

Jarmo Huttu

ENERGIATALOUDELLISEN OMAKOTITALON TARKASTELU

ENERGIATALOUDELLISEN OMAKOTITALON TARKASTELU

Jarmo Huttu
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Rakennussuunnittelu

Tekijä: Jarmo Huttu
Opinnäytetyön nimi: Energiataloudellisen omakotitalon tarkastelu
Työn ohjaaja: Anu Montin
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019
Sivumäärä: 54 sivua + 7 liitettä

Opinnäytetyössä perehdyttiin vuonna 2011-2012 rakennetun puurakenteisen omakotitalon energiankulutukseen ja siihen, millä tavoin kulutukseen ovat vaikuttaneet lämmitysjärjestelmän muutokset. Rakennuksen ensimmäinen vuosi 2012 lämmitettiin sähköllä. Seuraavana vuonna 2013 rakennukseen lisättiin vesikiertoinen takka ja kahden vuoden ajan rakennusta lämmitettiin vesikiertotakan ja sähkön avulla. Vuonna 2015 rakennuksen katolle lisättiin 60 aurinkoputkikeräintä, joiden lämmitysenergia kierrätettiin varaajan kautta talon lämmitysjärjestelmään. Opinnäytetyössä keskityttiin vertailemaan näiden kolmen eri vaihtoehtojen yhteisvaikutusta energian kulutukseen ja kustannuksiin. Työssä tutkittiin myös, miten eri lämmitysvaihtoehdot vaikuttavat energiatehokkuuslukuun sekä mikä on ohjelmalla laskettu laskennallinen vertailuluku ja siitä määräytyvä energialuokka.

Energiatodistuksen laatimiseen ja energian kulutuksen tarkasteluun käytettiin Lamit Oy:n kehittämää Lamitor-ohjelmaa. Opinnäytetyöhön saatiin energian toimittajalta eli Oulun Energialta vuosittaiset kulutustiedot rakennuksen energiankulutuksesta energiatilien kautta, jonka avulla voitiin seurata energiankulutusta eri vuosina.

Opinnäytetyössä saatiin tutkittua eri vaihtoehtojen energiakulutukset ja näitä vertailemalla saatiin selville, mikä niistä on taloudellisesti kannattavin kokonaisuutena. Työssä todettiin, että mitä useampaa uusiutuvaa energiamuotoa ja aurinkoenergiaa käytetään energian tuottamisessa, sitä enemmän energiatehokkuus paranee laskelmissa ja myös taloudellisesti ostoenergiassa. Energiatodistuksissa todettiin energiatehokkuuden parantuvan, kun kokoonpanoon lisättiin energiatehokkuutta parantavia komponentteja. Komponentteja lisäämällä myös ET-luku pieneni ja energialuokka parani.

Tutkittava rakennus saavutti parhaan A-luokan energiatodistusluokituksessa lopussa. Laskentamallin ja määräysten 2018 mukaan rakennus sijoittui ARA:n energialuokkatilastoissa erinomaiseen luokkaan. Vain 0,4 % ennen 2018 rakennetuista rakennuksista sijoittuu tähän luokkaan.

Asiasanat: Energiankulutus, lämmitysjärjestelmä, energiatodistus, E-luku

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Build engineering

Author(s): Jarmo Huttu
Title of thesis: Inspection of Energy Efficient Detached House
Supervisor(s): Anu Montin
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019
Pages: 54 + 7 appendices

In the thesis, one orientated oneself to the energy expenditure of a 2011-2012 built wooden detached house and in what ways changes in the heating system has affected it. The heating for the building was electricity for its first year. Next year, a fireplace that heats circulated water was added and for the next two years, the house was heated with electricity and wood. The focus in the thesis was to compare the primary effect on energy expenditure and costs of these three. It was also examined how different heating alternatives affected the energy expenditure and the energy category determined by heating alternatives.

A program called Lamitor by Lamit LLC was used for the drafting of the energy certificate and examining of the consumption. Yearly consumption statistics were received from Oulun Energia for the thesis through the energy account of the building which enabled to monitor its energy expenditure for different years.

The energy expenditure among the alternatives was researched in the thesis and by comparing these the economically lucrative one could be determined. As a result of the thesis, the more the sun and other renewable energy formats are used, the better the efficiency. A correlation was found in the energy efficiencies when components enhancing its effectiveness were added. By adding more components, the ET-number decreased, and the energy category improved.

The inspected house achieved the best possible category among all energy certificate categories. The house ranked in an excellent group in the ARAs energy category statistics. Only 0.4% of houses that have been built before 2018 are ranked in this grade.

Keywords: energy consumption, heating system, energy certificate, E-number

ALKULAUSE

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa Anu Montinia ja erityisesti Lamit Oy:tä, jolta sain Lamitor-ohjelman käyttöni energiatodistuksien laatimista varten.

Toivon työni kiinnostavan uusia rakentajia. Ihanteellisinta olisi, että uudet rakentajat kiinnostuisivat jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa kiinnittämään erityistä huomiota rakennuksen energiatehokkuuteen ja eri lämmitysvaihtoehtojen vertailuun oman kodin rakennusurakassa.

Oulussa 7.5.2019

Jarmo Huttu

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO	8
2 ENERGIATEHOKKUUS JA ENERGIATODISTUS	9
2.1 Energiaselvitys ja energiatehokkuus	9
2.2 Energiatehokkuusluku ja E-luvun laskenta	10
2.3 Energiatodistus	10
2.4 Energiatehokkuusluokittelu	21
3 PUURAKENTEISEN OMAKOTITALON TEKNISET TIEDOT	24
3.1 Omakotitalon tiedot valmistumishetkellä	25
3.1.1 Alapohja	25
3.1.2 Ulkoseinä	26
3.1.3 Yläpohjan rakenne	26
3.1.4 Ikkunat	26
3.1.5 Ulko-ovet	27
3.1.6 Lämmityksen lämmönlähde ja lämmitysjärjestelmä	27
3.1.7 Ilmanvaihto ja kanavisto	28
3.2 Tehdyt muutokset	30
3.2.1 Vesitakka	30
3.2.2 Hybridivaraaja	31
3.2.3 Aurinkokeräimet	35
3.3 Yhteenveto kohteen nykytilasta	37
4 JÄRJESTELMIEN ENERGIVERTAILU	39
4.1 Energiatodistuksen laadintaohjelma	39
4.2 Energiatehokkuusluku ja -luokka	42
4.3 Ostoenergia	43
4.4 Tulokset energiatehokkuudesta	45
4.5 Lämmitysjärjestelmien yhteensopivuus	49
5 YHTEENVETO	51

LÄHTEET
LIITTEET

53
55

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on erilaisten lämmitysmuotojen vaikutus omakotitalon energiataloudellisuuteen. Tarkastelun kohteena on omakotitalo, jonka alkuperäiseen sähkölämmitysjärjestelmään on asennettu myöhemmin energiaa säästäviä järjestelmiä kuten vesikiertotakka, aurinkoputkikeräimiä ja hybridivaraaja.

Rakennus sijaitsee Oulun keskustan ulkopuolella asemakaava-alueella. Rakennuksen lämmitysjärjestelmässä päädyttiin rakentamisvaiheessa hybridilämmitykseen, koska rakennus sijaitsee vanhaa rakennuskantaa sisältävällä alueella ja kaukolämpöä ei ollut saatavilla. Maalämpö oli ollut rakennusvaiheessa yhtenä vaihtoehtona, mutta päätökset oli jo tehty sähkön, puun ja auringon käytöstä lämmitysenergiamuotona.

Rakennuslupa on haettu vuonna 2011, ja silloin on käytetty rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain (487/2007) mukaisia määräyksiä energiatodistuksen laadinnassa. Rakennus on valmistunut muuttokuntoon vuonna 2012 toukokuussa. Energiämääräykset ovat muuttuneet vuonna 2018 ja tässä opinnäytetyössä vertaillaan vuonna 2012 voimassa olleiden säännösten (487/2007) mukaisesti rakennettua taloa energiatehokkuusluvun ja energialuokan osalta. Vertailussa käytetään energialaskentaohjelmaa Lamitor ja siinä vuoden 2018 määräyksiä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, miten lämmitysjärjestelmän muutokset vaikuttavat energiatehokkuuteen ja energiatodistuksissa olevaan E-lukuun ja energialuokkaan. Vertailun lähtökohtana käytetään rakennusluvassa mukana olevaa energiatodistusta. Rakennuksesta tehdään kolme uutta energiatodistusta, joissa on otettu huomioon rakennukseen lisätyt energiatehokkuuteen vaikuttavat komponentit.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia erilaisten energiantuotannon vaihtoehtojen vaikutuksia energiankulutukseen, energiatehokkuuteen ja energialuokkaan. Opinnäytetyössä tuodaan esille myös eri lämmitysvaihtoehtojen vaikutusta todelliseen energiankulutukseen, johon uusiutuva energia ja auringosta saatu energia vaikuttavat suuresti. Rakennuksen lämmitysjärjestelmää voidaan tässä opinnäytetyössä käsitellä hybridilämmityksenä.

2 ENERGIATEHOKKUUS JA ENERGIATODISTUS

2.1 Energiaselvitys ja energiatehokkuus

Energiaselvitys on rakennuslupaan liitettävä selvitys rakennuksen energiankäytöstä. Energiatodistus on osa energiaselvitystä. Energiaselvitys auttaa rakentajaa sen suunnitellussa rakennuksen energiatehokkuutta. (1.)

Energiatehokkuus edesauttaa suoraan energiankulutuksen vähenemiseen. Siitä syystä ympäristöministeriö on säätänyt lakeja ja asetuksia, joilla edistetään ja johdatetaan rakentamista energiatehokkuuden parantamiseksi. Energiayhtiöitä veloitetaan lain mukaan edistämään tehokasta ja säästävää energian käyttöä omien tilaajien toiminnassa. (2.)

Energiatehokkuus on yksinkertaisesti hyötysuhde, joka saadaan energian käytöstä. Lähökohtaisena tavoitteena on hankkia aikaisempaa vastaava vaikutus pienemmällä energiamäärällä tai sitten parempi tulos entiseen verrattuna nykyisellä energiamäärällä. (3.)

Energiatehokkuutta on säädetty ennen energiatodistuksen voimaantuloa EY 2002/91 Direktiivillä. Hallitus on antanut esityksen rakennuksen energiatehokkuutta koskevan lainsäätämiseksi. 13.4.2007 säädetty laki 487/2007 on astunut voimaan 1.1.2008. Tämä laki on kumottu 18.1.2013 uudella lailla 50/2013, joka astui voimaan 1.6.2013. (4.) Energiatehokkuudesta tuli viimeisin uudistus 1048/2017, joka astui voimaan 1.1.2018.

Maankäyttö- ja rakennuslain muutos (1151/2016), joka koski lähes nollaenergiarakentamista, tuli voimaan 1. päivänä tammikuussa 2017. Lakiin lisättiin lähes nollaenergiarakennuksen määritelmä lain 115 §:ään ja rakentamisen energiatehokkuuden olennaisiin teknisiin vaatimuksiin 117 g §:ään lisättiin vaatimus uuden rakennuksen rakentamisesta lähes nollaenergiarakennukseksi. Uusia säännöksiä sovellettiin rakennushankkeisiin, joiden rakennuslupa tuli vireille 1.1.2018 jälkeen. Velvoite siirtyä uusien rakennusten rakentamisessa lähes nollaenergiarakentamiseen sisältyy Euroopan parlamentin ja neuvoston rakennusten energiatehokkuudesta antamaan direktiiviin (2010/31/EU).

2.2 Energiatehokkuusluku ja E-luvun laskenta

Energiatehokkuusluku tarkoittaa yleisesti energian tehokasta käyttöä ja kasvihuonepäästöjen vähentämistä kustannustehokkaalla tavalla. ET-luku on lyhenne, joka on määritelty laissa 487/2007 lukuarvoksi, joka on myöhemmin muutettu pelkäksi E-luvuksi, joka kertoo energiatehokkuuden luokan. ET-luku oli vanhoissa energiatodistuksissa käytössä 1.7.2012 saakka ja määräsi energiatodistuksissa rakennuksen energialuokan. Laskentatapana ET-luvulle oli, että rakennuksen tarvitsema energiantarve (lämmitys, sähkölaitteet, lämminvesi, jäähdytys) jaettiin rakennuksen bruttopinta-alalla per vuosikulutus ($\text{kWh}/\text{brm}^2/\text{vuosi}$). (5.)

Uudisrakennuksissa siirryttiin 1.7.2012 alkaen rakennuksien kokonaisenergiatarkasteluun. Pientalojen rakenteelliset energiatehokkuusvaatimukset pysyivät vuoden 2010 rakennusmääräyksien tasolla, mutta mukaan tuli kokonaisenergiatarkastelukulutus, jossa rakennuksessa käytettävä lämmitysmuoto vaikuttaa kokonaisenergiankulutuksen lopputulokseen oleellisesti. (6.)

Rakennuksen tai sen osan kokonaisenergiakulutus eli E-luku lasketaan energiatodistukseen ympäristöministeriön 1048/2017 liitteen 1 ohjeiden mukaisesti. Rakennuksen energiatodistuksessa ilmoitettava E-luku lasketaan rakennukselle tai erikseen rakennuksen käyttötarkoituksiluokkien mukaisille osille asetuksen 7§:n mukaisesti. (7.)

Kokonaisenergiakulutusta ilmaistaan E-luvulla (kWh/m^2 vuodessa), jossa m^2 on rakennuksen lämmitetty nettoala. Rakennuksen tai sen osan E-luku ($\text{kWh}_E/(\text{m}^2\text{vuosi})$) lasketaan jakamalla energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vakioituun käyttöön perustuva laskennallinen ostoenergiankulutus rakennuksen lämmitettyä nettoalaa (A_{netto}) kohden vuodessa. (8.) Todistuksessa ilmoitetaan lisäksi rakennuksen vakioitunut käyttöön perustuva laskennallinen ostoenergian kulutus.

2.3 Energiatodistus

Vuoden 2008 alusta on laki rakennuksen energiatodistuksesta 487/2007 1,2,3 ja 8 §:n nojalla määritelty, että uusilla rakennuksilla on oltava energiatodistus. Energiatodistus on rakennuksen energian käyttöä kuvaava virallinen asiakirja. Energiatodistuksessa ilmoite-

taan rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku ja energialuokka. Olemassa olevien rakennusten energiatodistuksissa tuodaan myös esille parannusehdotuksia rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi. (1.)

Ympäristöministeriön asetuksessa 1048/2017 kerrotaan, että energiatodistuksen hankinnasta vastaa rakennuksen omistaja tai jossain tapauksissa rakennuksen haltija. Energiatodistus on pakollinen uusille rakennuksille riippuen sen käyttötarkoituksesta. (8.) Tässä opinnäytetyössä tehtyjen energiatodistuksien osalla on sovellettu lain 1048/2017 määräyksiä.

Rakennushankkeeseen ryhtyvä on velvollinen esittämään rakennuskohteen energiatodistuksen lupaa hakiessaan. Energiatodistuksella osoitetaan rakennuksen suunniteltu energiatehokkuus ja lainmukaisuus energiatehokkuuden vaatimusten osalta. Viranomaisen käytössä olevassa rakennuksessa tulee energiatodistus olla nykyisin esillä. (7.)

Energiatodistusta ei tarvita asetuksen 50/2013 mukaan seuraavissa tapauksissa:

- rakennuksessa, jonka kerrosala on alle 50 m²
- loma-asunnoissa, jos sitä ei käytetä majoitus elinkeinon
- tilapäisissä rakennuksissa, jonka käyttöikä on enintään 2 vuotta
- teollisuus tai korjaamorakennuksissa
- muissa kuin asumistarkoitukseen tarkoitettussa maatilarakennuksessa
- rakennuksissa, joita käytetään hartaus- ja uskonnollisessa toiminnassa
- rakennuksessa, joka on suojelussa lain, kaavan tai kulttuuriarvojen perusteella.

