



Energiatehokkuuden parantaminen pientalossa

Järvinen Susanna

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

JÄRVINEN, SUSANNA:
Energiatehokkuuden parantaminen pientalossa

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 16 sivua
Maaliskuu 2020

Opinnäytetyössä tutustuttiin keinoihin, joilla parantaa energiatehokkuutta pientalossa. Lisäksi tutustuttiin energiatehokkuuteen vaikuttaviin tekijöihin sekä määräyksiin, jotka säätelevät energiatehokkuutta korjausrakentamisessa. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Ylöjärvellä sijaitsevalle esimerkkikohteelle korjaustoimenpiteitä, joilla pystytään parantamaan kohteen energiatehokkuutta.

Työn esimerkkikohteena on alun perin vuonna 1934 rakennettu puolitoistakerroksinen rintamamiestalo. Kohdetta on vuoteen 2020 mennessä ehditty laajentamaan neljä kertaa ja peruskorjaamaan laajasti kerran. Kohteen tiedot, joita työssä on käytetty, perustuvat kohteen asiakirjoihin, piirustuksiin ja omistajan kertomuksiin sekä opinnäytetyön aikana laadittuun lämpökuvaukseen ja energiatodistukseen.

Kohteen merkittävä energiatehokkuuden parantaminen on melko haastavaa, sillä kohteessa käytetään jo valmiiksi paljon uusiutuvaa energiaa ja kohde on rakenteellisesti hyvässä kunnossa. Järkevin korjaustoimenpide olisi vaihtaa huonosti toimiva painovoimainen ilmanvaihto koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi lämmöntalteenotolla, joka parantaa sisäilmanlaatua ja säästää lämmityskuluissa. Merkittävästi energiatehokkuutta saataisiin parannettua vaihtamalla hakelämmitys maalämpöön, tämä ei kuitenkaan tule olemaan taloudellisesti kannattavaa vielä moneen vuoteen. Energiatodistuksen lopputulos oli arvattavissa.

Tämä opinnäytetyö on pohjatietona kohteen tuleville korjauksille, joten tulevat korjaustoimenpiteet on erikseen suunniteltava ja kustannukset laskettava suunnitelmien mukaisesti.

Asiasanat: energiatehokkuus, pientalo, energiatodistus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Production

JÄRVINEN SUSANNA:
Increasing Energy Efficiency of a Small House

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 16 pages
March 2020

The subject of this thesis was to get to know the factors and specifications that influence energy efficiency. One of the main topics was improving energy efficiency in a small house. This work concentrates on renovation. The aim of this thesis was to develop remedial measures for an example target in Ylöjärvi, which can be used to improve energy efficiency.

The example target analysed in this study is a half-story detached house originally built in 1934. At the time this study was conducted, the house had been expanded four times and extensively renovated once. The subject information used in the work is based on related documents, drawings and owner's reports, as well as the thermography and energy certificate created during the study.

Significant improvement in the energy efficiency of the house is quite challenging, since it already uses much renewable energy and is structurally well maintained. The most sensible improvement would be to replace a poorly functioning gravity ventilation to a mechanical supply and extract ventilation with heat recovery, which improves indoor air quality and saves on heating costs. Substantial improvements in energy efficiency can be achieved by replacing wood chips with geothermal heat, but this will not be economically viable for many years to come. The end result of the energy efficiency analysis was predictable.

This thesis is a basis for future repairs to the house, so future repairs need to be individually planned and costs should be calculated as planned.

Key words: energy efficiency, small house, energy certification

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Työn tausta	6
1.2	Työn tavoite	6
1.3	Työn suoritus ja rajaukset	7
2	VANHAN PIENTALON ENERGIATEHOKKUUS	8
2.1	Energiakulutuksen jakautuminen	8
2.2	Käyttötottumukset.....	9
2.3	Energiatehokkuuden arviointikeinoja	10
2.3.1	Energiatodistus	10
2.3.2	Kuntoarvio ja -tutkimus.....	12
2.3.3	Lämpökuvaus	13
2.3.4	Tiiveysmittaus	14
3	ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN	15
3.1	Määräykset	15
3.2	Rakennusosat.....	16
3.2.1	Ulkoseinät	16
3.2.2	Yläpohja	18
3.2.3	Alapohja	18
3.2.4	Ikkunat ja ovet.....	19
3.3	Talotekniset järjestelmät.....	19
3.3.1	Ilmanvaihto.....	20
3.3.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	20
3.3.3	Lämmitysjärjestelmät.....	21
4	ESIMERKKIKOHDE	27
4.1	Esittely	27
4.2	Havainnot kohteen nykykunnosta	28
4.3	Kohteen lämpökuvaus.....	29
5	ESIMERKKIKOHTTEEN ENERGIATEHOKKUUS.....	31
5.1	Kohteen nykytilanne	31
5.2	Kohteen energiatehokkuuden parantaminen.....	32
5.2.1	Rakennusosakohtaiset keinot	32
5.2.2	Energiankulutuksen pienentäminen.....	33
5.2.3	E-luvun pienentäminen.....	33

5.2.4 Yhteenveto.....	36
6 POHDINTA	38
LÄHTEET	39
LIITTEET	43
Liite 1. Lämpökuvauksen tulokset.....	43
Liite 2. Energiatodistus	51

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Ilmastonmuutos on kovassa vauhdissa, ja yli kolmannes Suomen kasvihuonepäästöistä johtuu rakennusten sekä rakentamisen energiankulutuksesta. Näin ollen, rakennusten, niin uusien kuin vanhojenkin, energiatehokkuus on keskeisessä roolissa ilmastopöytäkirjassa solmittujen ilmastotavoitteiden saavuttamisessa ja luonnonvarojen säästämässä. (Ympäristö.fi 2016b.)

Suomi on hyväksynyt muiden EU-maiden joukossa YK:n ilmastopöytäkirjan, Kioton pöytäkirjan ja nyt viimeisimpänä Pariisin ilmastopöytäkirjan. Näiden tavoitteena on vähentää kasvihuonepäästöjä ja turvata kestävä taloudellinen kehitys sekä elintarviketuotanto. Kioton pöytäkirjan toisella kaudella, vuosina 2013-2020, EU:n tavoitteena on vähentää päästöjä 20 prosenttia vuoden 1990 tasolta. Pariisin ilmastopöytäkirja astui voimaan marraskuussa 2016, ja koskee vuoden 2020 jälkeistä aikaa. Tämän sopimuksen tavoitteena on rajoittaa maapallon keskilämpötilan nousu alle kahteen asteeseen sekä saada rahoitusvirrat kääntymään kohti vähähiilistä kehitystä. (Ilmasto-opas.fi 2019; Ympäristöministeriö 2019a; Ympäristöministeriö 2019b.)

Tavoitteet eivät lopu vielä tähän. Euroopan unioni on sitoutunut vuoteen 2030 mennessä vähentämään kasvihuonepäästöjä 40 prosenttia vuoteen 1990 verrattuna, ja vuoteen 2050 mennessä saamaan jäsenvaltioiden rakennuskannan hiilivapaaksi. Euroopan unioni pitää rakennusten peruskorjaamista erittäin tärkeänä, sillä kaasun tuonti vähenee 2,6 prosenttia jokaista yhden prosentin energiasäästöä vastaan. (Direktiivi 2018/844.)

