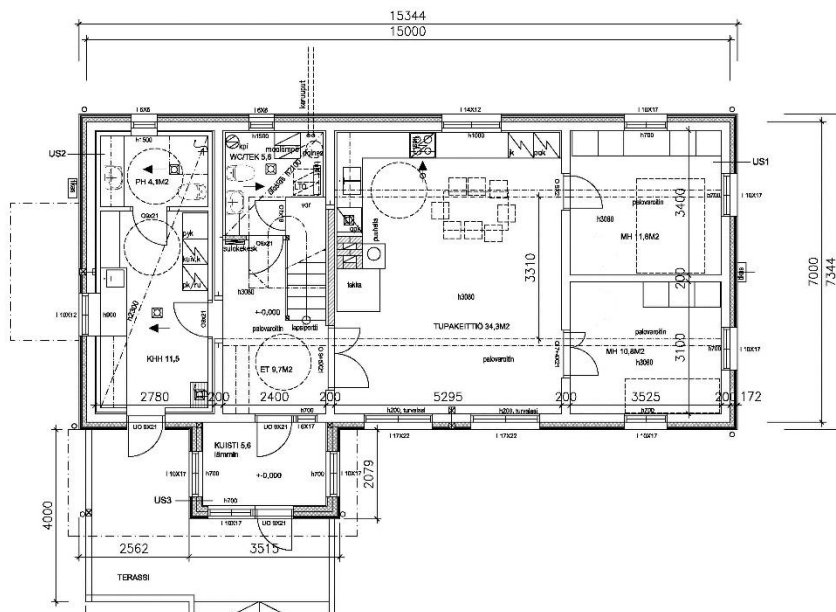
4 KOHDEHIRSITALO

4.1 Yleistiedot

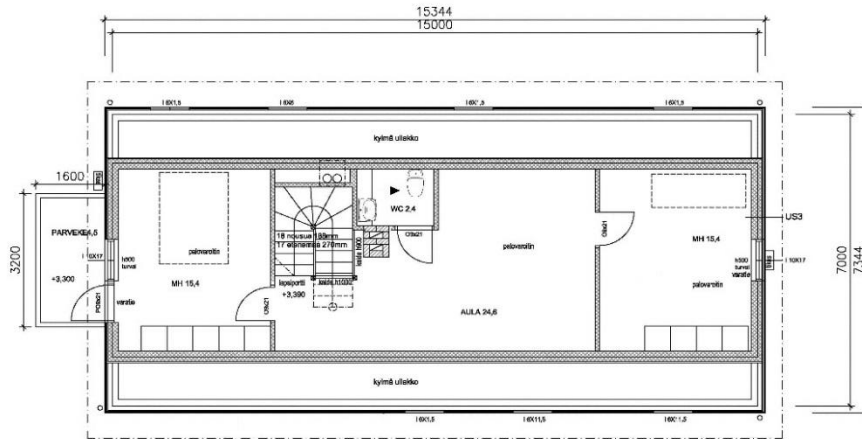
Rakennus on 1,5-kerroksinen omakotitalo, jonka ensimmäinen kerros on 200 mm vahvasta hirrestä veistetty hirsikehikko. Talo on n. 15 metriä pitkä ja 7 metriä leveä ja huoneistoalaltaan 155 m². Kuvissa 4-9 on esitetty rakennuksen pohjapiirustukset sekä julkisivukuvat.

Rakentaminen aloitettiin heinäkuussa 2011 perustuksien tekemisellä. Hirsikehikon on veistänyt talonmestari. Talo valmistui maaliskuussa 2013.