Energiatodistus voidaan laatia kevennetyn menettelyn mukaisesti, jos kohdetta ei esitellä julkisesti tai rakennuksen myyntiarvo on alle 50 000 €. Energiatodistusta edellytetään, kun rakennusta myydään tai sen osaa siitä. Omakotitaloissa energiatodistus on erillinen todistus ja taloyhtiöissä todistus liittyy osaksi isännöitsijäntodistusta. Myös hallintaoikeuden myyminen ja vuokraaminen edellyttävät energiatodistusta. (9.)

Energiatodistus on työkalu rakennustehokkuuden vertailuun ja parantamiseen. Todistus esitetään rakennusta myytäessä tai vuokrattaessa. Energiatodistus uudesta rakennettavasta rakennuksesta esitetään lupaa haettaessa. Todistus antaa riittävät tiedot rakennushankkeen energiatehokkuudesta luvanmyöntäjälle ja myös luotettavaa tietoa ostajalle tai

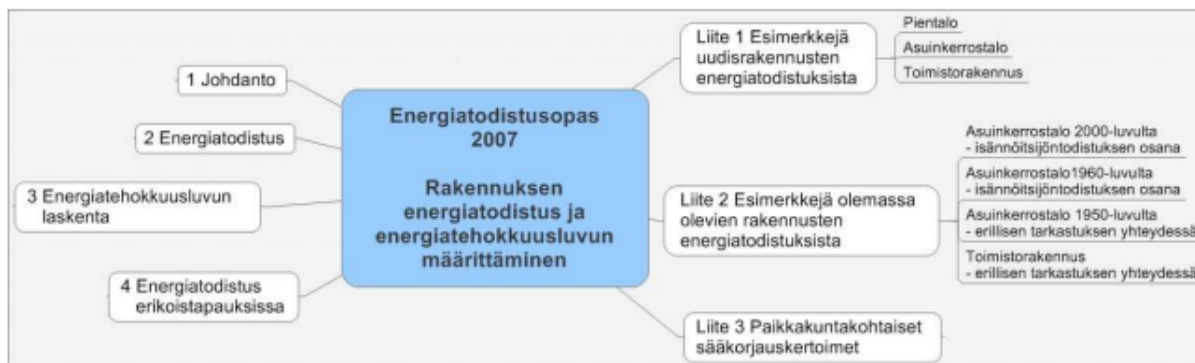
vuokraajalle rakennuksen energiatehokkuudesta. Energiatodistuksessa määritellyllä energiatehokkuusluvulla (E-luku) ilmoitetaan rakennuksen energiatehokkuus. (7.)

Toteutunut ostoenergiakulutus on ilmoitettava, jos tieto on saatavilla. Rakennukset jaetaan niiden käyttötarkoitusten mukaan ryhmiin, joilla kullakin on oma luokitteluasteikonsa. Asteikosta näkyvät ET-luvun suuruus ja sitä vastaava energialuokka, myöhemmin E-luvuksi muuttunut energialuokitus on muuttanut myös taulukkojen luokitusta. Energiatodistus laaditaan ja sitä sovelletaan eri taulukon mukaan eri kokoisille ja eri käyttötarkoituksiin suunnitelluilla rakennuksilla noudatetaan omia määräyksiä. (10.)

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen energiatodistuksesta (765/2007) säädetään energiatehokkuuden laskentamenetelmästä, energiatodistusmalleista sekä todistuksen laatijan pätevydestä. Suomen rakentamismääräyskokoelman A2 mukaan pääsuunnittelija oli hyväksyttävä todistuksenantaja, kun täytti pääsuunnittelijalle vaaditut vaatimukset. Laissa 50/2013 on määrätty, että todistuksen laatijan pätevyys on todettu ja on rekisteröity laatijarekisteriin. Toisessa Euroopan talousalueella kuuluvassa valtiossa hankitun kelpoisuuden soveltamiseen sovelletaan lakia 1093/2007. Pätevöidyn energiatodistuksen laatijan rekisterin ylläpitäjänä toimii ARA eli Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus sekä energiatodistusrekisteri. (11.)

Energiatodistuksen laatijan pätevyyttä edellytetään laissa. Pätevyyksien tulee olla voimassa todistusta laatiessa, ja laatija tulee olla rekisteröity energiatodistuksen laatijoista pidettävään rekisteriin ja toimen harjoittamisen edellytykset tulee täytyä. Tämä on määrätty laissa 50/2013 12§. Fise toimii pätevyyksien laatijana. (12.)

Energiatodistusoppaassa on vuonna 2007 kerrottu ohjeet, miten energiatodistus tulee laatia ja mitä määräyksiä siinä tulee noudattaa. Oppaassa opastetaan myös energiatehokkuus ET-luvun laskentaan. Oppaan tarkoituksena oli helpottaa uusien energiatodistusten tekemistä, kun energiatodistukset otettiin käyttöön vuonna 2008. Energiatodistuksen laadintaan kehitetyn oppaan rakenne esitetään kuvassa 1.



KUVA 1. Energiatodistusoppaan rakenne (13)

Energiantodistusoppaasta julkaistiin vuonna 1.7.2016 uusi opas, joka myöhemmin korvattiin oppaalla 1.11.2018 Energiatodistusopas 2018. Näissä oppaissa on määritelty laskentaohjeet energiatodistuksiin. (14.)

Energiatodistus on voimassa siihen saakka, kunnes se korvataan uudella, mutta kuitenkin enintään 10 vuotta. Energiatodistusta ei vaadita vanhan asunnon remontin yhteydessä, mutta silloinen voimassa oleva todistus tulee päivittää uuteen tilanteeseen. (7.)

Energiatodistus kertoo rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden verrattuna muihin vastaaviin vertailutasoon. Energiatehokkuustodistuksessa määritetään laskennallisesti tai toteutuneen energiakulutuksen perusteella rakennuksen arvioitu energiakulutus vuosittain. Energiatodistuksien laadintaan on tehty muutoksia viimeisten vuosien aikana. Viimeisin lakimuutos on säädetty vuonna 2017, joka astui voimaan 1.1.2018. Ympäristöministeriön muistiossa on käsitelty suurimmat lakimuutokset energiatodistukseen ja iso osa näistä muutoksista on myöhemmin siirretty vuoden 2018 energiaoppaaseen. (10.)

Rakennusten energiatehokkuuden laskentamenetelmässä olisi otettava huomioon eurooppalaiset standardit, ja sen on noudatettava asiaa koskevaa unionin lainsäädäntöä mukaan lukien direktiiviä 2009/28/EY. Ympäristöministeriön muistiossa on käyty kaikki kohdat, jotka vaikuttavat energiatehokkuuteen. Ne tulee ottaa huomioon energiatodistusta tehtäessä. (10.)

Energiatodistus löytyy energiatodistusrekisteristä. Energiatodistusjärjestelmä on perustettu todistuksien laadintaa varten, todistuksien laatimisen valvomiseksi, todistuksissa olevien tietojen käytön valvomisen työkaluksi, todistuksen laatijoiden valvomisen työkaluksi ja tietopalvelutehtäviä varten. (15.)

Energiarekisterissä on kolme erillistä osaa, jotka ovat energiatodistusrekisteri, laatijarekisteri ja valvontarekisteri. Energiatodistuksien julkisesta tietopalvelusta saa vain 2 ensimmäistä sivua nähtäväksi eli koosteen, mutta todistuksen laatija saa sen kokonaisuudessaan, jonka hän voi lähettää sen tilaajalle sähköisellä allekirjoituksella. (15.)

Energiatodistusten tietojärjestelmä perustuu lakiin (147/2015) Energiatodistuksien laadinta rekisterin kautta on alkanut 1.5.2015 alkaen. Energiantehokkuuden ja kuluttajien energianeuvonnasta huolehtii energiavirasto. (15.)

Energiamuotojen kertoimet

E-luvun laskennassa käytetään energiamuotojen kertoimia, jotka ohjaavat rakentamista kohti energiatehokasta ja luonnonvarojen kestävää käyttämistä. Nämä kertoimet on säädetty Maankäyttö ja rakennuslaissa (788/2017). Tämän lain määräykset ovat nyt voimassa taulukon kohdassa 2018 ja taulukossa 1 nähdään myös energiamuotokertoimet vuosilta 2012 ja 2013. Kerrointen voidaan todeta muuttuneen.

TAULUKKO 1. Energiamuotojen kertoimet eri vuosina

	2018	2013	2012
Sähkölämmitys	1,2	1,7	2,0
Kaukolämpö	0,5	0,7	0,7
Kaukojäähdytys	0,28	0,4	0,4
Fossiiliset polttoaineet	1,0	1,0	1,0
Rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,5	0,5	0,5

Rakennuksen ympäristöstä olevasta energiasta, kuten auringosta, tuulesta, ilmasta ja vedestä otetulla energialla, ei ole kertoimia, koska se pienentää ostettavan energian määrää. Tästä otetusta energiamäärästä E-luvun laskennassa otetaan huomioon vain se osa,

joka voidaan käyttää hyödyksi rakennuksen vakioituneen energiankulutuksen kattamiseen. Ympäristöstä otetulla energialla tarkoitetaan sitä energiamäärää, jota voidaan rakennuksessa olevilla laitteilla kerätä talteen auringosta, tuulesta, maasta, ilmasta tai vedestä tuotettua lämpö- tai sähköenergiaa. (8.)

Ympäristöstä otettua energiaa voidaan kerätä talteen aurinkokeräimillä/paneeleilla, tuuligeneraattoreilla ja lämpöpumpuilla tai vesiturbiineilla. Mikäli rakennuksessa on sähköverkkoon energiaa siirtäviä laitteita, ei siinä siirrettävää energia- määrää oteta huomioon E-lukua laskettaessa. Myös poistoilmalämpöpumpun ottamaa energiaa ei oteta huomioon. (8.)

Ostoenergia

Rakennuksen ostoenergialla tarkoitetaan energiaa, joka hankitaan rakennukseen esimerkiksi sähköverkosta ja uusituvan tai fossiilisen polttoaineen sisältämänä energiana. Vakioitunut energiankulutus koostuu lämmityksen, ilmanvaihdon kulutuslaitteiden, valaistuksen ja jäähdytyksen energiankulutuksesta ja eriteltynä niiden energiamuodoista. Rakennuksen vakioidulla käytöllä tarkoitetaan energiatehokkuusasetuksen 11 § mukaista vakioitua rakennuksen vuorokautista ja viikoittaista käyttöaika, keskimääräistä valaistuksen, kulutuslaitteiden ja ihmisten läsnäolon käyttöastetta rakennuksen käyttöajan aikana sekä sisäisiä lämmityskuormia lämmitettyä nettoalaa kohti. Vakioituneeseen käyttöön eivät kuulu sähkölaitteet eikä asukkaan asumistottumukset. (8.)

Lämpökuorma

Lämpökuormiin luetaan ihmisten luovuttama lämpökuorma, auringonsäteily, lämpimän veden kierto ja varastointi. Valaistuksen ja kulutuslaitteiden lämpökuorma on yhtä suuri kuin niiden käyttö. Vakioidun käytön lukuarvot on säädetty energiatehokkuusasetuksen 11 §:ssä. Laskennassa lämpökuormissa ja kulutuksissa on vakioidut kulutukset. E-luvun laskentaan vaikuttavat myös rakenteiden ja tekniikan ominaisarvot, josta on myös säädetty rajat. Säädettyt rajat ovat muuttuneet lähes vuosittain. (8.)

Lämmönläpäisykertoimet

Rakenteiden lämmönläpäisykertoimiin vaikuttavat materiaalin eristävyys ja eristeen pakkuus. Materiaaleissa on useasti eri vaihtoehtoja ja valmistaja antaa kaikille materiaaleille yksilölliset lambda-arvot λ , jolla voidaan määrittellä koko rakenteen U-arvo. Lämmönläpäisykertoimien vaatimukset ovat vuosien varrella muuttuneet pienemmiksi energiatehokkuuden vaatimusten kasvaessa. (8.)

Taulukossa 2 on esitetty eri vuosikymmenien mukaisia määräyksiä koskien eri rakenteiden U-arvoja. Taulukossa nähdään, että 1969 vuonna U-arvojen vaatimukset ovat olleet 70 - 80 % pienemmät. Mitä pienempi lukema on, sitä vaativampi määräys on. Ulkoseinän kohdalla 1969 arvo oli 0,81 ja 2018 arvo on 0,17, näin on saatu energiatehokkuus kasvamaan eri rakenteiden osilla. Taulukosta 2 voidaan todeta myös, että vuoden 2010 jälkeen ei ole tapahtunut juurikaan muutosta. (8.)

TAULUKKO 2. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet (8)

Rakennusosa	Rakennusluvan vireilletulovuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-2018-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17*	0,17*
Maanvarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0

Ilmanvaihto

Koneellinen ilmanvaihto perustuu paine-eroon, joka saadaan aikaan ilmanvaihtokoneissa olevilla tulo- ja poistopuhaltimilla. Ilmanvaihtokoneissa on yleensä lämmöntalteenotto eli LTO. Ilmanvaihtokoneessa ovat lämmöntalteenottoa varten lämmöntalteenottokennot, jotka ottavat poistoilmasta lämpimän energian talteen hyödyntäen sen energiasisällön. Tällä energialla lämmitetään uusi ulkoa tuleva ulkoilma. (8.)

Rakennuksen ilmanvaihdolle on olemassa vaatimuksia hyötysuhteiden ja koneen ominaissähkötehoille. Ilmastoinnille on asetettu omia määräyksiä koneen osalle. Ilmanvaihtokoneet ovat kehittyneet vuosi vuodelta ja niiden vuosittainen hyötysuhde on parantunut. Taulukosta 3 näkyvät eri vuosikymmenien vaatimukset koneen vuosihyötysuhteista. (8.)

Ilmanvaihtokoneen valmistaja ilmoittaa koneen teknisissä tiedoissa vuosihyötysuhteen. Taulukossa 3 nähdään, että vasta 10/2003 on alettu asettaa vaatimuksia ilmanvaihdon hyötysuhteille ja vaatimuksia on kiristetty vuosittain. (8.)

TAULUKKO 3. Ilmanvaihdon hyötysuhde (8)

Rakennusluvan vireilletulovuosi	- 1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-	2018-
Vuosihyötysuhde	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	30 %	30 %	45 %	45 %	55 %

Taulukossa 4 esitetään ilmanvaihdon ominaissähkötehoja ja niiden minimiarvot vuosille 2012-2018. Ilmanvaihdon ominaissähköteho eli SFP-luku on rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimen yhteenlaskettu sähköverkosta ottama sähköteho jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän mitoitusjätevirralla tai mitoitusulkoilmavirralla m³/s. (1.)

TAULUKKO 4. Ilmanvaihdon ominaissähkötehoja (8)

Ilmanvaihtojärjestelmä	Rakennusluvan vireilletulovuosi		
	-2012	2012-	2018-
Painovoimainen	0,0 kW/m ³ /s	0,0 kW/m ³ /s	0,0 kW/m ³ /s
Koneellinen poisto	1,5 kW/m ³ /s	1,0 kW/m ³ /s	0,9 kW/m ³ /s
Koneellinen tulopoisto	2,5 kW/m ³ /s	2,0 kW/m ³ /s	1,8 kW/m ³ /s

Vaipan vuotoilma tai tiiveys

Rakennuksen ilmatiiveys, q_{50} -luku, on rakenteiden läpi ja liitosten kautta kulkeva vuotoilma. Ilmanvuodolla on suuri merkitys rakennuksen energiakulutukseen. Ilmanvuoto mitataan erityislaitteilla ja paine-erolla saadaan määriteltyä ilmatiiveysluku, jota käytetään energiatodistuksen laadinnassa. Yksikkönä käytetään m^3/h . (6.)