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli perehtyä energiatehokkuuteen vaikuttaviin tekijöihin ja niiden arviointimenetelmiin sekä keinoihin, joilla pystytään parantamaan energiatehokkuutta pientalossa. Työssä keskitytään erityisesti vuonna 1934 rakennettuun rintamamiestaloon, joka on kertaalleen peruskorjattu ja neljä kertaa laajennettu. Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena on selvittää kohteen

nykykunto ja miettiä kustannustehokkaita keinoja, joilla voidaan parantaa kyseisen kohteen energiatehokkuutta.

1.3 Työn suoritus ja rajaukset

Työssä käytettiin apuna rakennusalan kirjallisuutta. Kohteelle suoritettiin opinnäytetyön aikana lämpökuvaus, jonka avulla selvitettiin talon pahimmat lämpövuotokohdat. Tämän lisäksi kohteen nykykunnosta laskettiin E-luku ja laadittiin energiatodistus. Työssä laskettiin myös paljonko kohteelle tehtäviksi ehdotetut korjaustoimenpiteet vaikuttavat E-lukuun.

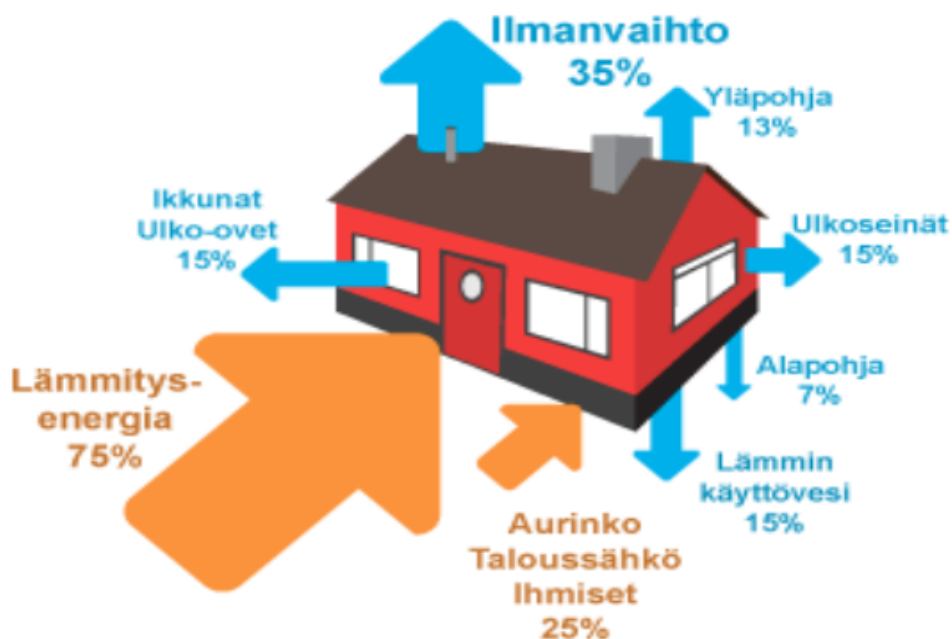
Työssä keskitytään energiatehokkuuden parantamiseen korjausrakentamisessa, eikä uudisrakennuksien energiatehokkuutta huomioida tässä työssä.

2 VANHAN PIENTALON ENERGIATEHOKKUUS

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (2010/317/EU) mukaan rakennuksen energiatehokkuudella tarkoitetaan energiamäärää, joka käytetään rakennuksen energiatarpeen täyttämiseen. Käytetty energiamäärä tulee voida laskea tai mitata. Energiatarpeella tarkoitetaan energiaa, joka on käytetty lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon ja valaistukseen. (Direktiivi 2010/31/EU, 2 artikla.)

2.1 Energiakulutuksen jakautuminen

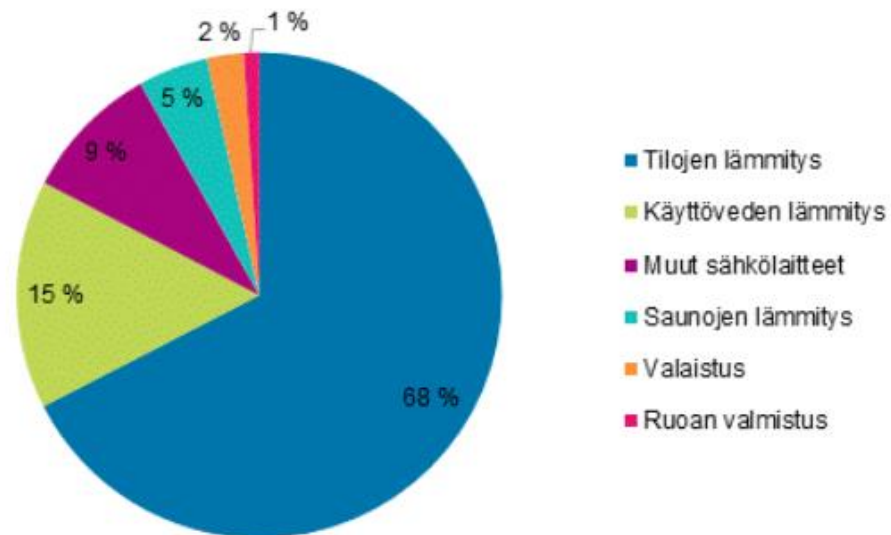
Vanhoissa pientaloissa energiatarve on suuri hatarien rakenteiden ja vanhojen taloteknisten järjestelmien vuoksi. Lämmintä ilmaa karkaa ulkovaipan, eli seinien, yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden ja ovien läpi (kuvio 1). Ulkovaipassa on myös rakoja ja reikiä, kuten venttiileitä, joten myös näiden kautta pääsee lämmin sisäilma karkaamaan ulkoilmaan. Ulkovaipan lämpöhäviöt vievät noin puolet lämmitysenergiasta. Toiseksi suurin lämpöhäviötä aiheuttava järjestelmä on talon ilmanvaihto, joka vie 35 prosenttia lämmitysenergiaa. Näiden lisäksi lämpöä pääsee karkaamaan veden mukana putkistoon 15 prosentin verran. (Laitinen 2010, 19-21; Puuinfo 2013.)



KUVIO 1. Pientalon lämmitysenergian kulutusjakauma (Puuinfo 2013)

2.2 Käyttötottumukset

Pientalon käyttämä sähkön ja lämmön määrä riippuu talossa asuvien asukkaiden tekemistä valinnoista ja heidän asuintottumuksista. Asumisessa eniten energiaa vievät tilojen ja käyttöveden lämmitys sekä muut sähkölaitteet (kuvio 2). Näiden jälkeen tulevat saunojen lämmitys, valaistus ja ruoan valmistus. Nämä ovat asioita, joihin pystyy helposti vaikuttamaan omilla käyttötottumuksillaan. Tottumuksia muuttamalla ja hieman erilaisia valintoja tekemällä pystytään vaikuttamaan merkittävästi rakennuksen energiakustannuksiin. (Ympäristö 2016c; Tampereen sähkölaitos n.d.; Laitinen 2010, 9-12.)