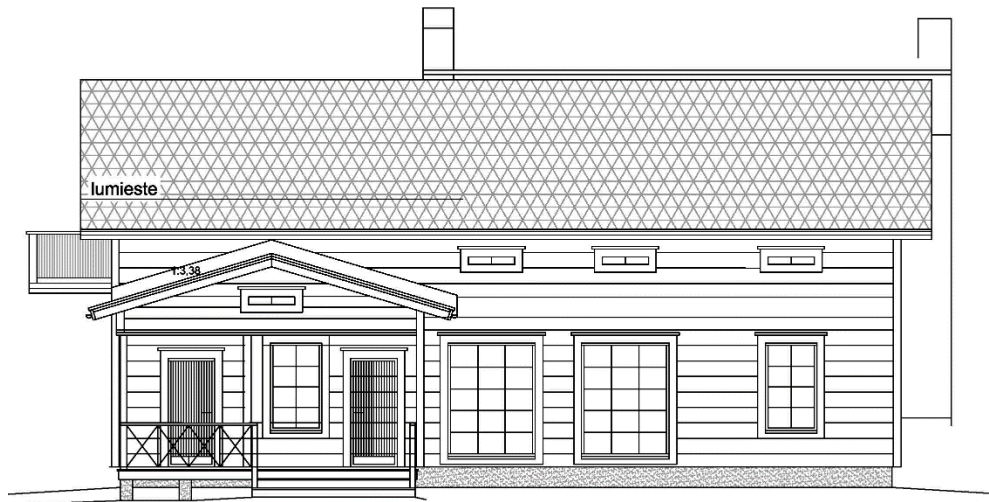
Hirsitalo sijaitsee Sotkamossa taajaman ulkopuolella Juholankylällä.



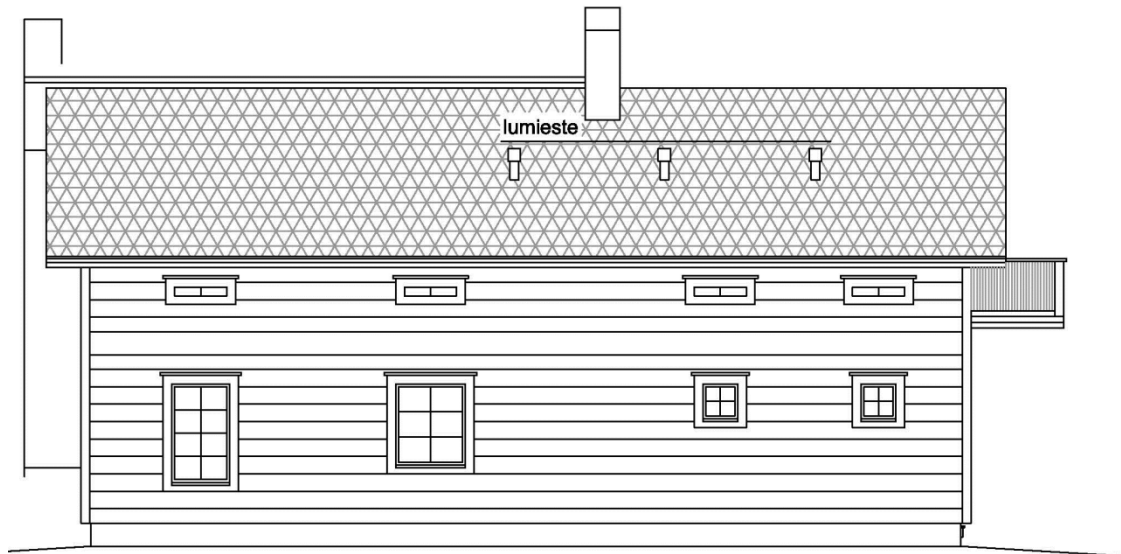
Kuva 4. Pohjapiirustus 1. kerros



Kuva 5. Pohjapiirustus 2. kerros



Kuva 6. Julkisivu etelään



Kuva 7. Julkisivu pohjoiseen



Kuva 8. Julkisivu itään



Kuva 9. Julkisivu länteen

4.2 Rakenteet

4.2.1 Ulkoseinä

Rakennuksen ulkoseinärakenteet jakautuvat ensimmäisen ja toisen kerroksen mukaan. 1. kerroksen rakenteeseen on lisätty lämmöneristettä 100 mm. Toisen kerroksen rakenteessa lämmöneristettä on enemmän, 200 mm.

1. kerros

- Julkisivulaudoitus 25 mm
- koolaus 22 mm
- Runkoleijona 25 mm
- koolaus 50x100 k600, puhallusvilla 100 mm
- pelkkahirsi 200 mm

$$\frac{1}{0,13 + \frac{0,025}{0,052} + \frac{0,100}{0,048} + \frac{0,2}{0,12} + 0,13}$$

$$= 0,22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

2. kerros

- Julkisivulaudoitus 25 mm
- koolaus 22 mm
- tuulensuojalevy 9 mm
- koolaus 45x95 k600, selluvillalevy 100 mm
- runko 45x120 k600, selluvillalevy 100 mm
- höyrynsulkupaperi
- koolaus 22 mm
- paneeli

1

$$0,13 + \frac{0,015}{0,12} + \frac{0,2}{0,048} + 0,16 + 0,02 + \frac{0,09}{0,21} + 0,13$$

$$U = 0,19 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Rakennuksen kuisti on erillinen osa rakennusta. Kuistissa ei ole käytetty hirttä, vaan se on tehty kappaletavarasta.