Rakennuksen ilmatiiveys q_{50} mitataan 50 kilo Pascalin alipaineella rakennuksen vaipasta. Rakennuksen vaipan osia ovat alapohja, yläpohja ja ulkoseinät ikkunoineen ja ovineen. Ilmanvuotoluku on osatekijä laskettaessa rakennuksen E-lukua. Laskennassa käytetään lukua 4.0, mutta jos rakennuksesta on täytetty tiiveyskortti ja tiiveysmittausta ei ole suoritettu, käytetään lukua 2.0 (Oulussa). Jos tiiveys on mitattu, käytetään siitä saatua arvoa. Taulukossa 5 on esitetty rakennuksen ilmanvuotoluvut n_{50} , joita on noudatettu 1969-2018 välisillä ajoilla. Rakennuksen vaipan ilmanvuotoluvun laskentakaava 1048/2017 määreysten mukaan esitetään kaavassa 1.

$$q_{50} = \frac{n_{50}}{A_{\text{vaippa}}} V$$

KAAVA 1

q_{50} rakennusvaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, $m^3/(h \cdot m^2)$,

n_{50} rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h,

V rakennuksen tilavuus, m^3 ,

A_{vaippa} rakennusvaipan pinta-ala (alapohja mukaan luettuna), m^2 (17.)

Opinnäytetyössä lasketuissa energiatodistuksissa on käytetty q_{50} -lukua 2. Tiiveysmittaus saavutti myös tämän arvon.

TAULUKKO 5. Rakennusvaipan ja rakennuksen ilmanvuotoluku (8)

Rakennusluvan vireilletulovuosi	- 1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-2018-
Rakennuksen ilmanvuotoluku n_{50}	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	4,0	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluku q_{50}									4,0

Käyttöveden huomioon ottaminen laskennassa on otettava huomioon sen hyötysuhteen mukaan. Käyttöveden kierrossa on kysymys siitä, että vesi kiertää erillisellä putkella lämmönlähteen ja veden jakotukin välisellä matkalla, jolloin lämmin käyttövesi on nopeasti saatavilla. Taulukossa 6 on esitetty arvot lämpimän käyttöveden hyötysuhteista erilaisten rakennustyyppien osalta.

TAULUKKO 6. Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhteet (8)

Rakennustyyppi	Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde, η_{lkv} , siirto				
	Kierto	Ei kiertoa			
		eristämätön	suojaputkessa	eristetty, perustaso ¹⁾	eristetty, parempi ²⁾
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutilat	0,96	0,75	0,85	0,89	0,92
Asuinkerrostalo	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Toimistorakennus	0,88	0,69	0,78	0,82	0,85
Liikerakennus	0,87	0,68	0,77	0,81	0,84
Majoitusliikerakennus	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Opetusrakennus ja päiväkot	0,89	0,70	0,79	0,83	0,86
Liikuntahalli	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
Sairaala	0,94	0,74	0,84	0,88	0,91
Muut rakennukset	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
¹⁾ eristyksen perustaso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 0,5 D, missä D on putken halkaisija					
²⁾ eristyksen parempi taso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 1,5 D, missä D on putken halkaisija					

Taulukossa 7 on ilmoitettu kiertojohdon lämpöhäviön ominaisteho, joita käytetään energiatodistuksen laskennassa. Merkintä 0,5 D tarkoittaa eristyspaksuutta, joka on puolet eristettävän putkenulkohalkaisijasta. Merkintä 1,5 D tarkoittaa eristyspaksuutta, joka on 1,5-kertainen eristettävän putken ulkohalkaisijaan nähden. (8.)

TAULUKKO 7. Kiertojohtoon lämpöhäviön ominaistehot (8)

Eristystaso	Kiertojohtoon lämpöhäviön ominaisteho, $\Phi_{lkv,kiertohäviö,omin}$
Ei tietoa	40 W/m
0,5 D	10 W/m
1,5 D	6 W/m
Suojaputki	15 W/m
Suojaputki + 0,5 D	8 W/m
Suojaputki + 1,5 D	5 W/m

Rakennusten lämmitysjärjestelmän tilojen lämmityksen energiakulutus lasketaan jakamalla tilojen lämmitysenergian nettotarve lämmitysjärjestelmän, lämmönjaon ja luovutuksen hyötysuhteella. Taulukosta 8 nähdään jokaiselle lämmitysmuodolle tarkka vuosihyötysuhde, jota käytetään energiatodistuksen laadinnassa. (8.)

TAULUKKO 8. Lämmitysmuotojen vuosihyötysuhteet (8)

Lämmitysratkaisu	Vuosihyötysuhde η_{tilat}	Sähkö e_{tilat} kWh/(m ² vuosi)
Vesikiertoinen lattialämmitys 40/30 °C		
maata vasten rajoittuvassa rakenteessa	0,80	2,5
ryömintätilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,80	
ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,75	
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	
Kattolämmitys (sähköinen)		
ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	0,5
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,90	0,5
Ikkunalämmitys (sähköinen)		
	0,80	0,5
Ilmanvaihtolämmitys ⁽¹⁾		
huonekohtainen säätö	0,90	0,5
Sähköpatterilämmitys		
	0,95	0,5
Sähköinen lattialämmitys		
maata vasten rajoittuva rakenteessa.	0,85	0,5
ryömintätilaan tai ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,80	0,5
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	0,5
pintalattialämmitys ⁽²⁾	0,90	0,5

Taulukossa 9 on tuotu esille lämmöntuoton ja apulaitteiden sähkönkulutuksen ohjearvot. Kun kysymyksessä on erillinen pientalo, ketjutalon osana oleva rakennus, asuinkerrostalo tai rivitalo, jossa asuinkerroksia on maksimissaan kahdessa kerroksessa. (8.)

TAULUKKO 9. Lämmönvuosihyötysuhde ja sähkönkulutus arvot (8)

Lämmöntuotto	Vuosihyötysuhde -	Apulaitteiden sähkön ominaiskulutus kWh/(m ² vuosi)
Öljy/kaasu, standardikattila	0,81 ⁽³⁾	0,99 ⁽¹⁾ 0,59 ⁽²⁾
Öljy, kondenssikattila	0,87 ⁽³⁾	1,07
Kaasu, kondenssikattila	0,92 ⁽³⁾	0,68
Pellettikattila	0,75 ⁽³⁾	0,77
Puukattila energiavaraajalla	0,73	0,38
Sähkökattila	0,88 ⁽³⁾	0,02
Kaukolämpö	0,94	0,60
Huonekohtainen sähkölämmitys	1,00	0,00

Varaava tulisija tuottaa osan tilojen lämmitysenergian nettotarpeesta. E-luvun laskennassa otetaan huomioon 3 000 kilowattia tulisijaa kohden. Jos varaavan tulisijan CE-merkintää varten on määritelty hyötysuhde, niin tulisijan kokonaisvuosihyötysuhde lasketaan erikseen. (8.)

2.4 Energiatehokkuusluokittelu

Rakennuksen energiatehokkuus luokitteluasteikot 2007 ja 2018 alkaen

Vertailtaessa tehokkuuslukuja taulukkojen vuosien 2007 ja 2018 välillä huomataan, että lukujen suuruudet ovat muuttuneet. Erona on myös se, että vuonna 2007 luvusta on käytetty termiä ET-luku ja vuonna 2018 luvusta käytetään nimitystä E-luku. Vuoden 2007 ET-luku 150 oikeutti energialuokkaan A, ja vastaavasti vuoden 2018 laskentakaavan ($110 - 0,02 \cdot A_{\text{netto}}$) luvun tulee olla pienempi kuin 150 saavuttaakseen energialuokan A. (8.)

2007 Energiatehokkuusluvut ja energiatehokkuusluokat

Energiatehokkuus ilmoitetaan numeroina ja tällä perusteella määritellään rakennuksen energiatehokkuusluokka. Taulukossa 10 esitetään vuoden 2007 ET-luvut erillis- ja pientalojen osalta, joiden mukaan määräytyy energiatehokkuusluokka. ET-luvun laskennassa vuonna 2007 asetuksen (487/2007) mukaan käytettiin kaavan 2 mukaista laskentakaavaa. Laskennan tuloksen perusteella saatiin rakennukselle energiatehokkuusluokka. (8.)

$$ET = \sum [Q_{\text{lämmitys}} + W_{\text{laitesähkö}} + Q_{\text{jäähdytys,tilat}}] / \sum A \text{ (kWh/brm}^2\text{/vuosi)} \quad \text{KAAVA 2}$$

ET rakennuksen energiatehokkuusluku, kWh/brm²/vuosi, ilmoitetaan pyöristettynä seuraavaan suurempaan kokonaislukuun,

Q_{lämmitys} rakennuksen lämmitysenergiankulutus, kWh/vuosi,

W_{laitesähkö} rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus, kWh/vuosi,

Q_{jäähdytystilat} rakennuksen tilojen jäähdytysenergiankulutus, vain jos rakennus varustetaan jäähdytysjärjestelmällä, kWh/vuosi,

∑ A rakennuksen tai rakennusryhmän yhteenlaskettu bruttopinta-ala, brm² (8.)

TAULUKKO 10. Erillis- ja pientalojen energiatehokkuusluku ja energiatehokkuusluokka 2007 (8)

Energiatehokkuusluokka	Energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm ² /vuosi)
A	ET ≤ 150
B	151 ≤ ET ≤ 170
C	171 ≤ ET ≤ 190
D	191 ≤ ET ≤ 230
E	231 ≤ ET ≤ 270
F	271 ≤ ET ≤ 320
G	ET ≥ 321

2018 Energiatehokkuusluvut ja energiatehokkuusluokat

Ympäristöministeriön uudet määräykset ovat tulleet voimaan 1.1.2018 ja niissä on tiukennettu energiatehokkuusvaatimuksia. Taulukosta 11 näkyvät uudet E -lukujen laskukaavat, joita nyt noudatetaan. Taulukosta 11 voi huomata, että myös laskentamalli on muuttunut ja energiatehokkuusvaatimukset ovat edelleen kasvaneet. (8.)

TAULUKKO 11. *Energiatohokkuusluku ja energialuokka (8)*

Pienet asuinrakennukset (käyttötarkoitusluokka 1 a-c)

- Yhden asunnon talo
- Kahden asunnon talo
- Ketjutalon osana oleva rakennus ja muu erillinen pientalo

$50 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$, A_{netto} on rakennuksen lämmitetty nettoala

Energiatohokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku $\leq 110 - 0,2 \times A_{\text{netto}}$
B	$110 - 0,2 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 215 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
C	$215 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 252 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
D	$252 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 332 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
E	$332 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 462 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
F	$462 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 532 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
G	$532 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku}$

$150 \text{ m}^2 < A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$, A_{netto} on rakennuksen lämmitetty nettoala

Energiatohokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku $\leq 83 - 0,02 \times A_{\text{netto}}$
B	$83 - 0,02 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 131 - 0,04 \times A_{\text{netto}}$
C	$131 - 0,04 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 173 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
D	$173 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 253 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
E	$253 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 383 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
F	$383 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 453 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
G	$453 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku}$

Energiatodistuksesta ilmenevät E-luku ja energiatohokkuusasteikko, josta puolestaan käy ilmi energialuokka. Taulukot näkyvät tuloksina energiatodistuksissa eri tavoilla riippuen siitä, mitä laskentaohjelmaa käytetään.

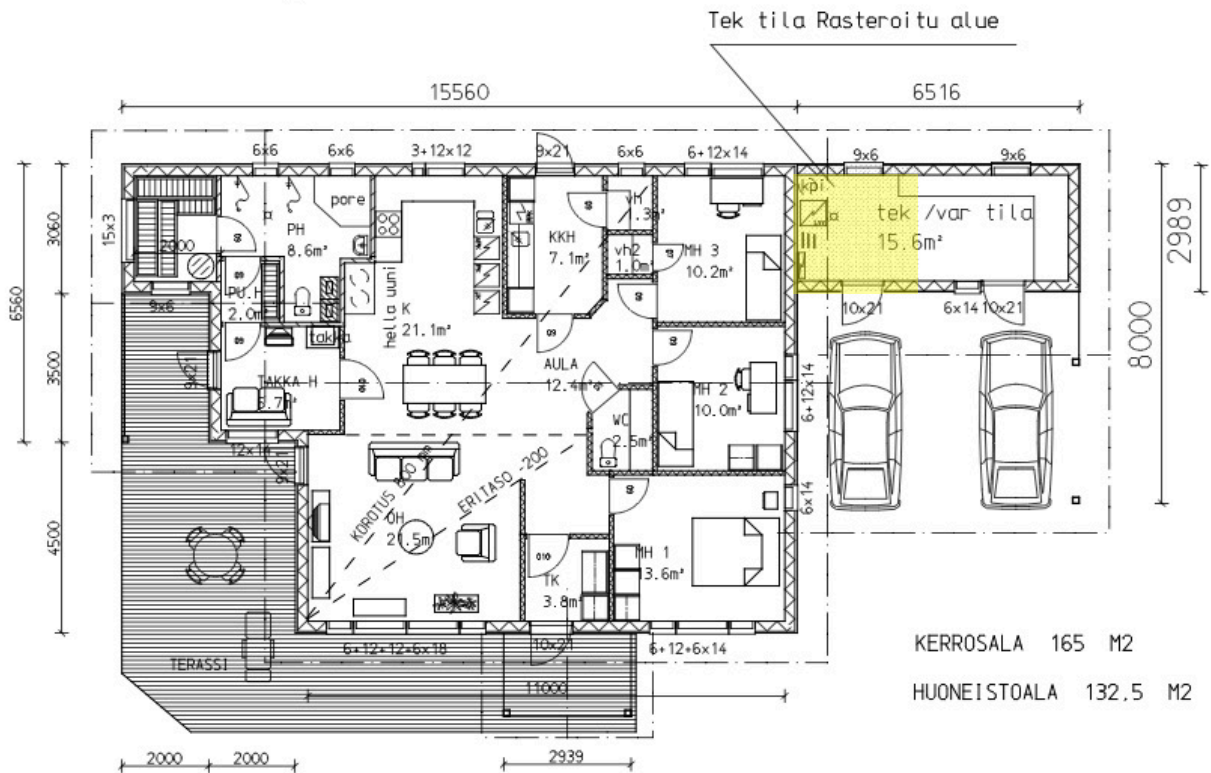
3 PUURAKENTEISEN OMAKOTITALON TEKNISET TIEDOT

Opinnäytetyössä tutkittavana kohteena oli vuonna 2012 valmistunut puurakenteinen omakotitalo, joka on rakennettu kappaletavarasta. Lämmitysjärjestelmään kiinnitettiin paljon huomiota jo suunnittelussa ja muutokset oli suunniteltu toteutettavaksi vaiheittain.

Rakennuslupaa varten laadittu energiatodistus ei vastaa lopullista energialuokkaa eikä ET-lukua, koska alkuperäistä energiatodistusta ei ole päivitetty loppukatselmuksessa. Päivitettyssä todistuksessa olisi tullut olla mukana lämmitysjärjestelmän muutokset, mutta todistuksen tekijä ei ollut niitä huomionnut. Rakennuksessa lämmitettävä nettopinta-ala on 149 m² ja bruttopinta-ala 166 m². Laskennassa on käytetty näitä arvoja. Rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmitys, joka toimii rakennuksen lämmittäjänä. Lattiassa kiertävää vettä lämmitetään usealla eri energiamuodolla.