KUVIO 2. Asumisen energiankulutus vuonna 2018 (Tilastokeskus 2019, liitekuvio 2)

Usein rakennuksissa sisäilman lämpötila on suosituksia korkeampi, joka vaikuttaa selvästi lämmitysenergian kulutukseen. Sisälämpötilan laskeminen yhdellä asteella säästää viisi prosenttia tilojen lämmityskuluissa sekä päinvastoin. Rakennuksen ollessa tyhjiällä pidempiä aikoja, sisälämpötilaa kannattaa alentaa huomattavasti energiakulutuksen alentamiseksi. (Motiva Oy 2019b; Tampereen sähkölaitos n.d.)

Vettä voi toiselta suomalaiselta kulua yli 250 litraa vuorokaudessa kun toinen taas pärjää alle sadalla litralla. Järkevillä käyttötottumuksilla, kuten lyhyemmillä suihkuilla, ja ehjillä sekä nykyaikaisilla laitteilla sekä vesikalusteilla voidaan

vedenkulutusta pienentää kymmeniä prosentteja. (Tampereen sähkölaitos n.d.; Motiva Oy 2019e.)

Sähkölaitteet ja valaistus vievät kolmanneksen kodin energiankulutuksesta. Valaistuksen jälkeen eniten sähköä vievät kylmälaitteet ja kodin elektroniikka. Lamput kannattaa vaihtaa energiatehokkaisiin led-lamppuihin ja kodinkoneet sekä elektroniikkalaitteet nykyaikaisempiin malleihin. Elektroniikkalaitteista valmiusvirran sulkeminen vaikuttaa merkittävästi sähkön kokonaiskulutukseen. (Tampereen sähkölaitos n.d.; Motiva Oy 2019c.)

2.3 Energiatehokkuuden arviointikeinoja

Ennen vanhan rakenteen korjaamista on hyvä ensiksi tutkia ja arvioida nykyisiä rakenteita erilaisin menetelmin, jotta osataan suunnitella oikeat korjaustoimenpiteet rakenteita varten ja samalla parantaa rakenteen energiatehokkuutta. Energiatehokkuuden parantamisen näkökulmasta näitä menetelmiä ovat esimerkiksi energiatodistus, lämpökuvaus sekä tiiveysmittaus.

2.3.1 Energiatodistus

Rakennusten energiatehokkuutta vertaillaan ja arvioidaan energiatodistuksen pohjalta. Energiatodistuksessa on selvitetty rakennuksen laskennallinen energiankulutus, joka riippuu rakennuksen ominaisuuksista, kuten rakenteista, lämmitys-, ilmanvaihto-, käyttövesi- ja jäähdytysjärjestelmistä sekä valaistuksesta ja muista sähköisistä erillisjärjestelmistä. Rakennuksia voi energiatodistuksen avulla vertailla keskenään, sillä vertailussa ei oteta huomioon rakennuksen käyttötottumusten vaikutusta energiakulutukseen. (Motiva Oy 2019d; Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 20.12.2017/1048, 4§.)

Vuonna 2013 tulleen energiatodistustlain mukaan omakotitaloilta vaaditaan kiinteistön myynti- ja vuokraustilanteessa energiatodistus talon iästä riippumatta. Poikkeuksena ovat alle 50 m² rakennukset tai vapaa-ajanasunnot, näistä energiatodistusta ei vaadita. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50.) Energiatodistus voidaan laatia kevennetyllä menettelyllä, jolloin

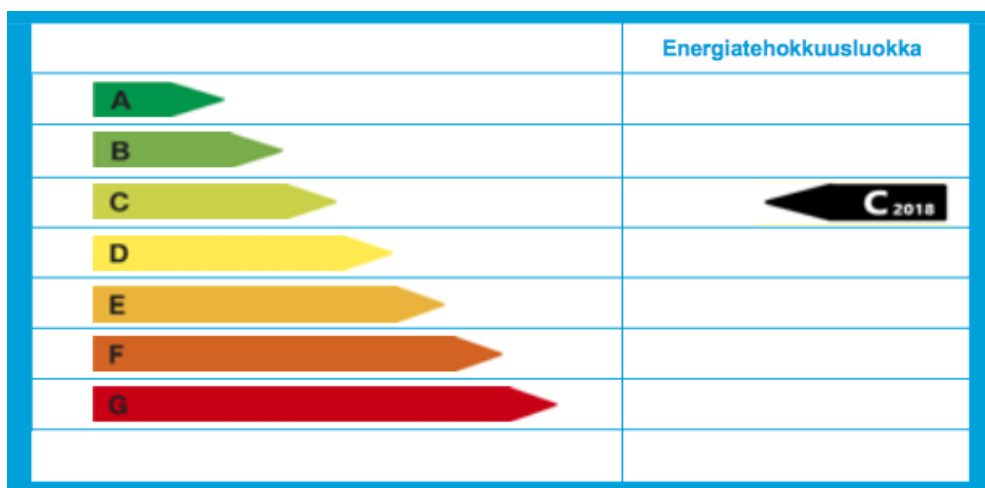
energiatodistus on yleisluonteinen todistus. Kevennettyä menettelyä voidaan soveltaa seuraavissa tilanteissa:

- kohde on arvoltaan vähäinen; myyntihinta alle 50 000€ tai vuokra alle 350€/kk
- kohde ei ole esillä julkisesti
- kohde myydään/vuokrataan lähisukulaiselle.

Kevennetyssä menettelyssä kohteella tarkoitetaan rakennusta, kiinteistöä tai asuinrakennusta, jossa on enintään kaksi huoneistoa. (Ympäristöministeriö 2018, 36.)

Energiatodistuksen laatijan tulee olla rekisteröitynyt ARA:n ylläpitämään energiatodistusten laatijoista pidettävään rekisteriin ja hänellä tulee olla osoitettuna pätevyys energiatodistuksen laadintaan. Perustason laatijapätevyys täyttyy, kun laatijalla on tekniikan alan tutkinto tai sen korvaava työkokemus sekä hyväksytysti suoritettu laatijakoe. Suurimmaksi osaksi rakennuksien energiatodistusten laadinta onnistuu perustason laatijan pätevyyksillä, mutta perustason lisäksi on olemassa ylemmän tason laatijapätevyys. Ylemmän tason laatijapätevyydellä saa laatia energiatodistuksen jäähdytetyistä uudisrakennuksista. (Motiva Oy 2017.)

Energiatodistus määrittelee rakennuksen energiatehokkuusluokan, joka perustuu E-lukuun. Rakennuksen energiatehokkuusluokka voi olla A-G, joista A on paras ja G huonoin (kuvio 3). Kevennetyllä menettelyllä tehty energiatodistus kuuluu luokkaan H eli se on luokittelematon. (Ympäristöministeriö 2018, 14 & 36; Omakotiliitto n.d.)



KUVIO 3. Rakennuksen energiatehokkuusluokat (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta, liite 3)

E-luku on vuotuisen ostoenergian kulutuksen ja rakennuksen lämmitetyn nettoalan suhde, jolloin yksiköksi saadaan kWh_E/m²/vuosi. Ostoenergialla tarkoitetaan energiaa, joka on vuoden aikana kulunut lämmitykseen, jäähdytykseen ja kiinteistösähköön. E-lukua laskettaessa ostoenergian kulutus kerrotaan energiamuodoittain kertoimilla, jotka ovat esitetty kuviossa 4. Lopulta jokaisen energiamuodon ostoenergia summataan yhteen, jotta saadaan laskettua E-luku. Lämmitetyllä nettoalalla tarkoitetaan lämmitettyjen kerrostasojen summaa, joka on laskettu kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan. (Ympäristöministeriö 2018, 13-14 & 26-28.)