Kuva 10. Rakennuksen ensimmäinen kerros on 200 mm vahvasta hirrestä veistetty kehikko.

4.2.2 Ikkunat ja ovet

Ikkunat ja ovet on tehnyt rakennuksen omistaja itse. Ikkunan pokat ovat puiset ja lasit kolmekerroksiset. Ikkunoiden U-arvo on $1,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Rakennuksen ulko-ovet ovat massiiviset puuovet. Väliovet ovat lasillisia puuovia. Ovien U-arvo on $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

4.2.3 Ylä- ja alapohja

Rakennuksen alapohja on tavanomainen maanvarainen betonilaatta. Lämmöneristettä on 200 mm, betonia 80 mm. Alapohjan U-arvo on $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$.

$$\frac{1}{0,17 + \frac{0,08}{1,7} + \frac{0,2}{0,041} + 0,04}$$

$$U = 0,195 \times 0,9 = 0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Yläpohja on eristetty puhallusvillalla 400 mm ja selluvillalla 100 mm. Yläpohjassa on sekä pääty- että räystästuuletus. Vesikatteenä on tiilikate. Yläpohjan U-arvo on $0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$.

$$\frac{1}{0,1 + \frac{0,012}{0,12} + 0,16 + 0,02 + \frac{0,1}{0,048} + \frac{0,4}{0,041} + 0,2 + 0,04}$$

$$U = 0,08 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

4.3 Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvaihtokone on Vallox digit 2 SE MLV VKL. Koneessa on tulo- ja poistoilmanvaihto lämmön talteenotolla. Valmistajan ilmoittama laitteen hyötysuhde on 70 %.



Kuva 11. Ilmanvaihtokone Vallox digit

4.4 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmänä on maalämpö, joka lämmittää myös lämpimän käyttöveden. Lämmönjako tapahtuu vesikiertoisen lattialämmityksen kautta. Lisäksi on varaava takka.



Kuva 12. Maalämpöpumppu Thermia Diplomat

4.5 Energialuokka

Taloon on tehty energiatodistus rakennuslupamenettelyn yhteydessä vuonna 2011. Energiatodistus perustuu vanhaan energiatodistukseen (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen. Hirsitalon energialuokka on B, ja ET-luku on 158 kWh/brm²/vuosi.

M6X Energia- ohjelmalla laadittu uusi energiatodistus antaa energiatehokkuusluokaksi C (liite 1). Uuden sinisen energiatodistuksen E-luku ja vanhan energiatodistuksen ET-luku eivät ole keskenään vertailukelpoisia.

4.6 Hirsitalon määräykset

Suomen rakentamismääräyskokoelma D3 (2012) asettaa hirsirakennuksen energiatehokkuudelle määräykset. Asuinrakennuksen lämpimän rakennusosan seinän U-arvo $\leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm). [4, s. 13.]

Lisäksi uudisrakennuksen E-luku ei saa ylittää taulukossa 2 esitettyjä arvoja.

Taulukko 2. Hirsirakennuksen E-luvun ylärajat. [4, s. 9.]

Luokka 1 Erillinen pientalo, rivi- ja ketjutalo	Lämmitetty nettoala A_{netto}	kWh/m ² vuodessa
Hirsitalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	229
	$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$397 - 1,4 \times A_{\text{netto}}$
	$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$198 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
	$A_{\text{netto}} \geq 600 \text{ m}^2$	155

5 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN HIRSITALOSSA

5.1 Rakenteet

Ikkunoiden U-arvon parantaminen

Hirsitalon ikkunoiden U-arvo on $1,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Ikkunoiden osuus rakennusvaipan lämpöhäviöstä oli suurin, 35 %.

Energiatehokkuusluokan parantamiseksi ikkunoiden uusimisella päästäisiin ikkunoiden U-arvoon $1,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Rakenteiden U-arvot

Rakentamismääräyskokoelman D3 (2012) vertailuarvo hirsiseinän U-arvolle on $0,40 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Hirsitalon ulkoseinien U-arvot olivat $0,22$ ja $0,19 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, jotka täyttävät Rakennusmääräyskokoelman ohjearvon. E-luvun parantamiseksi ulkoseinän U-arvoa ei ole viisasta parantaa.