Ensisijaisesti varaajan vettä lämmitetään vesitakan tekniikalla ja loppuosa sähköllä, mikäli takka ei riitä. Varaajassa lämpiävät samanaikaisesti käyttö- ja lattialämmitysvesi. Kesäisin aurinkokeräimet hoitavat kokonaisuudessaan veden lämmityksen. Rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihto tulo- ja poistoilmalla ja lämmöntalteenottotekniikalla. Ilmanvaihtokoneena on Swegon Casa W Ic 100 egon, joka valittiin sen sopivuuden vuoksi, koska sen toimivuus oli laskettu 150 m²:n huoneistoalalle ja siinä oli myös lattialämmityksen yhteensopiva vesikiertoinen jälkilämmityspatteri. Ilmanvaihtokanavat ovat kierresaumakanavia, jotka on asennettu pääosin alas laskettuihin kattoihin lämmöneristyksen alapuolelle, jolloin on vältetty läpimenoja höyrynsulun läpi. Talon varastoon on varattu tila talon teknisille laitteille, jotka hoitavat talon ilmanvaihtoa, lämmitystä, sähkönjakelua ja keskuspölyimurisiivousta varten. Kuvassa 2 nähdään talon pohjakuva, josta ilmenee teknisen tilan sijainti.

Pohjakuva 1:100



KUVA 2. Pohjakuva

Rakennuksessa vertailtiin kolmea erilaista lämmitysenergiamuotoa. Näissä kaikissa oli mukana myös yksi varaava tulisija eli vuolukivinen Nunna-leivinuuni.

Vertailtavat lämmitysenergiamuodot ovat 1 800 litran hybridivaraajalla oleva suulämmitteinen vesikiertotakka, jossa on 7,5 kilowatin sähkövastus ja puulämmitteinen vesikiertotakka, jossa on 7,5 kilowatin sähkövastus sekä suora sähkölämmitys Tehowatti-kattilalla, jonka teho on 3-12 kilowattia. Rakennuksen katolla on 60 aurinkoputkikeräintä, jotka lämmittävät auringonsäteiden avulla hybridivaraajaa.

3.1 Omakotitalon tiedot valmistumishetkellä

3.1.1 Alapohja

Rakennus on rakennettu maavaraiselle perustukselle ja siinä on maavarainen betoni-laatta. Lattiarakenteen eristyksessä on käytetty sisätäytössä 300 millimetriä kapilaari-

mursketta ja noin 300 millimetriä tiivistettyä täyttöhiekkaa. Eristeenä on käytetty ESP Styrox -levyä 4 x 50 millimetriä. Eristeen päälle on valettu 100 millimetriä teräsbetonia, johon on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys. Rakenneosan U-arvo on 0,16 w/m²k. Lattian pinnoitteena on käytetty klinkkerilaattaa ja lautaparkettia. (Liite 5.)

3.1.2 Ulkoseinä

Ulkoseinä on puuverhottu 22X145 Utv:lla, joka on hienosahattua kuusipaneelia. Ulkoseinän julkisivulaudoituksen tuuletusväli on 32 millimetriä. Jäykistävänä rakenteena on käytetty 25 millimetrin puukuitulevyä. Kantavana runkona on käytetty 44 x 174 T-24 kuusi-puutavaraa ja sisäpinnassa on vaakakoolaus 45 x 45. Eristeenä on käytetty Parocin valmistamaa 220 millimetrin kivivillaa. Sisäpinnassa ilmansulkuna on käytetty höyrynsulkumuovia ja koolauksena pystysuunnassa 32 millimetrin rimaa. Sisäverhouslevynä on käytetty 13 millimetrin kipsilevyä malliltaan N. Levy on pintakäsitelty maalaamalla. Ulkoseinän U-arvo on 0,11 w/m²k. (Liite 5.)

3.1.3 Yläpohjan rakenne

Yläpohjan rakenteesta sisältäpäin katsottuna ensimmäisenä on sisäverhouslevy. Sisäverhouslevy on kiinnitetty 22x100 millimetriä harvalautaan, jonka päällä on höyrynsulkumuovi. Kantavana rakenteena ovat tehdasvalmisteiset NR-ristikot, joiden välimitta on K 900 millimetriä. Yläpohjan eristeenä käytetään 700 millimetriä Paroc-kivivillaa. Yläpohjan tuuletuksessa on käytetty tuulenohjaimia ulkoräystään kohdalla. Vesikatteena on savitiilikate ja sen lisäksi on tiivis aluskate. Yläpohjan U-arvo on 0,05 w/m²k. (Liite 5.)

3.1.4 Ikkunat

Talossa on käytetty MSE-ikkunoita, joissa ulommainen ikkunapuite on alumiinia ja muut osat ovat puuta. Ikkunoiden U-arvo on 0,9 w/m²k, ja tämä arvo on rakentamisen aikana täyttänyt määräykset. Kuvan 3 Ikkunat on valmistanut lin Ikkunat listä.



KUVA 3. Ikkuna ulkopuolella

3.1.5 Ulko-ovet

Ulko-ovet ovat kaikki lasiaukollisia, joista pääoven lasi on koristelasia. Ovet ovat eristetty polyuretaanilla ja näin ollen ne ovat hyvin lämmöneristäviä. Talossa on kuusi ulko-ovea ja ne ovat U-arvoltaan $0,8 \text{ w/m}^2\text{k}$. Kuvassa 4 olevat ovet on valmistanut kempeläläinen Fenno Doors oy.



KUVA 4. Ulko-ovet

3.1.6 Lämmityksen lämmönlähde ja lämmitysjärjestelmä

Rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmitys, jonka on toimittanut Warmia. Tehowatti toimii vesikiertoisen lattialämmityksen veden lämmittäjänä ja siinä on mukana myös käyttöveden varaaja. Tehowatti toimii sähköllä ja siinä olevat vastukset ovat teholtaan 3-12 kilowattia. Varaajan koko on L 60 senttimetriä x S 60 senttimetriä x K 180 senttimetriä. Se voidaan sijoittaa asuintiloihin esimerkiksi kodinhoitohuoneeseen, ja näin ollen se ei

tarvitse erillistä teknistä tilaa. Kuvassa 5 on Tehowatti. Tässä omakotitalossa se on sijoitettu tekniseen tilaan. Tehowatti tarvitsee viemäröinnin kuitenkin ylivuotoputkea varten.



KUVA 5. Tehowatti

3.1.7 Ilmanvaihto ja kanavisto

Ilmanvaihtokoneeksi omakotitalo-kohteeseen valittiin Swegon Casa W IC 100 egon. Siinä on vesikiertoinen jälkilämmityspatteri, joka saa lämpimän veden lattialämmitysjärjestelmästä. Ilmanvaihtokone on sijoitettu myös varastoon ja sitä ohjataan sisällä olevalla ohjausyksiköllä. Koneessa on lämmöntalteenotto toiminto.

Valintaan vaikutti koneen sopivuus talon kokoluokkaan ja lisäksi se täytti määräykset hyötysuhteeltaan. Alkuperäisessä energiatodistuksen laskennassa vuosihyötysuhteena on 53 %, mutta koneen hyötysuhde on kuitenkin 73 % valmistajan mukaan (18.) Koneessa on myös tulisijat huomioiva takkakytkin. IV-kanavat on tehty kierresaumakanavasta ja ne ovat rakennuksessa pyritty asentamaan lämpimään tilaan ja erityisesti huoneissa oleviin alas laskettuihin kattoihin. Runkolinjat on viety yläpohjan eristeessä. Yläpohjassa IV-kanavien päällä on puhallusvillaeristettä 700-1 000 millimetriä, joten putket on eristetty riittävän hyvin, ettei niissä synny kondensoitumista eikä lämpöhäviötä.

Kuvissa 6 – 8 esitetään ilmanvaihtokone, koneentyyppikilpi ja ohjauspaneeli.



KUVA 6. Ilmanvaihtokone



KUVA 7. Koneen tyyppikilpi



KUVA 8. Koneen ohjauspaneeli

3.2 Tehdyt muutokset

Rakennusta suunniteltaessa otettiin huomioon lämmitysjärjestelmä. Rakennusvaiheessa asennettiin aiemmin mainittu Tehowatti, jolla saatiin rakennus pikaisesti peruslämpöön rakennusvaiheessa. Lattiatäyttöjen yhteydessä laitettiin sisätäyttöön 110 millimetrin Uponor viemäriputki, jonka toinen pää tuli vesitakan alle ja toinen pää tekniseen tilaan. Sinne sijoitettiin myöhemmin myös hybridivaraaja. Varastosta oli varattu noin kolmen neliömetrin tila teknisiä laitteita varten. Viemäriputken kautta asennettiin vesitakan ja siinä käytettävät vesikiertoputket. Putkia oli kolme kappaletta: yksi 15 millimetrin muovinen vesiputki ja kaksi ruostumatonta taipuisaa kierreputkea lämpimän veden kiertoon. Vesiputken kautta tuodaan vesitakan jäähdytyskierukkaan kylmä vesi, jolla estetään veden kiehumisen takassa. Kaikki putket ovat eristetty solumuovieristeellä.

3.2.1 Vesitakka

Syksyllä 2013 asennettiin rakennukseen italialainen El Kamin-vesitakka ja 1 800 litran hybridivaraaja. Takan lämmitystehot ovat valmistajan mukaan säteilynä 3 kilowattia ja veteen 12 kilowattia eli yhteensä 15 kilowattia. Takka on varustettu hissiluukulla, ja siihen on asennettu korvausilmalle oma tuloilmaventtiili. Takan hyötysuhteeksi valmistaja lupaa 0,82. Takan sisällä on vesipatruuna, josta kuumavesi johdetaan kiertovesipumpun avulla

maavaraisen lattian alla olevien putkien avulla vesivaraajaan automatiikkaa hyödyntäen. Automatiikka hoitaa takan lämmitessä vedenkierron varaajaan. Vesitakka ei lämmitessä kuumene ulkopinnasta sisäisen vesivaipan ansiosta, joten se pystyttiin vuoraamaan kevytrakenteisesti lastulevyä ja laminaattia käyttäen. Verhoilu on tehty kahdesta elementistä, jotta se on helppo avata huoltoa varten. Kuvassa 9 on esitetty havainnekuvia takasta.



KUVA 9. Havainnekuva takkasydäimestä ja takan pintaverhoilusta

3.2.2 Hybridivaraaja

Lämminvesivaraajaksi valittiin 1 800 litran hybridivaraaja. Varaajassa on lämpökierukka katolta tulevalle lämmitysneesteelle. Varaajassa on 200 litran käyttövesivaraaja, joka lämpenee, kun säiliön koko vesimassaa lämmitetään. Varaajassa on 9 kilowatin sähkövastus veden lämmittämiseen silloin, kun takka tai aurinko ei sitä lämmitä. Varaajan eristeenä on 100 millimetriä polystyreeniä, joten lämpöhäviö huoneeseen päin on vähäinen. Varaajan halkaisija on 1 000 millimetriä. Varaajan korkeus eristeen kanssa on 2 000 millimetriä. Vedenkiertoa takan ja varaajan välillä hoitaa 3-tieventtiilillä varustettu ESBO LC 100 -

kiertovesipumppu. Pumpun ohjaus tapahtuu myös ohjausyksikön kautta ja se on automaattinen, kun takkaa lämmitetään. Varaaja on sijoitettu sille suunnitellulle paikalle varastoon, missä on myös muut tekniset laitteet. Varaaja on valmistettu teräksestä. Kuvissa 10 - 13 näkyy varaajan laitteita.



KUVA 10. Hybridivaraaja



KUVA 11. Sähkövastus 9 kilowattia



KUVA 12. Resol-ohjausyksikkö



KUVA 13. Vesitakan kiertovesipumppu

Kuvassa 14 näkyy talon koko lämmitysjärjestelmää ohjaa Ouman-lattialämmityksen säätöyksikkö. Säätöyksikköön on pystytty ohjelmoimaan talolle sopiva lämmityskäyrä, jota se noudattaa ulkoilman lämmön mukaan ja maksimoi energiakulutuksen sopivaksi.



KUVA 14. OUMAN-säätöjärjestelmä

Energiakulutuksesta haluttiin reaaliaikaista tietoa ja sitä varten on hankittu kuvassa 15 näkyvä Green Energy Options Ltd:n valmistama energiakulutusmittari. Mittarilla voi seurata hetkellistä, päivittäistä, viikoittaista ja kuukautista energiakulutusta. Mittariin on ohjelmoitu sähkön kilowattihinta ja näin nähdään euromääräinen kulutus halutulla ajanjaksolla. Hetkittäisellä kulutuksella voidaan nähdä, onko turhia sähkölaitteita päällä. Mittari on auttanut säästämään energiaa seurannan ansiosta. Kulutusmittari on kuitenkin vain työkalu energiankulutuksen seurantaan eikä itsessään energian säästämiseen.

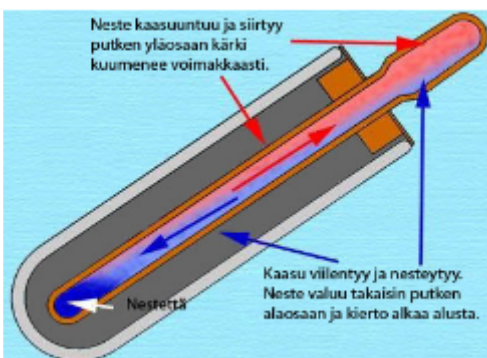


KUVA 15. Energiakulutuksen seurantamittari

3.2.3 Aurinkokeräimet

Kesällä 2015 rakennuksen katolle asennettiin 60 aurinkoputkikeräintä. Putket ovat kooltaan d =(paksuus) 58 millimetriä ja L = (pituus) 1 800 mm ja ne on asennettu etelänsuuntaiselle lappeelle vesikatolle. Asennuskulma on talon katon kaltevuus eli 26 astetta. Keräimien lämmönsiirtoputkistossa käytetään samoja ruostumattomia putkia kuin takan vedenkierrossa. Putket ovat myös eristetty solumuovieristeellä. Putket on kuljetettu vesikaton rakenteissa hybridivaraajassa sijaitsevaan lämpökierukkaan.

Lämmön kerääminen tapahtuu siten, että aurinkoputkikeräimet ottavat auringonsäteistä lämmön talteen ja siirtävät ne putkistossa kiertävään glykolinesteeseen. Neste kierrätetään putkistolla varaajaan, jossa kierukan kautta lämpö siirtyy lattiassa käytettävään veteen. Siirto tapahtuu automatiikan avulla. Kuvassa 16 esitetään aurinkoputkikeräimen rakennetta.



KUVA 16. Aurinkoputkikeräimen rakenne (16)

Aurinkoputkikeräin koostuu kahdesta lasipinnasta, joiden välissä on tyhjiö. Auringon säteet imeytyvät tyhjiöön ja sisällä oleva lasipinta absorboi lämmön ja siirtää sen sisällä olevaan kupariputkeen. Sauvan sisällä oleva neste kaasuuntuu lämmön vaikutuksesta ja kaasu nousee putken yläpäähän, jossa se johdetaan yläpäässä kiertävään glykolinesteseen ja tätä kautta lämminvesivaraajaan. Neste kuparin sisällä jäähtyy sen luovuttaessa lämmön glykoliin ja prosessi alkaa uudelleen ja toistuu niin kauan kuin auringonsäteet sitä lämmittävät. Glykolia käytetään putkistossa niiden ollessa pakkasolosuhteiden kanssa tekemisissä eikä tällöin ole kiertoa ja putket jäävät lumen peittämäksi. Glykolilla pakkasen kestävyys on yli -40 celsiusastetta. (16.)