- kaukolämpö 0,5
- sähkö 1,2
- fossiiliset polttoaineet (esim. öljy) 1,0
- uusiutuvat polttoaineet (esim. puupelletti) 0,5
- kaukojäähdytys 0,28.

KUVIO 4. Energiamuotojen kertoimet (Ympäristöministeriö 2018, 14.)

2.3.2 Kuntoarvio ja -tutkimus

Rakennuksen tilojen, rakennusosien ja taloteknisten järjestelmien kuntoarvio tehdään rakennetta ja materiaaleja rikkomatta aistinvaraisesti sekä kokemusperäisesti. Kuntoarviossa tarkastellaan koko rakennusta käyttäen apuna kohteen asiakirjoja, käyttäjän antamia tietoja sekä kohteessa tehtyjä havaintoja. Samalla määritetään rakennuksen kunnossapito- ja korjaustarpeet kuntoarvion pohjalta. (Pylsy & Virta 2011, 49; Suomi rakentaa 2019.)

Kuntotutkimuksessa rakenne avataan, selvitetään sen vauriot, niiden laajuus ja niiden syyt. Kuntotutkimuksen tavoite on antaa lähtötietoja korjausta tai mahdollista uusimista varten. Kuntotutkimus täydentää kuntoarviota ja se tehdään aina tietylle rakenteelle, jossa epäillään olevan vaurio. (Pylsy & Virta 2011, 50.)

Kuntotutkimus voi painottua erikseen sisäilmaan, kosteus- ja homevauriorakenteeseen, rakennuksen julkisivuihin, ilmanvaihtojärjestelmiin sekä vesi- ja viemärijärjestelmiin. Kuntotutkimuksia tekee niihin erikoistuneet insinööritoimistot. (Pylsy & Virta 2011, 50.)

2.3.3 Lämpökuvaus

Lämpökuvauksella saadaan selville rakenteissa ja teknisissä järjestelmissä olevat lämpövuotokohtat. Lämpövuotokohtia voidaan käyttää perustana korjaussuunnittelussa. Lämpökuvauksen avulla paikannetaan kylmäsilta-kohtat, joita löytyy yleensä lattianrajasta ja ulkoseinistä. Lämpövuotokohtat ja kylmäsilat lämpökamera havaitsee pinnan lämpösäteilyn avulla. Pintojen lämpötilaerot voivat johtua myös rakennusvirheestä tai kastuneesta rakenteesta eikä kyseessä aina välttämättä ole ilmavuotokohta tai kylmäsilta, joten lämpökuvauksen suorittamisen sekä kuvien tulkinta on ammattilaisen työtä. (Pylsy & Virta 2011, 52-53; Raksystems n.d.)

Ulkolämpötilalla on merkitystä kun lämpökuvaus suoritetaan. Lämpötila ei saa 12 tunnin aikana poiketa kymmentä astetta enempää ennen kuvauksen suorittamista ja lämpökuvauksen aikana ulkoilman keskilämpötila tulee olla korkeintaan +5 astetta. (Raksystems n.d.)

Lämpökuvauksen raportissa määritellään korjausluokka jokaisesta tarkastellusta kohteesta. Korjausluokka 1 on luokista kriittisin. Korjausluokan 1 kohde ei täytä asumisterveysohjeessa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2003) määriteltyä tasoa ja tämä kohde on korjattava niin pian kuin mahdollista. Muissa korjausluokissa ei ole korjauspakkoa, mutta korjausluokissa 2 ja 3 suositellaan tarkastamaan kohde ja mahdollisesti harkitsemaan sen korjaamista. Korjausluokka 4 ei vaadi mitään toimenpiteitä. (Rakennuspalvelu Liukku. n.d.)

2.3.4 Tiiveysmittaus

Tiiveysmittaus toteutetaan paine-erokokeena. Paine-erokokeessa tuotetaan alipaine tai ylipaine rakennuksen sisään ja näin saadaan selville rakennuksen ilmavuotoluku. Jos ilmavuotoluku on suuri, rakennus on hatara ja vuotaa paljon ilmaa sekä päinvastoin. Yleensä ikkunat ja ovet sekä niiden liittymäkohdat vuotavat eniten ilmaa rakennuksen ulkoa sisälle. (Pylsy & Virta 2011, 54.)

3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

3.1 Määräykset

Suomessa maankäyttö- ja rakennuslaki säätelee kaikkea rakentamista.

Maankäyttö- ja rakennuslain pohjalta on tehty muun muassa sitä täydentävät rakentamismääräyskokoelman osat ja ympäristöministeriön asetukset.

Rakennusten energiatehokkuuden parantamista korjausrakentamisessa määrää Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä sekä Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13, 1§.)

Kaikkia rakennuksia Ympäristöministeriön asettamat määräykset eivät koske ja nämä rakennukset ovat lueteltuna Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (4/13) pykälässä yksi.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta kannattaa jokaisen rakennus- tai toimenpidelupaa edellyttävän korjaus- tai muutostyöhön ryhtyvän käydä huolella läpi ja varmistua, että asetuksen määräykset täyttyvät. Ympäristöministeriön asetuksen mukaan luvanvaraiseen korjaushankkeeseen ryhtyvän tulee lupaa hakiessa suunnitella toimenpiteet, joilla rakennuksen energiatehokkuus paranee. Asetuksessa annetaan näille toimenpiteille toimintavaihtoehtoja; energiatehokkuuden tulee parantua joko rakennusosakohtaisesti, energiankulutuksellisesti tai E-luvullisesti.

Rakennusosakohtaiset vaatimukset U-arvoille eli lämmönläpäisykertoimille ovat;

- Ulkoseinä: U-arvon tulisi puolittua, saa olla enintään 0,17 W/m²K
- Yläpohja: U-arvon tulisi puolittua, saa olla enintään 0,09 W/m²K
- Alapohja: U-arvo vaatimusta ei ole, mutta U-arvo ei kuitenkaan saa heikentyä lisälämmöneristämisen myötä
- Ikkunat ja ulko-ovet: uusissa ikkunoissa ja ovissa U-arvo 1,0 W/m²K, vanhoja korjattaessa U-arvo ei saa heikentyä korjauksen myötä.

Energiankulutuksellisesti parannettaessa pientalon energiatehokkuutta, energiankulutuksen tulee olla alle 180 kWh/m² ja kun keskitytään parantamaan energiatehokkuutta E-luvun kautta, tulee vaaditun E-luvun olla 0,8 kertaa

alkuperäinen E-luku. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13.)

Asetus ottaa kantaa myös laskentaperiaatteisiin, ilmanvaihdon suunnitteluun ja rakenteiden tiivistämiseen ulkovaipan korjauksen yhteydessä. Näiden lisäksi asetuksessa määrätään varmistamaan teknisten järjestelmien toiminta ja osoittamaan energiatehokkuuden paraneminen. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13.)