Alapohjan U-arvo on $0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, joka ei täytä normitalon vertailuarvoa $0,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Vertailuun otettiin passiivitalon U-arvoksi asetettu $0,10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Ilmanvuotoluku

Hirsitaloon ei ole tehty ilmantiiveysmittausta, joten ilmanvuotoluku on 4. Vertailuksi ilmanvuotoluvuksi asetettiin 1,0, mikä on keskiverto hirsitalon ilmanvuotolukua parempi arvo.

5.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmistä energiatehokkuuteen vaikuttavin muoto olisi ollut maalämpö. Kohteeseen oli kuitenkin jo asennettu maalämpö, joten lämmitysjärjestelmien vertailulla ei olisi

saavutettu parempia ratkaisuja. Päälämmitysjärjestelmän rinnalle voidaan valita lisäksi muita lisälämmitysjärjestelmiä, jotka yhdessä tuottavat paremmin ja tehokkaammin energiaa.

Aurinkosähköjärjestelmä

Laskelmissa esimerkkikohteeseen asennettiin aurinkokennoja 12 m² maalämpöpumpun rinnalle.

5.3 Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmä

Hirsitalon ilmanvaihtokoneen vuosihyötysuhde oli 70 %. Laskelmissa verrattiin vaikutusta, jos vuosihyötysuhde olisi 80 %.

5.4 Normitalon ja passiivitalon vertailuarvot

Lisäksi vertailtiin, mikäli hirsitalo olisi rakennettu normitalon ja passiivitalon rakenteiden, ilmanvaihdon ja ilmanvuotoluvun vertailuarvoilla.

6 TULOKSIEN VERTAILU JA ARVIOINTI

Liitteessä 2 on esitetty energiatehokkuuden parantamisen keinoja sekä energian kulutuksen eroja. Taulukossa ensimmäisenä ovat passiivitalon ja normitalon vertailuarvojen mukaan lasketut kulutukset ja energialuokat. Viimeisenä ovat hirsitaloon toteutettavissa olevat vaihtoehdot ja niiden erot. Lisäksi on laskettu, paljonko energiankulutuksen pienentäminen toisi säästöjä vuodessa.

Lähtötietojen perusteella pystyttiin jo olettamaan, että hirsitalon energiatehokkuusluokan parantamiseen suurimman muutoksen tekisi ikkunoiden U-arvon pienentäminen. Ikkunoiden osuus oli 35 % koko rakennusvaipan lämpöhäviöstä. Ikkunoiden U-arvolla $1,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ saatiin vuodessa 6179 kWh säästöä. Ilmanvuotoluvun vaikutus osoittautui yllättävän suureksi. Ilmanvuotoluvun pienentäminen 4:stä 1,0:aan osoittautui vaikutukseltaan lähes yhtä suureksi kuin ikkunoiden U-arvon parantaminen ja pienentäisi energiankulutusta vuodessa 4723 kWh.

Muilla toimenpiteillä hirsitalon energiatehokkuusluokka pysyisi luokassa C.

Passiivi- ja normitalon vertailuarvoilla päästiin oletettuihin energiatehokkuusluokkiin. Passiivitalon vertailuarvot ovat erittäin tiukat, ja niillä energian kulutusta saadaan pienennettyä.

7 YHTEENVETO

Insinööriyön lähtökohtana oli selvittää, miten saadaan energiatehokkuusluokka parannettua pientaloissa sekä erityisesti hirsitalossa. Uuden energiatodistuksen astuessa voimaan oli vertailua hyvä suorittaa todellisen kohteen avulla.

Työssä ilmeni, että rakenteiden U-arvoilla ja ilmanvuotoluvulla on suuri vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen. Lisäksi lämmitysjärjestelmän ja ilmanvaihdon tärkeys korostuu. Hirsirakennuksen energiatehokkuusluokka saatiin nousemaan B luokkaan ikkunoiden U-arvon pienentämisellä ja ilmanvuotoluvulla 1,0. Muiden rakenteiden U-arvot olivat vertailuarvojen tasolla, joten niiden parantamista ei nähty kannattavana.