Opinnäytetyössä tarkastelun kohteena olleessa rakennuksessa olevat Heat Pipe -aurinkoputkikeräimet ovat valmistettu Kiinassa. Putkikeräimet tuottavat lämpöä pilvisinäkin päivinä, joten sähköä ei tarvita kesällä veden lämmitykseen. Kuvasta 17 näkyy putkiston asennus tekniikka tiilikatolle. Aurinkoputkikeräimet on asennettu alumiinitelineisiin noin 150 millimetriä vesikatosta irti.



KUVA 17. Aurinkokeräimet katolla

Aurinkokeräimien pumppuyksikkö on pieni erillinen oma pakettinsa ja siinä ovat lämpömittarit, painemittari ja kiertovesipumppu. Aurinkokeräinyksikkö on liitetty automatiikan osalta koko lämmitysjärjestelmän ohjausta ohjaavaan toimilaitteeseen, joka toimii myös takan ohjaajana. Kuvassa 18 -19 näkyvät aurinkoyksikön toimilaitteet.



KUVA 18. Aurinkokeräimien lämpömittarit ja kiertovesipumppu



KUVA 19. Aurinkokeräimien ohjausyksikkö

3.3 Yhteenveto kohteen nykytilasta

Rakennus valmistui 2012 toukokuussa, jolloin päästiin muuttamaan sisään. Muuton jälkeen rakenteellisia parannuksia ei ole tehty. Lämmitysjärjestelmän osalta suunnitelmat olivat jo rakennusvaiheessa tiedossa. Muista rakenteellisista parannuksista ei ole päätetty. Ilmalämpöpumpun asennusta on harkittu, mutta tulisijojen lämpö on ollut riittävää. Ilmalämpöpumpun termostaatti ei käynnistä ilmalämpöpumppua lämmitykseen, joten sen vuoksi sitä käytettäisiin enimmäkseen jäähdytykseen ja se ei ole energian säästämistä.

Taulukossa 12 nähdään muutoksia mitä on lämmitysjärjestelmään vuosittain tehty.

TAULUKKO 12. Lämmitysjärjestelmään tehdyt muutokset vuosittain.

Tehowatti ja Nunna-leivinuuni	v. 2012
Vesitakka, hybridivaraaja, sähkövastus 9 KW ja Ouman Automatiikka. Tehowatti poistettu.	v. 2012-2013
Aurinkoputkikeräimet 60 kpl 7 m ² alalle ja automatiikka keräimien osalle.	v. 2015-2016

Taulukossa 13 nähdään rakenteiden lämmönläpäisykertoimet tämän opinnäytetyön omakotitalossa.

TAULUKKO 13. Lämmönläpäisykertoimet

Rakennusosa	U-arvo w/m ² k
Ulkoseinä	U-arvo 0,11 w/m ² k
Yläpohja	U-arvo 0,05 w/m ² k
Alapohja	U-arvo 0,16 w/m ² k
Ikkunat	U-arvo 0,9 w/m ² k
Ulko-ovet	U-arvo 0,8 w/m ² k

4 JÄRJESTELMIEN ENERGIVERTAILU

Lämmitysjärjestelmien energiavertailua toteutettiin perehtymällä alkuperäiseen energiatodistukseen ja olemassa olevaan rakennukseen tekemällä niihin uudet energiatodistukset eri lämmitysjärjestelmillä laskettuna vuoden 2018 määräyksien mukaan. Lamitor-ohjelman laskentatulosten muuttumista tarkasteltiin eri järjestelmillä ja verrattiin niitä osatoenergiamäärään ja kustannuksiin. Lamitor-ohjelmalla saatiin E-luvut ja energialuokka määriteltyä jokaiselle lämmityskokoonpanolle erikseen. Energiatodistusten ja toteutuneen kulutuksen perusteella voitiin tehdä lopulliset päätelmät rakennuksen energiatehokkuudesta.

4.1 Energiatodistuksen laadintaohjelma

Energiatodistuslaskenta on tehty Lamit Oy:n kuukausitason laskentamoottorilla. Työssä käytetty ohjelmistoversio on Lamitor W /id 20190301.14709.18534.2191.se. Laskentamoottori perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan D5, ja sitä on tarkennettu soveltuvilla osin EN-standardien kuten ISO EN 13790 pohjalta. Laskentamoottori on valittu ASHRAE 140 -2011-standardin kappaleen 7 mukaan. Laskentamoottoria voidaan käyttää Suomen rakentamismääräysten mukaisen uudisrakennuksen energiaselvityksen ja energiatodistuksen laskentaan rakennuksille, joissa ei ole jäähdytysjärjestelmää. (19.)

Laskentaohjelma toimii niin, että päävalikossa olevat 19 eri laatikkoa täytetään siihen suunnitelluilla tiedoilla ja arvoilla. Kuvassa 21 esitetään kuvakaappaus ohjelmiston etusivunäkymästä.

Tämän opinnäytetyön osalta laatikot täytettiin seuraavalla tavalla:

1. Perustiedot: Lisätään rakennusprojektin yleiset tiedot.
2. Vyöhykkeet: Suoritetaan rakennuksen tilojen jakaminen laskentavyöhykkeisiin. Rakennuksen vyöhykejako voidaan tehdä tarvittaessa esimerkiksi tilojen käyttötarkoituksen mukaan, eri taloteknisten järjestelmien kesken tai muilla soveltuvilla kriteereillä.
3. Alapohjat ja kellarit: Lisätään vyöhykkeisiin alapohjat. Alapohja on rakennuksen alimman kerroksen lattiarakenteen muodostama rakennusosa.

4. Yläpohjat: Yläpohja on rakennuksen ylimmän kerroksen yläpuolisen rakenteen ja vesikaton muodostama rakennusosa.
5. Seinät: Seinät voidaan lisätä yhtenä rakenteena tai jaotella esimerkiksi ilmansuunnan tai U-arvon mukaan. Auringon ulkoseiniä lämmittävää vaikutusta ei voida ottaa huomioon, mikäli ulkoseinien suuntaa ei syötetä. Ulkoseinien kautta sisäilmaan tulevalla lämpökuormalla voi olla merkittävä vaikutus varsinkin hyvin eristetyissä rakennuksissa.
6. Ikkunat: Lisätään vyöhykkeisiin ikkunat. Lisätietoina voit määritellä ikkunoihin auringosuoja-aimia, kuten sälekaihtimet tai verhot. Nämä vähentävät tilojen auringon lämpökuormaa.
7. Ovet: Ovet voidaan lisätä yhtenä rakenteena tai jaotella esimerkiksi ilmansuunnan tai U-arvon mukaan.
8. Kylmäsiilat: Rakennusliitoksen aiheuttama lisäkonduktanssi riippuu rakennusmateriaaleista ja liitoksen tyypistä (esimerkiksi sisänurkka, alaohjauspuu, ikkunat ja ovet). Valitsemalla materiaalit ja liitoksen tyypin, saat lisäkonduktanssille oletusarvon. Kylmäsiiloilla on merkittävä vaikutus varsinkin hyvin eristetyille rakennuksille.
9. Lämmitysjärjestelmät: Lämmitysjärjestelmä voi koostua yhdestä tai useammasta laitteesta ja jokainen laite voi lämmittää joko tiloja, lämmintä käyttövedettä, ilmanvaihtolaitteen tuloilmaa tai kaikkia näitä.
10. Lämmin käyttövesi: Tässä näkymässä syötetään lämpimän käyttöveden siirtoon ja tuottoon liittyvät tiedot. Lämminvesivaraajan tiedot lisätään eri näkymässä.
11. Varaajat: Lisätään käyttövesi- ja lämmitysjärjestelmään kytketyt varaajat. Varaajan vyöhykkeeksi valitaan se vyöhyke, mihin varaaja on sijoitettu.
12. Ilmanvaihto: Ilmanvaihtojärjestelmä voi koostua yhdestä tai useammasta laitteesta ja jokainen laite voi olla kytketty useampaan vyöhykkeeseen.
13. Lämpökuormat: Käyttäjän syöttämät lämpökuormat otetaan huomioon ainoastaan luokan 9 rakennuksissa. Muissa käyttötarkoituksiluokissa käytetään oletusarvoja.
14. Aurinkopaneelit: Aurinkosähköpaneelien tuotto vähennetään rakennuksen ostoenergiatarpeesta.
15. Jäähdytys: Syötetään rakennuksen jäähdytysjärjestelmän tiedot.

16. Toteutunut energiakulutus: Syötetään rakennuksen toteutunut eri energiamuotojen osto ja energiakulutus energiatodistuksen laatimista edeltävältä täydeltä kalenterivuodelta. Kulutustiedot täytetään, jos tiedot ovat saatavilla, mutta kulutustiedot kirjataan sellaisenaan ilman sää- tai paikkakuntakorjauksia.
17. Toimenpide-ehdotukset: Tässä näkymässä päästään lisäämään rakennukseen suositeltavia energiasäästötoimenpiteitä. Lisättyjen toimenpiteiden perusteella lasketaan sähkön ja lämmön säästöt sekä toimenpiteistä aiheutuva E-luvun muutos.
18. Energiatodistuksen tiedot: Syötetään energiatodistuslomakkeeseen tulevia tietoja.
19. Peruskorjausraportti: Luodaan peruskorjausraportti Ympäristöministeriön asetuksen 4/13 vaatimusten mukaan. Ensin valitaan minkä energiatehokkuusvaatimuksen suunnitellut korjaukset tai muutokset täyttävät: rakennusosa-, energiakulutus- vai E-lukuvaatimuksen. Energiakulutuksen ja E-luvun laskennassa otetaan huomioon kaikki kohteessa muutetut rakenteet ja tekniset järjestelmät. Nämä muutokset ovat koottu sivun alalaidassa olevaan taulukkoon.

Kun kaikki lokerikot on täytetty, voidaan ohjelmasta tulostaa energiatodistus. Edellä mainittujen ohjeiden perusteella saadaan riittävät tarkkuudet ja tärkeimmät tiedot todistukseen. (19.) Kuvassa 20 nähdään tarkemmin ohjelmistoon syötettävät tiedot.



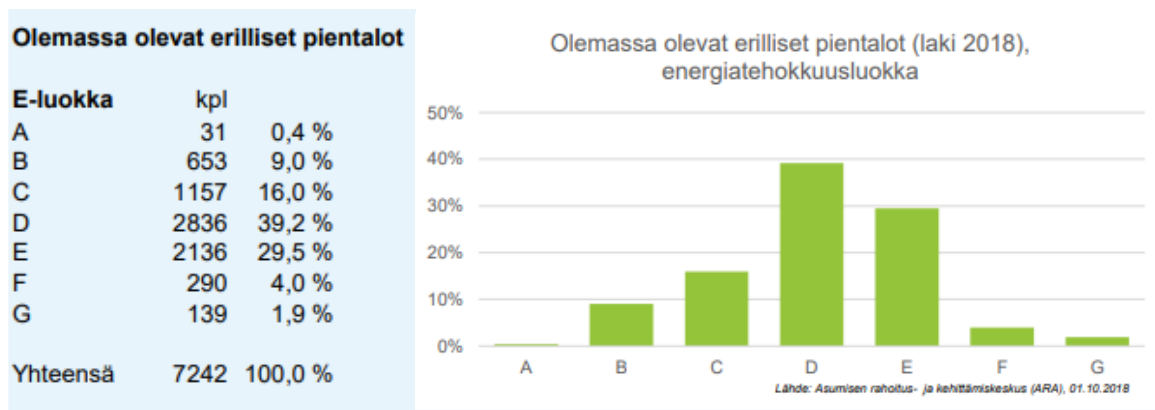
KUVA 20. Kuvakaappaus Lamitor-laadintaohjelmaan syötettävistä tiedoista (19)

4.2 Energiatohokkuusluku ja -luokka

Rakennuslupaa varten tehty energiatodistus vuonna 2011 antoi ET-luvuksi 150. Silloinen energialuokka oli juuri ja juuri A-luokka, mikä oli sen aikaisten määräysten mukaan paras luokka. Opinnäytetyön tutkimisen aikana tarkistettiin energialuokkaa uudelleen. Uusilla nykyisillä määräyksillä E-luvun mukaan todettiin alkuperäisen kokoonpanon perusteella, että rakennus olisi B-luokkaa. A-luokan E-luvun vaatimuksena on 80 ja alkuperäisellä kokoonpanolla tämän rakennuksen E-luku on 110. Erillisen pientalon, jonka pinta-ala on 50-150 m², raja-arvo lasketaan kaavalla $200 - 0,6 \cdot A_{\text{netto}}$. Kun pinta-ala on 150-600 m² raja-arvo lasketaan kaavalla $116 - 0,04 \cdot A_{\text{netto}}$ (14.) Opinnäytetyön tarkasteltavana oleva talo sai raja-arvoksi 110 ja lopullinen kokoonpano E-luvuksi 73, joka kuuluu A-luokkaan.

Vuonna 2013 tehtiin rakennuksen lämmitysjärjestelmään muutoksia ja lisättiin siihen vesitakka ja hybridivaraaja sähkövastuksella, jolloin rakennuksen energiatehokkuus parani huomattavasti. Rakennuksen uusi E-luku vuoden 2018 määräyksillä on laskennallisesti E-luku 89 ja energialuokka on B-luokka. Rakennukseen lisättiin vielä aurinkokeräimet vuonna 2015 katolle 7 neliömetrin alalle, minkä myötä E-luku parani vielä edelliseen verrattuna. Rakennuksen uuden kokoonpanon seurauksena E-luvuksi saatiin lopulta 73 ja energialuokaksi A.

Aran tilastojen mukaan A-luokan saavuttaneita rakennuksia on vain 0,4 % ennen vuoden 2018 rakennettujen pientalojen osalla. Kuvassa 21 nähdään kuinka, paljon rakennuksista sijoittuu A-luokkaan ja opinnäytetyössä tutkittava rakennus saa lopullisella kokoonpanolla arvosanaksi A-luokan.



KUVA 21. Olemassa olevat erillisten pientalojen energiatehokkuusluokat (20)

4.3 Ostoenergia

Energiatodistuksessa lasketun ostoenergian määrä vaihtelee suuresti. Alkuperäisessä todistuksessa ostoenergia oli vanhoilla määräyksillä 24 765 kilowattituntia/vuosi. Alkuperäisellä kokoonpanolla ostoenergia uusilla määräyksillä ja Lamitor-energiälaskuohjelmalla laskettuna oli 27 504 kilowattituntia/vuosi. Vesitakka kytkettynä lämmitysjärjestelmään laski ostoenergian määräksi 23 562 kilowattituntia/vuosi. Uusiutuvan ostoenergian määrä eli puun osuus oli tästä 16 085 kilowattituntia/vuosi. Vakioituna laskennallisena arvona uusien energiatodistuksien laskennassa on aina kulutuslaite sähkö. Muut lämmitysjärjestelmän osat muuttuvat laskelmissa.

Lopullisen kokoonpanon mukaan, jossa aurinkokeräimet ovat mukana, tuli ostoenergian määräksi 18 742 kilowattituntia/vuosi. Tästä puun osuus oli 11 265 kilowattituntia/vuosi ja aurinkoenergian osuus 3 170 kilowattituntia/vuosi. Yleisen energiakulutuksen määrä kuten valaistus- ja kuluttajalaitesähkö oli 3 133 kilowattituntia Lamitor-laskentaohjelman jokaisessa vaihtoehdossa.