3.2 Rakennusosat

Rakenteiden korjauksella, niin tiivistämällä kuin lisälämmöneristämällä, saadaan parannettua jo huomattavasti rakenteiden U-arvoja, ja sillä tavoin vaikutettua talon energiatehokkuuteen. (Laitinen 2010, 19-21; Nieminen & Virta 2016, 7-9.)

3.2.1 Ulkoseinät

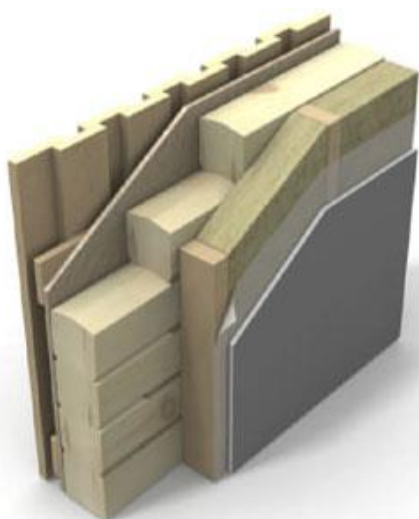
Vanhoissa rakennuksissa ulkoseinät ovat yleensä melko hatarat, usein purulla eristetyt tai niistä saattaa puuttua lämmöneriste kokonaan (Laitinen 2010, 35.) Tässä vaiheessa tulee lisälämmöneristäminen kyseeseen, jotta korjatulle rakenteelle asetetut vaatimukset täyttyvät. Parocin (2016, 8) mukaan lisälämmöneristys voidaan tehdä joko vanhan rakenteen sisä- tai ulkopuolelle.

Lisälämmöneristys on turvallisinta asentaa rakenteen ulkopuolelle (kuvio 5), sillä silloin vanha rakenne pääsee kuivumaan lisälämmöneristeen alla. Eristeen voi laittaa joko vanhan rakenteen päälle tai vanhan rakenteen sisään, jolloin korvataan vanha eristekerros. Jos eriste laitetaan vanhan rakenteen päälle, tulee myös sokkelia ja räystäistä leventää. Useimmissa tapauksissa ulkopuolelta eristettäessä vanha rakenne tulee purkaa, jotta uusi hyvin vesihöyryä läpäisevä eristekerros saadaan liitettyä tiiviisti vanhaan kerrokseen. Näitä tapauksia ovat muun muassa vanhat tuulettumattomat tiiliseinät. (Paroc 2006, 8; Nieminen & Virta 2016, 13-20.)



KUVIO 5. Ulkopuolinen lisälämmöneristys, esimerkki rakenne (Rakentaja.fi 2013)

Lisälämmöneristys voidaan asentaa myös rakenteen sisäpuolelle (kuvio 6). Höyrynsulkumuoveja, muovitapetteja tai muita tiiviitä kerroksia ei saa jättää sisäpuolisen lisälämmöneristyksen alle rakenteen sisään, sillä ne keräävät kosteutta rakenteen sisään. Myöskin rakenteessa olevat vauriot tulee korjata ennen eristämiseen ryhtymistä. Sisäpuolelle eristettäessä vältytään ylimääräiseltä rungolta eikä sokkeliakaan tarvitse leventää, kun rakenteen paksuus ei kasva ulospäin. Näin ollen, jos vanha rakenne on hyväkuntoinen, sisäpuolelta lisälämmöneristäminen saattaa olla taloudellisempi ratkaisu. (Paroc 2006, 8; Rakentaja.fi 2019; Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 6)



KUVIO 6. Sisäpuolinen lisälämmöneristys hirsirunkoisessa talossa, esimerkki rakenne (Rakentaja.fi 2008)

3.2.2 Yläpohja

Lämmin ilma nousee aina ylöspäin, joten iso osa lämpöenergiasta pyrkii karkaamaan yläpohjan kautta. Aikojen saatossa yläpohjan eristeenä on käytetty muun muassa sammalta, olkia, heinää ja sahanpurua. Näin ollen yläpohjan lisälämmöneristämisen tarve kannattaa kartoittaa ensimmäisenä, sillä se on edullisin tapa vaikuttaa talon energiatehokkuuteen. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 7.)

Yläpohjan lisälämmöneriste voidaan laittaa vanhan rakenteen päälle, jos vanha eriste on hyvässä kunnossa ja tilaa riittää. Näiden lisäksi ennen yläpuolista lisälämmöneristämistä tulee tarkastaa yläpohjan tiiveys, LVI-putkien kondenssieristys ja mahdolliset paloeristyskerrokset, jotka savuhormit vaativat. Jos rakenne ei ole tiivis, tulee höyrynsulku uusia. Uusi eriste voidaan laittaa myös vanhan eristeen tilalle. Näissä tapauksissa vanha eriste on yleensä kastunut käyttökelvottomaksi. Tärkeää on muistaa, että yläpohjan täytyy päästä tuulettumaan eli vapaata tilaa pitää jäädä riittävästi. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 7; Paroc 2006, 18.)

Yläpohja voidaan lisälämmöneristää myös rakenteen alapuolelta. Tämä on mahdollista, jos kyseessä on loiva katto tai jos tuuletustila on niin matala ettei lisälämmöneristettä voi lisätä yläpuolelle. Kuitenkin tässä tapauksessa kosteusvaurion riski kasvaa yläpohjassa, sillä on mahdollista, että suhteellinen kosteus alkuperäisessä eristeessä kasvaa lämpötilan laskiessa. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 7.)

3.2.3 Alapohja

Vanhoissa taloissa alapohjan eristeenä on käytetty purua, sammalta ja olkia, jotka ovat ajansaatossa painuneet kasaan ja tehneet lattiasta kylmän (Paroc 2006, 20.) Alapohjan lisälämmöneristäminen ei vaikuta kovin merkittävästi talon energiatehokkuuteen, mutta se kuitenkin on hyvä ratkaisu, jos kyseessä on ryömintätilainen alapohja ja jos alapohjassa on toiminnallisia ongelmia. Usein riittää pelkkä lattian reuna-alueiden eristeen parantaminen ja tiivistäminen, sillä pahin ilmavuotokohta on yleensä ulkoseinän ja alapohjan liittymä. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 8.)

Lisälämmöneristäminen kannattaa tehdä vaihtamalla vanha eriste uuteen. Lisälämmöneriste lisätään joko alapohjarakenteen alapuolelle tai alapohjarakenteen sisään vanhan eristeen tilalle, jolloin yleensä joudutaan purkamaan lattian pintarakenteet. Alapohjan alapuolelle asennettava lisälämmöneristeenä tulee käyttää materiaalia, joka ei homehdu helposti. Toimivasta tuuleuksesta tulee huolehtia kun lisälämmöneristys asennetaan alapohjan alapuolelle. (Nieminen & Virta 2016, 25.)

3.2.4 Ikkunat ja ovet

Ikkunoita ei kannata ensimmäisenä lähteä vaihtamaan uusiin elleivät vanhat ikkunat ole käyttökelvottomia. Helpoin ja halvin tapa säästää rahaa ja energiaa on kunnostaa vanhat ikkunat esimerkiksi uusimalla niiden tiivisteet. Ikkunoita tiivistäessä tiivisteiden profiili ja paksuus valitaan raon mukaan. Tiivisteeseen jätetään tuuletusaukot ulommassa puitteessa, näin ikkuna ei huurru. Sisempi ikkuna tiivistetään ilmatiiviiksi. Tiivistämisen jälkeen ilmanvaihdon tulee edelleen toimia. (Laitinen 2010, 25-29.)