Tulevaisuudessa rakennuksen energiatehokkuuteen kannattaa panostaa. Rakennuksen energiatehokkuus nousee esille jo ostovaiheessa, kun kauppoja suunnitellaan. Pitkällä aikavälillä energian säästöllä voidaan säästää huomattavia summia.

LÄHTEET

1 Euroopan unionin ilmasto- ja energiatavoitteet, [WWW-dokumentti]

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-54_fi.htm

(luettu 8.4.2014)

2 Energiatoteutus, [WWW-dokumentti]

<http://energia.fi/ajankohtaista/lehdist-tiedotteet/ehdotus-ilmasto-ja-energiapolitiikan-puitteiksi-2030-oikeansuuntain>

(luettu 8.4.2014)

3 FINLEX, Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013 [WWW-dokumentti]

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050#Lid2176664>

(luettu 8.4.2014)

4 Rakennusten energiatehokkuusmääräykset ja ohjeet D3 2012. [pdf-dokumentti]

http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf

(luettu 8.4.2014)

5 FINLEX, Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 176/2013

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130176>

(luettu 8.4.2014)

6 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 176/2013, liitteet YMa rakennuksen energiatodistuksesta. [pdf-dokumentti]

<http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf>

(luettu 8.4.2014)

7 Pientalon lämmitysjärjestelmät, Motiva [pdf-dokumentti]

http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf

(luettu 8.4.2014)

8 Energiatehokas ilmanvaihto, Motiva [pdf-dokumentti]

http://www.motiva.fi/files/3180/Energiatehokas_ilmanvaihto.pdf

(luettu 8.4.2014)

9 RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen asuinrakennukset

10 Energiatehokas koti, määritelmiä ja termejä. [WWW-dokumentti]

http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/maaritelmiä_ja_termejä

(luettu 8.4.2014)

11 Ilmanvuotoluku, Vertia [WWW-dokumentti]

<http://www.vertia.fi/tiiveysmittaus/ilmanvuotoluku>

(luettu 8.4.2014)

12 Rakennustieto M6X Energia-ohjelma [WWW-dokumentti]

<https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/mx6energia.html>

luettu (8.4.2014)

LIITEET

Hirsitalon uusi sininen energiatodistus

ENERGIATODISTUS	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Talo Maija ja Juho Lipponen Juholankyläntie 26 88600 Sotkamo
Rakennustunnus:	0
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2013
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Yhden asunnon talot
Todistustunnus:	
KOEKÄYTTÖVERSIO	
	Energiehokkuusluokka
A	
B	
C	Uudisrakennusten määräystaso 2012
D	
E	
F	
G	
	C
Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	152 kWh _e /m ² vuosi
Todistuksen laatija:	Yritys:
Antti Vartiainen	
Allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:

Energiatodistus perustuu lakiin rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013).

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala	155												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Maalämpöpumppulämmitys												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Tulo-/poistoilmajärjestelmä ja hyvä LTO												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)			-	kWh _e /(m ² vuosi)							
Sähkö	12 898	83	1,7	141									
Kaukolämpö			0,7										
Kaukojäähdytys			0,4										
Fossiiliset polttoaineet			1,0										
Uusiutuvat polttoaineet	3 333	22	0,5	11									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3 534	23											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				152									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokitteluaasteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...80</td> <td>B: 80...125</td> <td>C: 125...163</td> </tr> <tr> <td>D: 163...243</td> <td>E: 243...373</td> <td>F: 373...444</td> </tr> <tr> <td>G: 443...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...80	B: 80...125	C: 125...163	D: 163...243	E: 243...373	F: 373...444	G: 443...		
A: ...80	B: 80...125	C: 125...163											
D: 163...243	E: 243...373	F: 373...444											
G: 443...													
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													
Lähimmän 10 vuoden aikana ei korjausrakentamistarpeita.													
Suositukset ovat esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".													
Copyright MX6 Teknologiat Oy													