Lopullisessa energiavertailussa ei oteta huomioon saunankiukaan käytössä kuluva energiaa. Saunankiukaan kuluttamaa energiaa ei myöskään käytetä energiatodistusta laskettaessa. Tässä rakennuksessa on asennettuna 9 kilowatin Harvian heti valmis saunankiuas. Tämän tyyppisille kiukaille voidaan laskea vuositason energiakulutus, joka tulee huomioida perustaloussähkön kulutuksen päälle. Kysymyksessä on saunan mukavuuskäytön kulutus, joka on vaihtoehto tavanomaiselle kiukaalle. (21.)

Harvia-kiukaiden valmistaja on kertonut 9 kilowatin kiukaan vievän energiaa 6 kilowattia/tunnissa eli vuorokaudessa pelkällä muhimislämmöllä (heti valmis) ja tästä laskettuna kyseinen kiuas vie vuodessa noin 2 000 kilowattia/vuosi. Varovaisesti arvioiden, jos kiuasta käytetään saunomiseen jokainen vuorokausi, voisi siihen lisätä ainakin 1,2 kilowattia/ vuorokausi, joka tekee vuodessa noin 2 000 – 2 500 kilowattia. Heti valmiin kiukaan energiakulutuksen osuus on aika suuri laitesähkön osuudesta tässä tutkittavassa rakennuksessa, mikä näkyy myös kokonaisenergiakulutuksessa. Kuvassa 22 on kiukaan malli aina valmiista Forte mallistosta.



KUVA 22. Harvia-kiuas (21)

Energiakulutuksen kokonaiskulutukseen vaikuttavat sähkölaitteiden kulutus ja rakennuksen käyttäjätottumukset. Energiatodistukseen ei huomioida myöskään erillisiä lämpöpumppuita tai muita laitteita, joita voidaan käyttää satunnaisesti. (14.)

4.4 Tulokset energiatehokkuudesta

Rakennus on valmistunut vuonna 2012. Sen aikaisen määräyksen (487/2007) mukaan rakennus sai energiatehokkuusluvaksi 150, mikä täytti juuri A-luokan rajan. Silloisen energialaskuohjelman mukaan ostoenergiaksi tuli 24 765 kilowattia/vuosi.

Vuonna 2018 astuivat uudet määräykset voimaan ja energiatehokkuusluku laskettiin eri tavalla ja luokkien raja-arvot muuttuivat. Uudella laskuohjelmalla sama kokoonpano saavutti E-luvuksi 110 ja tällä arvolla rakennus kuului luokkaan B. Rakennuksen ostoenergia eri ohjelmalla ja määräyksillä muuttui suuremmaksi eli 27 504 kilowattia/vuosi.

Kokoonpanoon lisättiin vesitakka, jonka hyötysuhde on 0,82. Vesitakan lisäys muutti ostettavan sähköenergian määrää vähentävästi eli 6 750 kilowattia vähemmän per vuosi. Se muutti myös energiatehokkuusluvun arvoon 89, joka sijoittuu myös B-ryhmään. A-ryhmän raja-arvo on 80.

Kokoonpanoon lisättiin aurinkokeräimet, jotka parantavat energiatehokkuutta vielä entisestään lisää. Aurinkokeräimien lisäys muutti laskennassa E-luvun arvoon 73, joka on A-luokkaa. Aurinkokeräimet vähentävät puuenergian määrää laskelmissa 3 170 kilowattia/vuosi, jolloin kokonaisenergiämääräksi saadaan 18 742 kilowattia/vuosi. Taulukossa 14 on esitetty yhteenveto eri kokoonpanojen energiatodistuksista.

TAULUKKO 14. Yhteenveto eri kokoonpanojen energiatodistuksista

	Osto energia (kWh)	Kulutus-sähkö	Puu	Aurinko	Yhteensä (kWh)	ET-luku/E	E-luokka
Sähkö 2012	22 575	2 190	-	-	<u>24 765</u>	150	A
Sähkö 2018	24 371	3 133	-	-	<u>27 504</u>	110	B
Vesitakka	4 344	3 133	16 085	-	<u>23 562</u>	89	B
Aurinkoke-räimet	4 344	3 133	11 265	3 558	<u>18 742</u>	73	A

Rakennuslaissa (788/2017) on määritelty eri energiamuodoille kertoimet, joita sovelletaan energiatodistuksien laadinnassa. Tutkittavassa kohteessa sähkön kerroin on 1,2 ja uusiutuvan polttoaineen 0,5. Poikkeuksena vuoden 2012 sähkön osalta ei ole käytetty kerrointa ollenkaan. Taulukossa 15 on esitetty tulokset kertoimilla laskettuna. Taulukossa on kerrottu myös energiatehokkuusluvut ja energialuokat, jotka saadaan eri kokoonpanoilla.

TAULUKKO 15. Yhteenvedo eri kokoonpanojen energiatodistuksista painotetuilla energiakertoimilla

	Energiakulutus-sähkö	Kulutus-sähkö	Uusiutuva polttoaine (puu)	Yhteensä (kWh)	ET-luku/E	E-luokka
Sähkö 2012	22 575	2 190	-	<u>24 765</u>	150	A
Sähkö 2018	7 107	3 133	9 225	<u>19 465</u>	110	B
Vesitakka	5 213	3 133	8 043	<u>16 389</u>	89	B
Aurinkokennät	5 213	3 133	5 633	<u>13 979</u>	73	A

Toteutunut energiakulutus

Energiakulutuksesta on saatu tietoa takautuvasti Oulun energian energiatilin kautta. Sähkönkulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö on eritelty energiatodistuksissa erillään lämmitykseen ostettavasta energiasta. Lämmitysenergia on sähkövastuksella tuotettavaa energiaa ja siihen on energiatodistuksessa erillinen laskentapaikka. Valaistus- ja laitesähkö tarkoittaa valaistuksen ja kodin eri sähkölaitteiden käyttöä. Asumisessa joudutaan käyttämään eri sähkölaitteita, mutta siihen kuluva sähköenergia määrään vaikuttaa asukkaan kulutustottumukset. (22.)

Kuvassa 24 esitetään toteutuneet energiankulutukset. Kulutus vuoden 2012 toukokuusta vuoden 2013 oli erillisen kirjanpidon mukaan 23 105 kilowattia/vuosi. Kyseisen ajanjakson kulutus ei näy taulukossa 14, koska etälukumittarit ovat vaihdettu keväällä 2013, josta energiatilin seuranta on alkanut. Vuoden 2013 kulutus vajaalta vuodelta eli seitsemän kuukauden ajalta oli 14 655 kilowattia. Vuoden 2013 kulutuksessa ei ole vielä vesitakka energian tuottajana, sillä vesitakka on asennettu vasta joulukuussa 2013.

Energiakulutus vuonna 2014 oli 12 716 kilowattia, mikä on huomattavasti vähemmän kuin vuoden 2012–2013 kulutus 23 105 kilowattia. Energiakulutus on pudonnut noin 10 000

kilowattia ja tämän myötä voi todeta vesitakan olevan tehokas energiakulujen vähenemisessä. Vuoden 2015 energiakulutus oli 14 464 kilowattia, jossa nousua edelliseen vuoteen oli 1 748 kilowattia. Energiakulutuksen lisääntymisen syynä oli se, ettei takkaa ole lämmitetty niin usein, mikä lisäsi sähkövastuksen käyttöä lämmittävänä energiamuotona.

2015 vuoden alkukesästä asennettiin vesikatolle aurinkokeräimet, jotka saatiin heti tuottamaan energiaa. Aurinkokeräimien lisäämisen jälkeen puun osuus uusiutuvasta energiasta pieneni noin 3 558 kilowattia ja puun lämmitystarve väheni selvästi. Kokonaiskulutus vuonna 2016 oli 12 474 kilowattia, joka on hyvin vähäinen alkuperäisiin kulutuksiin verrattuna. Vuonna 2017 kulutus oli lähes sillä tasolla kuin energiatodistuksissa on laskennallisesti arvioitu. Vuonna 2018 kokonaiskulutus kasvoi vielä enemmän ja kulutuslukema on enemmän kuin taulukossa 13 on esitetty energiatodistuksien arviosta energiamuotoker-toimilla laskettuna.

Yöenergian sähkökulutuksen osuuden kasvua kuvaa se, että sähkövastusta on tarvittaessa käytetty lattialämmityksissä myös öisin päällä, jotta lämmitys takaisi tasaisemman lämmönkierron. Vastuksen lisäkäytön myötä öisin on takan lämmittämä lämmin vesi riittänyt aiempaa pidempään. Tämä kokeilu on kuitenkin nostanut kokonaisenergiakulutusta jonkin verran. Kuvassa 22 esitetään energiatilin kooste.

TAULUKKO 16. Oulun Energian energiatilin sähkökulutuksen seuranta. (22)

Vuosi	Energia yhteensä (kWh)	Energian kulutus Yö (kWh)	Energian kulutus Päivä (kWh)	Keskilämpötila (°C)
2013	14655,41	5102,68	9552,73	6,4
2014	12716,29	4505,54	8210,75	4,4
2015	14464,33	5395,02	9069,31	4,8
2016	12474,58	4284,15	8190,43	3,7
2017	13660,64	4716,92	8943,73	3,3
2018	15612,43	6328,29	9284,14	4,0

4.5 Lämmitysjärjestelmien yhteensopivuus

Lämmitysjärjestelmää ja rakennuksen energiatehokkuutta suunniteltaessa rakennusvaiheessa tulee miettiä järjestelmän toimivuutta ja sen ylläpidon vaatimia toimenpiteitä. Järjestelmien ylläpitämien vaatii huoltoa ja testausta. Järjestelmän eri osat tukevat toinen toisiaan, jolloin energian tuotto on katkeamatonta eikä synny näin lämmitykseen katkoja.

Sähkölämmitys rakennuksen lämmönlähteenä on yksi helpoimpia tapoja toteuttaa ja on siksi hyvin käytetty lämmitysmuoto. Kun energiatehokkuutta ryhdyttiin kehittämään, löydettiin sähkölle varteenotettavia muita ratkaisuja. Sähkön hinnannousu on myös saanut muita vaihtoehtoja enemmän esille ja niitä on alettu käyttämään jo 2000-luvulla.

Sähkölämmitteisiä rakennuksia tehdään vieläkin, mutta vähemmän kuin aiemmin. Sähkölämmityksen helppous on hyödyksi, mutta energiatehokkuus kärsii huomattavasti. Sähkölämmityksen euromääräiset kustannukset ovat huomattavat, kun ottaa huomioon energian hinnannousut varsinkin energiasiirron osalta.

Vesitakka energiatuottajana sähkön lisäksi on hyvä lisä ostoenergian vähentämiseen, jos puuta saa edullisesti tai omistaa itse metsää. Taloudellinen hyöty kasvaa sitä mukaan, kuinka paljon voi vuorokaudessa takassa puuta polttaa. Puun arvoksi tulee se, millä tavalla puu hankitaan. Ostamalla puun hinta on helposti määritettävissä, ja kun puun hankinnasta ja tekemisestä huolehditaan, itse on jokaisen annettava oma arvo tekemälleen työpanokselle.

Takka toimii myös normaalina tulisijana antaen loistelämpöä pääasiallisen energiantuoton lisäksi. Takassa kuten muissakin puilla lämmitettävissä energiaa tuottavissa lämmönlähteissä, on huolehdittava tuhkien poistoista ja tulisijan nuohouksesta vuosittain paloturvallisuuden vuoksi. Vesitakassa on liikkuvia osia, kuten hissiluukku, joka vaatii ajoittain huoltoa. Takkaan tulee kiehumisen estoa varten kylmävesi ja sen kuntoa tulee tarkkailla. Vesitakka lämmittäjänä tutkittavassa kohteessa on vähentänyt huomattavasti sähköenergian ostamista.

Kun järjestelmään lisätään aurinkokeräimet, se vähentää noin viiden kuukauden ajan vuodessa vesitakan osuutta energiatuotossa. Aurinkojärjestelmässä ei ole varsinaista säännöllisen huollon tarvetta, ellei siihen tule suoranaista vikaa. Auringon vakituinen paistaminen ei ole tarpeen, koska varaajan suuri vesimäärä voi varastoida energiaa useaksi

vuorokaudeksi. Aurinkokeräimet tuottavat lämmintä vettä pilvisinäkin päivinä. Auringon osuus näkyy energiatuotossa keväästä pitkälle syksyyn. Aurinkoenergian käytön etu on sen helppous ja vaivattomuus.

5 YHTEENVETO

Energiatehokkuuteen on 2000-luvun alusta kiinnitetty jatkuvasti yhä enemmän huomiota ja siitä on sen vuoksi tehty jatkuvasti uusia määräyksiä valtiovallan osalta siitä vastaavalta ministeriöltä. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin erilaisten lämmitysjärjestelmien vaikutusta energiatehokkuuteen ja energialuokkaan. Omakotitaloissa eli pientaloissa voidaan käyttää tämän opinnäytetyön yhteydessä käsiteltyjä eri lämmitysjärjestelmiä yksin tai yhdessä. Markkinoilla on olemassa myös muita järjestelmiä, mutta niitä ei tässä työssä vertailtu.

Opinnäytetyössä tutkittiin 2012 rakennettuun ja sen jälkeen taloon asennettujen lämmönlähteiden vaikutusta energian kulutukseen sekä energiatehokkuuteen. Näillä muutoksilla on olennainen vaikutus energiatodistuksen laadintaan. Opinnäytetyössä todettiin eri vaihtoehtojen vaikutus ET-lukuun, E-lukuun ja energialuokkaan.

Opinnäytetyössä todettiin, että kun käytetään uusiutuvaa energiaa ja aurinkoa, saadaan energiatehokas asumismuoto. Työssä esiteltiin selkeästi lämmitysjärjestelmän osalta sellaiset seikat, jotka vaikuttavat energiankulutukseen ja siihen, millä energiaa tuotetaan.

Tutkittavaan kohteeseen ei ole suositeltavissa paljon parannuksia sen uuden iän vuoksi. Yksi parannus energiakulutuksen pienentämiseksi olisi sähkökiukaan vaihto puulämmitteiseen. Tämä tosin on työläs toteuttaa, koska puukiuas vaatii hormin ja sille ei ole varusta olemassa.

Kokonaisenergiankulutus olisi huomattavasti suurempi pelkällä sähkölämmityksellä, jos ei olisi tehty energiatehokkuutta lisääviä parannuksia. Vesitakka ja aurinkokeräimet ovat tehokkaita vähentämään energiakulutusta. Kun poistetaan heti valmiin kiukaan kuluttama energia 2 000-2 500 kilowattia niin voidaan todeta, että kokonaisenergiankulutus on alhainen tämän kokoiselle rakennukselle.

Opinnäytetyön energiatodistuksissa todettiin, että uusituvan polttoaineen ja aurinkoenergian käytön myötä energiamuodon kertoimilla painotettu energiakulutus ja laskennallinen energiankulutus sekä E-luku laskevat olennaisesti. Puurakenteisessa omakotitalo kohteessa toteutunut energiankulutus laski alle energiatodistuksissa esitettyjen laskelmien.

Opinnäytetyössä esitettyjen, omakotitalokohteen energiatodistusten osalta päästiin hyviin tuloksiin. Työssä käytettiin energialaskuun tarkoitettua Lamitor-ohjelmistoa ja energiailin raportteja. Työ oli mielenkiintoinen ja täytti sille asetetut tavoitteet. Toivon tämän opinnäytetyön herättävän kiinnostusta tutustumaan ja vertailemaan eri energiatehokkuuden vaikuttavia tekijöitä.