Oven ja karmin väliset raot ovat iso lämpövuodon lähde, joten niistäkin kannattaa vuotavat kohdat tiivistää. Ovien tiivistyksessä on tärkeää, että kumitiiviste on juuri oikean kokoinen. Oven lukko voi hajota liian paksusta tiivisteestä. Toinen vaihtoehto oven tiivistämiseen on tiivistelista, jossa on valmiina kiinni kuminen tiiviste ja jonka voi laittaa vanhan tiivisteiden päälle. (Laitinen 2010, 31-34.)

3.3 Talotekniset järjestelmät

Pelkkä rakenteiden korjaaminen ei aina riitä parantamaan energiatehokkuutta. Hyväkuntoisten rakenteiden lisäksi taloteknisten järjestelmien, kuten ilmanvaihdon ja lämmitys- sekä käyttövesijärjestelmän, tulee olla nykyaikainen ja toimivia. Usein myös taloteknisiin järjestelmiin kohdistuvat toimenpiteet ovat kustannustehokkain tapa energiatehokkuuden parantamiseen (LVI-tekniiset urakoitsijat n.d.)

3.3.1 Ilmanvaihto

Perinteisessä pientalossa noin 20-40 prosenttia lämmitykseen kulutetusta energiasta johtuu ilmanvaihdon kautta ulos. Ilmanvaihtojärjestelmän nykyaikaistaminen lämmöntalteenotolla varustettuun koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon tuo suuria säästöjä talon lämmityskustannuksiin ja parantaa sitä kautta talon energiatehokkuutta. Myöskin sisäilman laatu ja asumisviihtyvyys paranevat kunnollisen ilmanvaihdon kautta. (Vallox n.d.)

Vanhoissa taloissa on usein edelleen käytössä painovoimainen ilmanvaihto, joka perustuu sisä- ja ulkotilassa vallitsevaan paine-eroon. Lämmin ilma poistuu hormien kautta ja raitis ilma tulee sisään seinässä olevien venttiilien kautta. Painovoimaisesta ilmanvaihdosta uudempi versio on koneellinen poistoilmanvaihto, joka toimii muuten samalla tavalla kuin painovoimainen ilmanvaihto, mutta poistokanaviin on asennettu huippumuri. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa sekä koneellisessa poistoilmanvaihdossa poistoilman sisältämä lämpöenergia menee täysin hukkaan. Monesti korvausilmaa ei tule riittävästi tuloilmaventtiilien kautta, jolloin osa korvausilmasta tulee vaipparakenteiden lävitse tuoden mukanaan rakenteiden epäpuhtauksia. Kaikista uusien ilmanvaihtojärjestelmä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, joka varustetaan lämmöntalteenottolaitteella. Tällä tavoin saadaan hyödynnettyä poistoilman lämpö lämmittämällä sillä tuloilmaa. Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa käytetään puhaltimia, joiden avulla tulo- sekä poistoilma liikkuvat ja näin saadaan säädeltyä ilmanvaihtoa ja energiatehokkuutta. (Suomela.fi n.d.; Laitinen 2010, 38-50.)

3.3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Peruskorjauksen yhteydessä on järkevää vaihtaa vesi- ja viemärijärjestelmän uudet putkistot, jos kyseessä on vanha talo. Toimiva käyttöverkosto on alhaisen vedenkulutuksen edellytys, ja alhaisella vedenkulutuksella säästetään energiaa. Vanhoissa taloissa (1970-luvulla tai sitä aiemmin rakennetut) vesijohdot ovat yleensä terästä tai kuparia ja viemärit valurautaa sekä materiaalien maksimi käyttöikä on arviolta 50 vuotta. (Ympäristö.fi 2016a; Pylsy & Virta 2011, 102.)

Vedenkulutusta pystyy alentamaan myös uusilla vesi- ja viemärikalusteilla, kuten vesihanoilla ja WC-istuimilla. Vesihanat kannattaa vaihtaa ekonapilla varustettuihin hanoihin, koska sillä säästetään noin 10-25% vedenkulutuksesta. Vanhan WC-istuimen vaihtamisella uuteen, kaksoishuuhtelulla varustettuun istuimeen, voidaan saavuttaa säästöä vedenkulutuksessa jopa 75 prosenttia. (Pylsy & Virta 2011, 103.)

3.3.3 Lämmitysjärjestelmät

Lämmitysjärjestelmät voidaan jakaa pää- ja tukilämmitysjärjestelmiin.

Päälämmitysjärjestelmällä tarkoitetaan ensisijaista lämmitysjärjestelmää, jolla katetaan koko talon lämmöntarve, kuten sähkö- ja öljylämmitys.

Tukijärjestelmät, kuten tulisijat ja aurinkolämpö, ovat tarkoitettu täydentämään päälämmitysjärjestelmää. Tukijärjestelmän avulla voidaan ostettavan energian määrää vähentää. Lämmitysjärjestelmä vaikuttaa suuresti ympäristöön ja energiakulutukseen, joten uusiutuvalla energialla toimiva lämmitysjärjestelmä on suositeltava ratkaisu. (Energiatehokas koti 2018.)

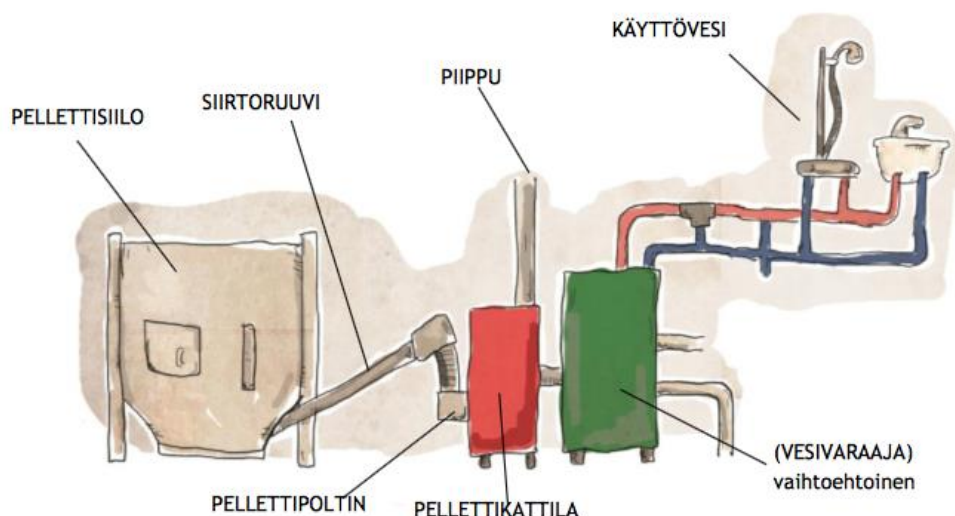
Lämmitysjärjestelmät koostuvat toiminnallisista osista, joita ovat lämmönkehityslaitteet, lämmön varastointi, lämmönjakojärjestelmät ja säätö- sekä ohjauslaitteet. Lämmönkehityslaitteessa, kuten puu- ja öljykattila, muutetaan ulkopuolisesta lämmönlähteestä tuleva energia lämmöksi, joka tarvitaan talon lämmitykseen. Lämpö varastoidaan esimerkiksi lämminvesivaraajiin, jolloin lämpö voidaan ottaa hyötykäyttöön kun sitä tarvitaan. Lämmönjakojärjestelmiin kuuluvat muun muassa patterit ja lattialämmitys. Niiden tehtävä on siirtää ja luovuttaa lämpöenergia haluttuihin käyttökohteisiin. Säätö- ja ohjauslaitteilla, kuten termostaateilla, säädellään sisäilman lämpötilaa. (Motiva Oy 2016.)