E-LUVUN LASKENNAN LAHTOTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitus	Yhden asunnon talot			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2013	Lämpöenergian nettopinta-ala	155	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q ₅₀	3,6	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	202,0	0,21	42	34
Yläpohja	115,0	0,08	9	7
Alapohja	101,9	0,18	18	10
Ikkunat	24,7	1,80	44	35
Ulko-ovet	5,7	1,00	6	5
Kylmäsiilit	-	-	11	9
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	Siirtosuora-arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	4,1	1,80	0,5	
Koillinen	0,0	1,80	0,5	
Itä	6,8	1,80	0,5	
Kaakko	0,0	1,80	0,5	
Etelä	10,9	1,80	0,5	
Lounas	0,0	1,80	0,5	
Länsi	2,9	1,80	0,5	
Luode	0,0	1,80	0,5	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Tulo-/poistoilmajärjestelmä ja hyvä LTO			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätyminenesto °C
Pääilmavaihtokoneet	0,062/0,062	1,59	80 %	3
Erillispoistot	- /0	0,00	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0,062/0,062	1,59	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	70 %			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpöpumpulämmitys			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin ¹	Apulaitteiden sähkönkäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	1,00	80 %	3,1	2,5
Lämpimän käyttöveden valmistus	1,00	98 %	2,3	0,0
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumpputilajärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	0	0		
Jäähdytysjärjestelmä				
Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
	0			
Lämminkäyttövesi				
Lämmin käyttövesi	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
	487	27		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttäasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2	3	
Valaistus	10 %			8

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2013	Koekäyttöversio		
Lämmitetty nettoala, m ²	155			
E-luku, kWh _E /(m ² vuosi)	152			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh _E /vuosi kWh _E /(m ² vuosi)	
Sähkö	12 898	1,7	21 927 141	
Kaukolämpö		0,7		
Kaukojäähdytys		0,4		
Fossiiliset polttoaineet		1,0		
Uusiutuvat polttoaineet	3 333	0,5	1 667 11	
YHTEENSÄ	16 232		23 594 152	
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinkosähkö				
Aurinkolämpö				
Tuulisähkö				
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia		21 975	142	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys ¹		3	146	-
Tuloilman lämmitys		2	2	-
Lämpimän käyttöveden valmistus		0	32	-
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		8	-	-
Jäähdytysjärjestelmä		0	-	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus		23	-	-
YHTEENSÄ		35	181	0
¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys ²		13 070	84	
Ilmanvaihdon lämmitys ³		307	2	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4 200	27	
Jäähdytys		0	0	
² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		5 450	35	
Henkilöt		1 705	11	
Kuluttajalaitteet		2 449	16	
Valaistus		1 085	7	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä		415	5	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	MX6 Energia versio 6.2.0			

TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisinaan ilman lämmöntarvelukukorjausta

Toteutunut ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala

155

Koekäyttöversio

Ostettu energia

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

Kaukolämpö

Kokonaissähkö

Kiinteistösähkö

Käyttäjäsähkö

Kaukojäähdytys

Ostetut polttoaineet¹polttoaineen
määrä
vuodessa

yksikkö

muunnos-
kerroin
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

Kevyt polttoöljy

Pilkkeet (havu- ja sekapuu)

Pilkkeet (koivu)

Puupelletit

litra

pino-m³pino-m³

kg

10

1300

1700

4,7

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

Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä

Kaukolämpö yhteensä

Polttoaineet yhteensä

Kaukojäähdytys

YHTEENSÄ

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

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

Toimenpide	Energian kulutus (kWhE/vuosi)	Kulutuksen ero- tus	E-luku (kWh _E /m ² vuosi)	Energiatehokkuusluokka A-G	Säästö €/v
Passiivitalon vertailuarvot	5117	18 477	20	A	2772
- parannettu LTO 80 %	3 724	19 870	17	A	2981
- ilmanvuotoluku 0,5	1832	21 762	14	A	3264
- LTO 80% ja ilmanvuotoluku 0,5	1043	22 551	12	A	3383
Normitalon vertailuarvot	15 573	8 021	100	B	1203
- parannettu LTO 80 %	13 090	10 504	84	B	1576
- ilmanvuotoluku 1,0	10 949	12 645	71	A	1897
- LTO 80% ja ilmanvuotoluku 0,6	8 992	14 602	58	A	2190
Ikkunoiden U-arvo 1,0 W/m ² K	17 415	6 179	112	B	927
Ilmanvuotoluku q ₅₀ 1,0	18 871	4 723	122	B	708
Aurinkokennot	20 209	3 385	130	C	508
LTO 80%	21 104	2 490	136	C	374
Alapohjan U-arvo 0,10 W/m ² K	22 008	1 586	142	C	238
Tuloilman jälkilämmityspatteri vesikiertoinen	23 073	521	149	C	78
Lähtötilanne	23 594		152	C	