LÄHTEET

1. Rakennusten energiatodistus uudistuu 1.6. alkaen: pientaloille todistus myynti- ja vuokraustilanteissa. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakennusten_energiatodistus_uudistuu_16_\(3872\)](https://www.ymparisto.fi/FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakennusten_energiatodistus_uudistuu_16_(3872)). Hakupäivä 29.3.2019.
2. Energiatehokkuuslaki 30.12.2014/1429. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141429>. Hakupäivä 19.3.2019.
3. Mitä on energiatehokkuus. 2019. OptiWatti Oy. Saatavissa: <https://www.optiwatti.fi/omakotitalon-energiatehokkuus-mita-siita-pitaisi-tietaa/>. Hakupäivä 4.5.2019.
4. Laki rakennuksen energiatodistuksesta 13.4.2007/487. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/kumotut/2007/20070487>. Hakupäivä 22.4.2019.
5. Energiatehokkuus. Energiavirasto. Saatavissa: <http://www.energiavirasto.fi/energiatehokkuus>. Hakupäivä 20.3.2019.
6. Perustietoa. 2017. Energiatehokas koti. Saatavissa: <https://www.energiatehokas-koti.fi/perustietoa>. Hakupäivä 28.3.2019.
7. Milloin energiatodistus vaaditaan, milloin ei?.2019. Motiva Oy. Saatavissa: <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/milloinvaaditaan/>. Hakupäivä 21.3.2019.
8. Laki rakennuksen energiatodistuksesta 20.12.2017/1048. Liitteet 1-5. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171048>. Hakupäivä 22.3.2019.
9. Energiatodistusopas 2013, versio 27.09.2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B2F479B50-D83D-4A2C-B726-749FBCF5F7CD%7D/91388>. Hakupäivä 20.3.2019.
10. Ympäristöministeriön muistio 20.12.2017. 2017. Haakana Maarit. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B96FACE66-6B93-4943-B1FD-F5A163FBBEC3%7D/133977>. Hakupäivä 22.3.2019.
11. Rakennusten energiatodistus. 2013. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA). Saatavissa: <https://www.ara.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Energiatodistus>. Hakupäivä 22.3.2019.
12. Energiatodistuksen laatija. Fise Oy. Saatavissa: <http://fise.fi/patevyyspalvelu/hae-patevyytta/energia-ja-kuntoasiantuntijat/energiatodistuksen-laatija/>. Hakupäivä 22.3.2019.

13. Energiatodistusopas 2007. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://www.omataloyh-tio.fi/pdf/ASOY/energiatodistusopas.pdf>. Hakupäivä 22.3.2019.
14. Energiatodistuksen laskentaohjeet. Motiva Oy. Saatavissa: <http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistuksenlaatijat/laskentaohjeet2013-2017/>. Hakupäivä 22.4.2019.
15. Energiatodistusrekisteri. Motiva Oy. Saatavissa: <http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistustenlaatijat/energiatodistusrekisteri/>. Hakupäivä 7.5.2019.
16. Aurinkoputkikeräin 2009. Polar Import Oy. Saatavissa: <http://www.polarimport.com/pages/tuotteet/consol-tyhjioeputki-keraeimet.php?searchresult=1&string=joka>. Hakupäivä 19.3.2019.
17. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 27.2.2013. Ympäristöministeri. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B27BAFE2B-E645-4464-AFB8-CBFB162B5ADC%7D/31591>. Hakupäivä 22.4.2019.
18. Swecon Casa W3 -ilmanvaihtolaite. Swecon Oy. Saatavissa: <http://www1.swegon.com/fi/Swegon-Home-Solutions/Tuotteet/Ilmanvaihtolaitteet/Vastavirtakennoiset-W-sarja/CASA-W3/>. Hakupäivä 19.3.2019.
19. Lamitor W -ohjeistus. 2019. Lamit Oy. Yrityksen sisäisessä käytössä. Hakupäivä 4.3.2019.
20. Rakennusten energiatodistukset käyttötarkoituksen mukaan. 2018. Asumisen rahoitus ja kehittämiskeskus (ARA). Saatavissa: https://www.ara.fi/fi-FI/Tietopankki/Tilastot_ja_selvitykset/Energiatodistukset. Hakupäivä 19.3.2019.
21. Aina valmis Forte -kiuas. Harvia Oyj. Saatavissa: http://www2.harvia.fi/content/fi/40/130/Aina_valmis_Forte.html. Hakupäivä 22.3.2019.
22. Oulun Energia -energiatili. Yrityksen sisäisessä käytössä. Hakupäivä 22.3.2019.

LIITTEET

Liite 1 Alkuperäinen energiatodistus vuonna 2012 (Kokoonpano 1)

Liite 2 Energiatodistus (Kokoonpano 1)

Liite 3 Energiatodistus (Kokoonpano 2)

Liite 4 Energiatodistus (Kokoonpano 3)

Liite 5 Rakenneleikkauskuva 1:20

Liite 6 Rakenneleikkauskuva 1:100

Liite 7 Asemapiirustus

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Erilliset pientalot (enintään 6 asuntoa)**
 Osoite: **Pientalo A1
 Tolpankankaantie 7 90410 Oulu**

Valmistumisvuosi: **2016**

Rakennustunnus:

Asuntojen lukumäärä: **1**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/bm²/vuosi): **150**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:
Lauri Anundi pääsuunnittelija

Todistuksen tilaaja:
Jarmo Huttu urakoitsija

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:
28.1.2016

Viimeinen voimassaolopäivä:
28.1.2026

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

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuksen laajuustiedot				
Bruttoala	166 brm ²			
Rakennustilavuus	651 rak-m ³	Ilmatilavuus	420 m ³	
Huoneistoala	149 hum ²	Henkilömäärä	4	
Rakenteet				
Rakennusosat		Pinta-ala (m²)	U-arvo (W/m²K)	
Ulkoseinät	Ulkoseinä	103.00	0.17	
	Ulkoseinä	31.00	0.26	
Yläpohjat	Yläpohja	133.00	0.09	
	Yläpohja	16.00	0.09	
Alapohja	Alapohja	133.00	0.16	
	Alapohja	16.00	0.16	
Ovet				
Ikkunat	Ikkuna pohjoiseen	5.40	0.90	G_{kohtisuora} 0.56 F_{kehä} 0.75
	Ovi pohjoinen	1.89	1.00	0.56 0.75
	Ikkuna itä	3.36	0.90	0.56 0.75
	Ikkuna etelä	11.14	0.90	0.56 0.75
	ikkuna länsi	0.45	0.90	0.56 0.75
	Ovi etelä	2.10	1.00	0.56 0.75
	Ovi länsi	3.78	1.00	0.56 0.75
	Ovi puoillämmin etelä	4.20	1.00	0.56 0.75
	Ikkuna pohjoinen	1.08	1.00	0.56 0.75
	Ikkuna etelä	0.84	1.00	0.56 0.75
	Ovi etelä	4.20	1.00	0.56 0.75
Tehollinen lämpökapasiteetti C_{Rak omin.}		110 Wh/(brm ² K)		
Ilmanvaihto				
Rakennuksen ilmanvuotoluku n50		2.0 1/h		
Ilmanvaihdon poistovirta		0.053 m ³ /s		
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde		53 %		
Vedenkulutus				
Lämpimän käyttöveden kulutus		73.00 m ³ /vuosi		
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus		Kyllä <input checked="" type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>		
Lämmitysjärjestelmät				
Lämmönkehitys	Sähkölämmitys	Sisältää käyttöveden lämmityksen	Kyllä <input checked="" type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>	
Lämmönjakotapa	Vesikiertoinen lattialämmitys, 40/35 °C			
Lämmönvaraajat				
Lämpimän käyttöveden kiertojohto				Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/>
- Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita				Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/>
Energiatehokkuusluvun laskenta				
Lämmitysenergian kulutus	22575 kWh/vuosi			
Laitesähköenergian kulutus	2190 kWh/vuosi			
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi			
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	24765 kWh/vuosi			
Rakennuksen energiatehokkuusluku	150 kWh/brm²/vuosi			

ID 20190513.14709.18534.2191.se

ENERGIATODISTUS 2018

Rakennuksen nimi ja osoite: OPINNÄYTETYÖ Jarmo Huttu
Tolpankankaantie 7 A
90410 Oulu

Pysyvä rakennustunnus: 56430-24-4
Rakennuksen valmistusvuosi: 2012
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Yhden asunnon talot

Todistustunnus:

Energiatodistus on laadittu

- Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa
 Uudelle rakennukselle käyttöönottoaiheessa
 Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä: 2019-02-12

	Energiatodistuksen luokka
A	
B	B ₂₀₁₈
C	
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E / (m ² vuosi)
Uudisrakennuksen E-luvun määrittystaso, enintään	110
	110

Todistuksen laatija:

Lamit oy
Ahjokatu 13
40320 Jyväskylä
Tammelan puistokatu 22 33100 Tampere Y-tunnus 1004256-2

Yritys:

Lamit oy
Ahjokatu 13
40320 Jyväskylä
Tammelan puistokatu 22 33100 Tampere Y-tunnus 1004256-2

Allekirjoitus: Vaatii sähköisen allekirjoituksen Energiatodistusrekisterissä

Todistuksen laatimispäivä:

13.5.2019

Viimeinen voimassaolopäivä:

13.5.2029

ID 20190513.14709.18534.2191.se

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala	149 m ²												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Suorasähkö ja Leivinuuni.												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Swecon casa kierresaumakanavalla 70 % lämpimässätilassa kanavista.												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	-	kWhE/(m ² vuosi)									
sähkö	5922	40	1.2	48									
uusiutuva polttoaine	18449	124	0.5	62									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3133	21											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				110									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokittelusteikko	Yhden asunnon talot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ... 80</td> <td>B: 81 ... 125</td> <td>C: 126 ... 162</td> </tr> <tr> <td>D: 163 ... 242</td> <td>E: 243 ... 372</td> <td>F: 373 ... 442</td> </tr> <tr> <td>G: 443 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ... 80	B: 81 ... 125	C: 126 ... 162	D: 163 ... 242	E: 243 ... 372	F: 373 ... 442	G: 443 ...		
A: ... 80	B: 81 ... 125	C: 126 ... 162											
D: 163 ... 242	E: 243 ... 372	F: 373 ... 442											
G: 443 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	B												
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 energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.													

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

ID 20190513.14709.18534.2191.se

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2012	Lämmitetty nettoala	149	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q_{10}	2,00	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus
	m ²	W/(m ² K)	W/K	lämpöhäviöistä
				%
Ulkoseinät	134,0	0,11	14,7	18%
Yläpohja	149,0	0,05	7,5	9%
Alapohja	149,0	0,16	23,8	30%
Ikkunat	20,4	0,90	18,3	23%
Ulko-ovet	12,0	0,80	9,6	12%
Kylmäsilat	-	-	6,2	8%
Ikkunat Ilmansuunnittain				
	A	U	$g_{kikkunat}$ -arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	5,4	0,90	0,85	
Koillinen				
Itä	3,4	0,90	0,85	
Kaakko				
Etelä	11,1	0,90	0,85	
Lounas				
Länsi	0,5	0,90	0,85	
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Swecon casa kierresuomakanavalla 70 % lämpimässätilassa kanavista.			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto °C
Pääilmanvaihtokoneet	0,05/0,05	1,80	82%	5,0
Erillispoistot	/	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0,05/0,05	1,80	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	73%			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Suorasähkö ja Leivinuuni.			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin ¹	Apulaitteiden sähkökäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	60%	100%	-	
Lämpimän käyttöveden valmistus	100%	100%		
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumpputilastoissa voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	3 000		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä				
Lämmön käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	536	31		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt	60%	2,0		
Kuluttajalaitteet	60%		3,0	
Valaistus	10%			6,0

ID 20190513.14709.18534.2191.se

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2012			
Lämmitetty nettoala, m ²	149			
E-luku, kWhE / (m ² vuosi)	110			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/vuosi	-	kWhE/vuosi	kWhE/(m ² vuosi)
sähkö	5 922	1,2	7 107	48
uusutuva polttoaine	18 449	0,5	9 225	62
YHTEENSÄ	24 371		16 332	110
Uusutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
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	36,9	-
Tuloilman lämmitys		0,0	7,2	-
Lämpimän käyttöveden valmistus		0,0	90,3	-
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5,6	-	-
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		21,0	-	-
YHTEENSÄ		29,2	134,4	
¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys ²		3 403	23	
Ilmanvaihdon lämmitys ³		1 074	8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4 655	32	
Jäähdytys				
² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		7 960	54	
Henkilöt		1 566	11	
Kuluttajalaitteet		2 349	16	
Valaistus		783	6	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä		1 420	10	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero				
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	Lamitor W /id 20190513.14709.18534.2191.se			
Energiatodistuksen laskenta on suoritettu lamit.fi:n kuukausitason laskentamoottorilla. Laskentamoottori perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelman osaan D5, ja sitä on tarkennettu soveltuvilta osin EN -standardien kuten ISO EN 13790 pohjalta. Laskentamoottori on validoitu ASHRAE 140-2011 standardin kappaleen 7 mukaan. Laskentamoottoria voidaan käyttää Suomen rakentamismääräysten mukaisen uudisrakennuksen energiaselvityksen ja energiatodistuksen laskentaan rakennuksille, joissa ei ole aktiivista jäähdytysjärjestelmää. Laskentamoottoria voidaan käyttää energiatodistuksen tekemiseen myös mille tahansa olemassa olevalle rakennukselle.				

ID 20190513.14709.18534.2191.se

ENERGIATODISTUS 2018

Rakennuksen nimi ja osoite: OPINNÄYTETYÖ Jarmo Huttu
Tolpänkankaantie 7 A
90410 Oulu

Pysyvä rakennustunnus: 56430-24-4
Rakennuksen valmistusvuosi: 2012
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Yhden asunnon talot

Todistustunnus:

Energiatodistus on laadittu

Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa
 Uudelle rakennukselle käyttöönottoaiheessa
 Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä: 2019-02-12

	Energiatodistuksen luokka
A	
B	B ₂₀₁₈
C	
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E / (m ² vuosi)
Uudisrakennuksen E-luvun määrittäytaso, enintään	89
	110

Todistuksen laatija:

Lamit oy
Ahjokatu 13
40320 Jyväskylä
Tammelan puistokatu 22 33100 Tampere Y-tunnus 1004256-2

Yritys:

Lamit oy
Ahjokatu 13
40320 Jyväskylä
Tammelan puistokatu 22 33100 Tampere Y-tunnus 1004256-2

Allekirjoitus: Vaatii sähköisen allekirjoituksen Energiatodistusrekisterissä

Todistuksen laatimispäivä:

13.5.2019

Viimeinen voimassaolopäivä:

13.5.2029

ID 20190513.14709.18534.2191.se

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala	149 m ²
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Suorasähkö, Leivinuuni ja vesikiertotakka.
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Swecon casa kierresaumakanavalla 70 % lämpimässätilassa kanavista.