Päälämmitysjärjestelmät

Puupolttoaineet eivät lisää itsessään kasvihuonepäästöjä, mutta huoltamaton laitteisto aiheuttaa hiukkaspäästöjä, joten puulämmityksessä on tärkeää huoltaa ja säästää laitteistoa. Puun tulee lisäksi olla kuivaa. Puukattiloissa käytetään polttoaineena haketta, halkoja tai pilkkeitä. Puukattilat voi jakaa palotavan mukaan ylä-, ala- ja käänteispalokattiloihin, joista yläpalokattilaan syötetään

polttoainetta säännöllisesti ja alapalokattilaan vähän harvemmin. Puukattilat varustetaan yleensä varaajalla, jolloin polttoainetta ei tarvitse syöttää kattilaan niin usein. Lämpö siirtyy joko kattilasta tai varaajasta vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään. Jos puukattilassa halutaan polttaa haketta, siihen tulee liittää ruuvinsyöttölaite eli strokeri. Puukattilaan tulee lisätä polttoaineita aina aika ajoin sekä nuohota ohjeiden mukaan, joten kyseinen lämmitystapa on asukkaan kannalta hieman työlämpi. (Motiva Oy 2011, 15.)

Pellettilämmityksessä käytetään puumassaa, joka on valmistettu sahanpurusta ja hakkeesta. Pelletti palaa tasaisesti ja puhtaasti aiheuttaen näin vähemmän hiukkaspäästöjä. Pellettilämmityslaitteistossa on pellettisiilo, pellettipoltin, pellettikattila sekä automatiikka, joka toimii lämmitystarpeen mukaan ohjaten kuljetinta (kuvio 7). Lämmönjako tapahtuu vesikiertoisesti. Pellettijärjestelmä on automatisoitu säätölaitteilla, mutta poltin ja kattila vaativat pientä huoltoa tasasin väliajoin. (Motiva Oy 2011, 14; Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 11.)



KUVIO 7. Pellettilämmityksen järjestelmä (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 11)

Lämpöpumppuja on kolmenlaisia: maalämpöpumppuja, poistoilmalämpöpumppuja ja ilma-vesilämpöpumppuja. Lämpökertoimella kuvataan lämpöpumpun tehokkuutta. Lämpökerroin on pumpun tuottaman lämmön suhde sen käyttämään sähköenergiaan. Maalämpöpumppu kerää varastonoitunutta aurinkolämpöä kalliosta, maaperästä tai vedestä. Maalämpöpumpun käyttö on vaivatonta ja edullista, ja sitä voidaan käyttää myös viilennykseen, mutta sen investointikustannukset melko korkeat.

Maalämpöpumpun lämpökerroin on kolme. Poistoilmalämpöpumppu käyttää talosta poistettavaa lämmintä ilmaa lämmitykseen. Se toimii vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä lämmittäen talon ja käyttöveden.

Poistoilmalämpöpumpun avulla voidaan myös viilentää sisäilmaa ja hoitaa talon ilmanvaihto. Poistoilmalämpöpumpun investointikustannukset ovat selvästi matalammat kuin maalämmöllä, mutta talvisaikaan poistoilmalämpöpumpussa ei riitä lämmitysteho, joten pumppu tarvitsee tuekseen varajärjestelmän.

Poistoilmalämpöpumpun lämpökerroin on 1,5-2,2. Uusin tulokas näistä on ilma-vesilämpöpumppu. Ilma-vesipumppu lämmittää taloa vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän kautta ottaen lämmitysenergian ulkoilmasta. Tämänkin laitteiston investointikustannukset ovat halvemmat kuin maalämpöpumpulla. Kovilla pakkasilla lämmitysenergian määrä laskee ja ilma-vesilämpöpumpun käyttö ei ole enää kannattavaa, joten lämpö täytyy tuottaa toisella energiamuodolla. Ilma-vesilämpöpumpun lämpökerroin on kaksi. (Motiva Oy 2011, 16-19; Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 16.)

Kaukolämpöä käytetään taajamissa ja kaukolämmön avulla lämpiää suuri osa Suomen rakennuksista. Lämpö tuotetaan lämmöntuottolaitoksessa, josta se jaetaan asiakkaiden lämmönjakokeskuksiin kaukolämpöputkia pitkin.

Polttoaineena kaukolämpölaitoksissa käytetään kivihiiltä, turvetta, maakaasua tai jotain uusiutuvaa energianlähdettä, joten kaukolämmön ympäristövaikutukset riippuvat käytetystä polttoaineesta. Kaukolämpö on edullista, sillä se syntyy sähköntuotannon sivutuotteena, eikä rakennuksen kaukolämpölaitteisto vaadi juurikaan huoltoa. (Motiva Oy 2011, 20-21; Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 12.)

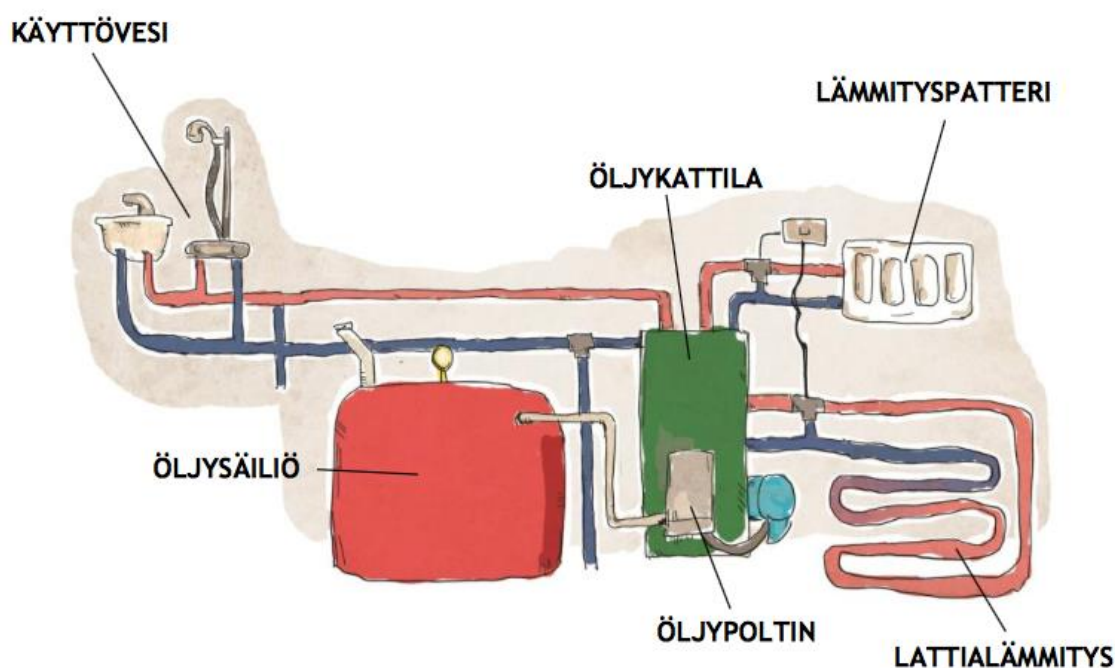
Sähköllä lämmittäessä lämmitys voi tapahtua joko keskitetysti tai huonekohtaisesti. Keskitetyssä lämmitysjärjestelmässä lämpö tuodaan esim. sähkökattilassa ja jaetaan rakennukseen vesikiertoisella patteriverkostolla tai lattialämmitysputkistolla. Huonekohtaisia sähkölämmitysratkaisuita ovat patterilämmitys, kaapeleilla toteutettu lattialämmitys ja kattolämmitys.