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
sähkö	4344	29	1.2	35
uusiutuva polttoaine	16085	108	0.5	54
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3133	21		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				89

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko

Luokkien rajat asteikolla

Yhden asunnon talot

A: ... 80	B: 81 ... 125	C: 126 ... 162
D: 163 ... 242	E: 243 ... 372	F: 373 ... 442
G: 443 ...		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

B

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 energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

ID 20190513.14709.18534.2191.se

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot			
Rakennuksen valmistusvuosi	2012	Lämmitetty nettoala	149	m ²
Rakennusvaihe				
Ilmanvuotoluku q_{50}	2,00	m ³ /(h m ²)		
	A	U	U×A	Osuus lämpöhäviöistä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	134,0	0,11	14,7	18%
Yläpohja	149,0	0,05	7,5	9%
Alapohja	149,0	0,16	23,8	30%
Ikkunat	20,4	0,90	18,3	23%
Ulko-ovet	12,0	0,80	9,6	12%
Kylmäsillat	-	-	6,2	8%
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	$g_{\text{kahtivuosi}}$ -arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	5,4	0,90	0,85	
Koillinen				
Itä	3,4	0,90	0,85	
Kaakko				
Etelä	11,1	0,90	0,85	
Lounas				
Länsi	0,5	0,90	0,85	
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Swecon casa kierresaumakanavalla 70 % lämpimässätilassa kanavista.			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmavaihtokoneet	0,05/0,05	1,80	82%	°C
Erillispoistot	/	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0,05/0,05	1,80	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	73%			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Suorasähkö,Leivinuuni ja vesikiertotakka.			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin ¹	Apulaitteiden sähkönkäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	80%	80%	-	2,5
Lämpimän käyttöveden valmistus	100%	100%		
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	0		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä				
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	536	31		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt	60%	2,0		
Kuluttajalaitteet	60%		3,0	
Valaistus	10%			6,0

ID 20190513.14709.18534.2191.se

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka	Yhden asunnon talot			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2012			
Lämmitetty nettoala, m ²	149			
E-luku, kWhE / (m ² vuosi)	89			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/vuosi	-	kWhE/vuosi	kWhE/(m ² vuosi)
sähkö	4 344	1,2	5 213	35
uusiuutuva polttoaine	16 085	0,5	8 043	54
YHTEENSÄ	20 429		13 256	89
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
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	32,6	-
Tuloilman lämmitys		0,0	8,4	-
Lämpimän käyttöveden valmistus		0,0	67,0	-
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5,6	-	-
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		21,0	-	-
YHTEENSÄ		29,2	108,0	
¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys ²		3 403	23	
Ilmanvaihdon lämmitys ³		1 074	8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4 655	32	
Jäähdytys				
² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		7 960	54	
Henkilöt		1 566	11	
Kuluttajalaitteet		2 349	16	
Valaistus		783	6	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä		1 420	10	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero				
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	Lamitor W /id 20190513.14709.18534.2191.se			
Energiatodistuksen laskenta on suoritettu lamit.fi:n kuukausitason laskentamoottorilla. Laskentamoottori perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelman osaan D5, ja sitä on tarkennettu soveltuvilta osin EN -standardien kuten ISO EN 13790 pohjalta. Laskentamoottori on validoitu ASHRAE 140-2011 standardin kappaleen 7 mukaan. Laskentamoottoria voidaan käyttää Suomen rakentamismääräysten mukaisen uudisrakennuksen energiaselvityksen ja energiatodistuksen laskentaan rakennuksille, joissa ei ole aktiivista jäähdytysjärjestelmää. Laskentamoottoria voidaan käyttää energiatodistuksen tekemiseen myös mille tahansa olemassa olevalle rakennukselle.				

ID 20190513.14709.18534.2191.se

ENERGIATODISTUS 2018

Rakennuksen nimi ja osoite: OPINNÄYTETYÖ Jarmo Huttu
Tolpänkankaantie 7 A
90410 Oulu

Pysyvä rakennustunnus: 56430-24-4
Rakennuksen valmistusvuosi: 2012
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Yhden asunnon talot

Todistustunnus:

Energiatodistus on laadittu

Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa
 Uudelle rakennukselle käyttöönottoaiheessa
 Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä: 2019-02-12

	Energiatehokkuusluokka

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E / (m ² vuosi)
Uudisrakennuksen E-luvun määrittystaso, enintään	73
	110

Todistuksen laatija:

Lamit oy
Ahjokatu 13
40320 Jyväskylä
Tammelan puistokatu 22 33100 Tampere Y-tunnus 1004256-2

Yritys:

Lamit oy
Ahjokatu 13
40320 Jyväskylä
Tammelan puistokatu 22 33100 Tampere Y-tunnus 1004256-2

Allekirjoitus: Vaatii sähköisen allekirjoituksen Energiatodistusrekisterissä

Todistuksen laatimispäivä:

13.5.2019

Viimeinen voimassaolopäivä:

13.5.2029

ID 20190513.14709.18534.2191.se

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala	149 m ²
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Suorasähkö, Leivinuuni, vesikiertotakka ja aurinkokeräimet.
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Swecon casa kierresaumakanavalla 70 % lämpimässätilassa kanavista.

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
sähkö	4344	29	1.2	35
uusiutuva polttoaine	11265	76	0.5	38
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3133	21		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				73

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokittelusteikko

Luokkien rajat asteikolla

Yhden asunnon talot

A: ... 80	B: 81 ... 125	C: 126 ... 162
D: 163 ... 242	E: 243 ... 372	F: 373 ... 442
G: 443 ...		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

A

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

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

ID 20190513.14709.18534.2191.se

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot			
Rakennuksen valmistusvuosi	2012	Lämmitetty nettoala	149	m ²
Rakennusvaihe				
Ilmanvuotoluku q_{50}	2,00	m ³ /(h m ²)		
	A	U	U×A	Osuus lämpöhäviöistä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	134,0	0,11	14,7	18%
Yläpohja	149,0	0,05	7,5	9%
Alapohja	149,0	0,16	23,8	30%
Ikkunat	20,4	0,90	18,3	23%
Ulko-ovet	12,0	0,80	9,6	12%
Kylmäsillat	-	-	6,2	8%
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	$g_{\text{kahtivuosi}}$ -arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	5,4	0,90	0,85	
Koillinen				
Itä	3,4	0,90	0,85	
Kaakko				
Etelä	11,1	0,90	0,85	
Lounas				
Länsi	0,5	0,90	0,85	
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Swecon casa kierresaumakanavalla 70 % lämpimässätilassa kanavista.			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Päälilmanvaihtokoneet	0,05/0,05	1,80	82%	5,0
Erillispoistot	/	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0,05/0,05	1,80	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	73%			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Suorasähkö,Leivinuuni,vesikiertotakka ja aurinkokeräimet.			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin ¹	Apulaitteiden sähkönkäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	80%	80%	-	2,5
Lämpimän käyttöveden valmistus	100%	100%		
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	0		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä				
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	536	31		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt	60%	2,0		
Kuluttajalaitteet	60%		3,0	
Valaistus	10%			6,0

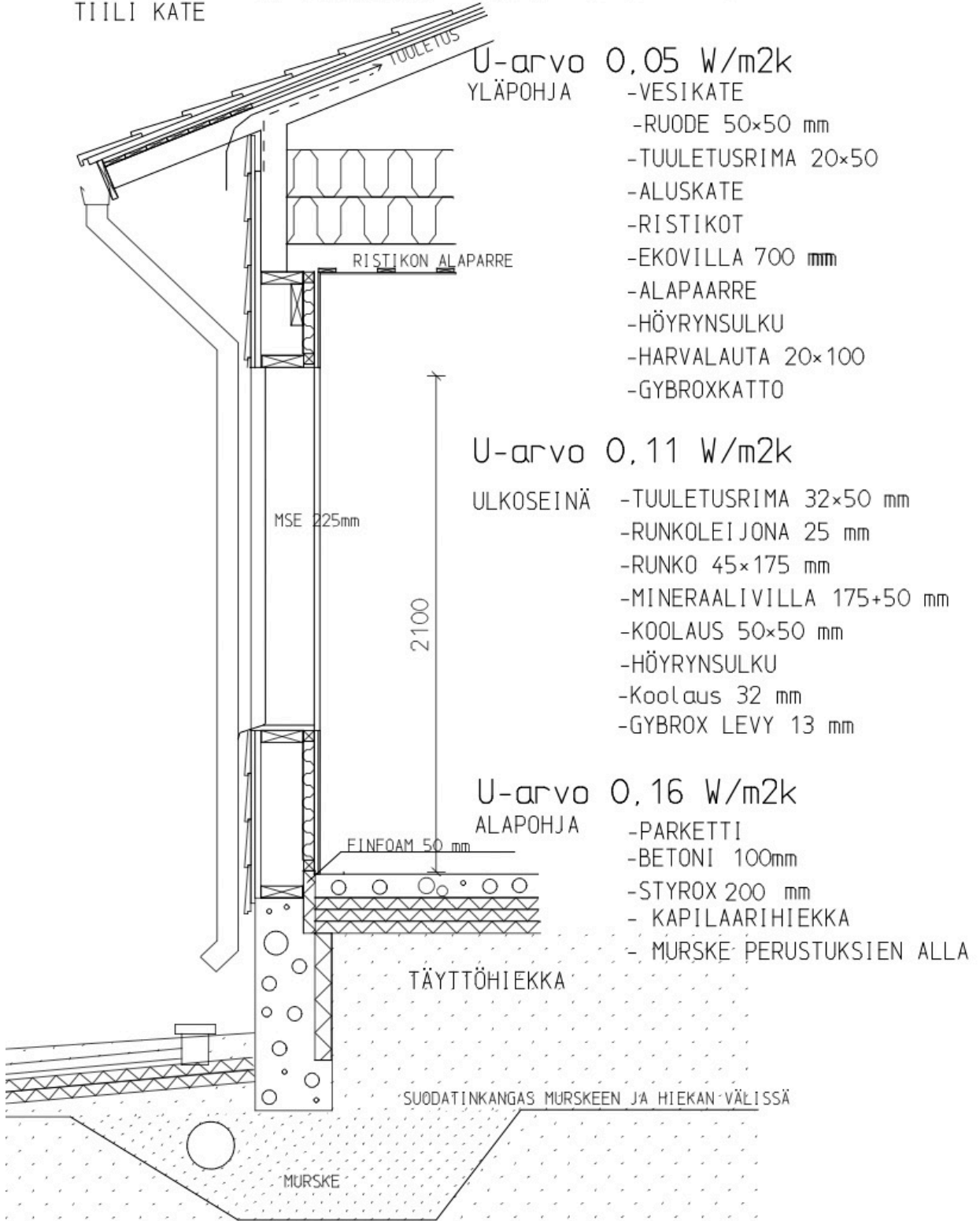
ID 20190513.14709.18534.2191.se

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka	Yhden asunnon talot			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2012			
Lämmitetty nettoala, m ²	149			
E-luku, kWhE / (m ² vuosi)	73			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/vuosi	-	kWhE/vuosi	kWhE/(m ² vuosi)
sähkö	4 344	1,2	5 213	35
uusiuutuva polttoaine	11 265	0,5	5 633	38
YHTEENSÄ	15 609		10 846	73
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
		3 618	25	
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	31,0	-
Tuloilman lämmitys		0,0	8,4	-
Lämpimän käyttöveden valmistus		0,0	36,2	-
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		5,6	-	-
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		21,0	-	-
YHTEENSÄ		29,2	75,6	
¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys ²		3 403	23	
Ilmanvaihdon lämmitys ³		1 074	8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4 655	32	
Jäähdytys				
² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		7 960	54	
Henkilöt		1 566	11	
Kuluttajalaitteet		2 349	16	
Valaistus		783	6	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä		1 420	10	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	Lamitor W /id 20190513.14709.18534.2191.se			
Energiatodistuksen laskenta on suoritettu lamit.fi:n kuukausitason laskentamoottorilla. Laskentamoottori perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelman osaan D5, ja sitä on tarkennettu soveltuvilta osin EN -standardien kuten ISO EN 13790 pohjalta. Laskentamoottori on validoitu ASHRAE 140-2011 standardin kappaleen 7 mukaan. Laskentamoottoria voidaan käyttää Suomen rakentamismääräysten mukaisen uudisrakennuksen energiaselvityksen ja energiatodistuksen laskentaan rakennuksille, joissa ei ole aktiivista jäähdytysjärjestelmää. Laskentamoottoria voidaan käyttää energiatodistuksen tekemiseen myös mille tahansa olemassa olevalle rakennukselle.				

OKT TOLPANKANKAANTIE 7

US RAKENNE LEIK B-B 1:20

TIILI KATE



U-arvo 0,05 W/m2k
YLÄPOHJA

- VESIKATE
- RUODE 50x50 mm
- TUULETUSRIMA 20x50
- ALUSKATE
- RISTIKOT
- EKOVIILLA 700 mm
- ALAPAARRE
- HÖYRYNSULKU
- HARVALAUTA 20x100
- GYBROXKATTO

U-arvo 0,11 W/m2k

- ULKOSEINÄ
- TUULETUSRIMA 32x50 mm
 - RUNKOLEIJONA 25 mm
 - RUNKO 45x175 mm
 - MINERAALIVILLA 175+50 mm
 - KOO LAUS 50x50 mm
 - HÖYRYNSULKU
 - Koolaus 32 mm
 - GYBROX LEVY 13 mm

U-arvo 0,16 W/m2k

- ALAPOHJA
- PARKETTI
 - BETONI 100mm
 - STYROX 200 mm
 - KAPILAARIHIEKKA
 - MURSKKE PERUSTUKSIEN ALLA

MSE 225mm

2100

FINEOAM 50 mm

TÄYTTÖHIEKKA

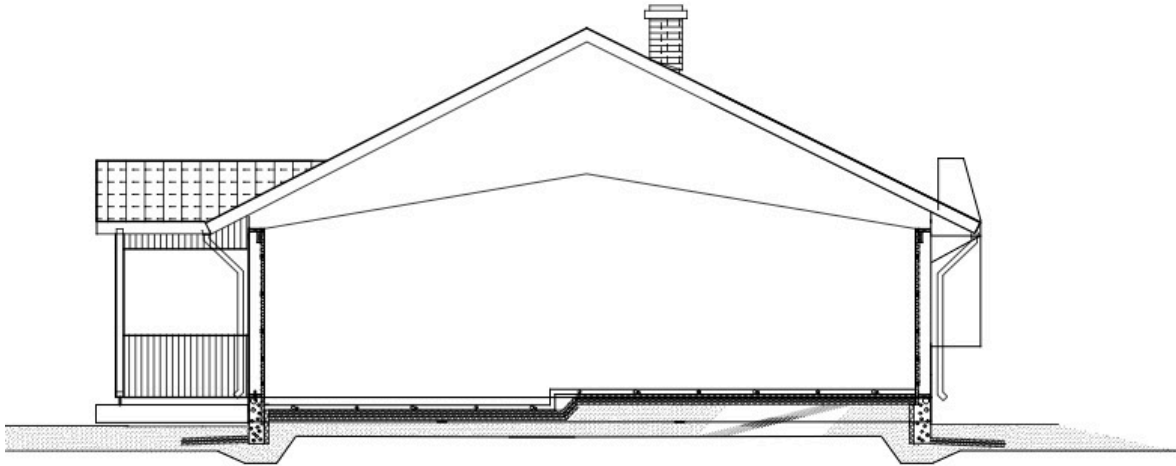
SUODATINKANGAS MURSKKEEN JA HIEKAN VÄLISSÄ

MURSKKE

RISTIKON ALAPARRE

TUULETUS

LEIKKAUS A-A 1:100



YLÄPOHJA U-ARVO 0.05

- VESIKATE
- RUODE 50x50mm
- TUULETUSRIMA 20x50 mm
- ALUSKATE
- RISTIKOT
- LÄMMÖNERISTE 700mm
- ALAPAARRE
- HÖYRYNSULKU
- HARVALAUTA 20x100
- 13 mm GYBROX KATTO

ULKOSEINÄ U-ARVO 0.11

- ULKOVERHOUSLAUTA 22X145mm
- TUULETUSRIMA 32x50 mm
- RUNKOLEIJONA 25 mm
- RUNKO 45x175 mm
- MINERAALIVILLA 175+50 mm
- KOOLAUS 50x50 mm
- GYBROX LEVY 13 mm EK -LAATU

ALAPOHJA U-ARVO 0.16

- PARKETTI
- BETONI 100 mm
- STYROX 200 mm
- KAPILAARIHIEKKA
- MURSKE PERUSTUKSIEN ALLA

Asemapiirustus Tolpankankaantie 7