Sähkölämmityksessä voidaan käyttää myös erillistä lämminvesivaraajaa, jolloin lämmitysenergia tuotetaan yösähköllä, joka on päiväsähköä halvempaa.

Sähkölämmityksessä on hyvä hyötysuhde ja sitä on helppo säätää. Kuitenkin

sähkölämmityksessä tarvittava sähköntuotanto aiheuttaa päästöjä. (Motiva Oy 2011, 22-23; Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 14.)

Öljylämmityksestä aiheutuu kasvihuonepäästöjä, sillä öljy on fossiilinen polttoaine. Öljylämmitysjärjestelmään kuuluu öljysäiliö, -kattila ja -poltin sekä savuhormi ja säätölaitteet (kuvio 8). Öljylämmitys ei tarvitse erillistä varaajaa, sillä huonetilat ja lämmin käyttövesi lämpiävät järjestelmän tuottamalla energialla. Kuitenkin, jos öljylämmitysjärjestelmään halutaan liittää uusiutuvaa energiaa, kuten aurinkoenergiaa, tulee järjestelmässä olla energiavaraaja. Nykyaikaisten öljylämmitysjärjestelmien hyötysuhde on yli 90% ja palaminen tapahtuu puhtaasti. Öljypoltin ja kattila tulee huoltaa noin kahden vuoden välein, joten öljylämmitys on helppo ja vaivaton ratkaisu. (Motiva Oy 2011, 24-25; Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 15.)



KUVIO 8. Öljylämmitysjärjestelmä (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 15)

Kaasulämmityksessä rakennus lämmitetään maa- ja biokaasun avulla. Kaasulämmitysjärjestelmä on hyvin samankaltainen kuin öljylämmitys, joten suurin osa öljykattiloista toimii myös kaasulla. Maakaasua käytettäessä talo kytketään maakaasuverkkoon. Biokaasu tuotetaan biohajoavista jätteistä sekä talokohtaisella kaasureaktorilla. Maakaasu on fossiilinen polttoaine, mutta sen hiilidioksidipäästöt ovat neljänneksen pienemmät kuin öljylämmityksen. Maakaasuliittymä koostuu putkesta, pääsulkuventtiilistä, paineensäätimestä,

läpiviennistä ja kaasumäärämittarista. Kaasujärjestelmän huoltotarve on pieni, poltinlaitteet tulee tarkastuttaa ohjeiden mukaisin väliajoin. (Motiva Oy 2011, 26-27.)

Tukilämmitysjärjestelmät

Tulisijoilla pystytään kattamaan iso osa huoneiden lämmitystarpeesta ja niitä löytyy paljon erilaisia. Kevytrakenteiset tulisijat lämmittävät tilan nopeasti suurella teholla. Varaavat tulisijat ovat massiivisia, jolloin lämpöenergia pystyy varautumaan rakenteisiin ja siirtymään huonetilaan ajan kuluessa. Hyötysuhde varaavalla tulisijalla on 80-85 prosenttia. Tulisijat toimivat polttopuulla, jonka tulisi olla mahdollisimman kuivaa ja puhdasta. Tulisijaan voidaan asentaa lämmönvaihdin, jonka avulla siirretään takan lämpöä esimerkiksi lämpöiseen käyttövedeen. Tulisijat tulee nuohota kerran vuodessa ja tuhkat poistaa säännöllisesti. (Motiva Oy 2011, 30-31.)

Aurinkolämmitystä käytetään usein täydentämään rakennuksen päälämmitysjärjestelmää ja sillä voidaan tuottaa lämpimän käyttöveden energiantarpeesta noin puolet. Aurinkolämmityksessä lämpöä tuotetaan aurinkokeräijillä ja sähköä aurinkopaneeleilla. Kun sähköverkkoon ei voida liittyä, voidaan ottaa käyttöön aurinkosähkö. Aurinkolämpöjärjestelmän osia ovat aurinkokeräin, varaaja, pumppu- ja ohjausyksikkö sekä paisuntasäiliö. Aurinkokeräin voi olla taso- tai tyhjiömallinen. Keräimien pintaa tulee puhdistaa siitepölykauden jälkeen, muuten aurinkolämpöjärjestelmä ei vaadi huoltoa. (Motiva Oy 2011, 28-29; Energiatehokas koti 2016)

Ilmalämpöpumppua voidaan käyttää lämmittämiseen tai viilentämiseen. Se siirtää ulkoilmasta saatua lämpöenergiaa suoraan sisäilmaan. Huoneen lämmitysenergiasta kolmannes voidaan tuottaa ilmalämpöpumpulla ja se soveltuu täydentäväksi lämmitystavaksi esimerkiksi huonekohtaiseen sähkölämmitykseen. Lämpömäärä, jonka ilmalämpöpumppu tuottaa riippuu ulkolämpötilasta; mitä kylmempi ulkona on, sitä vähemmän lämpöä tuotetaan. Talon tulee olla tiivis ja ilmalämpöpumppu kannattaa asentaa avonaiseen tilaan, jotta suurin hyöty pumpun tuottamasta lämmöstä saadaan käyttöön. (Motiva Oy 2011, 32-33; Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 16.)

4 ESIMERKKIKOHDE

4.1 Esittely

Kohde on Ylöjärven Kurussa sijaitseva 1,5-kerroksinen rintamamiestalo (kuva 1). Kohteen alkuperäinen osa on rakennettu vuonna 1934, jonka jälkeen taloa on laajennettu neljänä vuonna: 1978, -80, -95 ja 2007. Talon alakerta on lämmitetty ja asuinkäytössä, ylemmässä kerroksessa on yksi lämmitetty huone ja muu tila on kylmää ullakkoa. Bruttona laskettuna lämmintä pinta-alaa talossa on yhteensä 161 m².



KUVA 1. Työn kohteena ollut omakotitalo

Talon alkuperäinen osa on peruskorjattu laajasti vuonna 2006, vesikate on uusittu vuonna 1996 ja vuonna 2000 on uusittu 1978 rakennetun vessan lattia. Laajassa peruskorjauksessa alkuperäisen osan ikkunat uusittiin, alapohjan eristeet vaihdettiin ja ulkoseinät lisälämmöneristettiin sisäpuolelta. Kesällä 2019 aloitettiin julkisivuverhouksen uudelleen maalaaminen, kuten kuvasta 1 huomataan. Maalaus on tarkoitus suorittaa kesän 2020 aikana loppuun. Tulevaisuudessa olisi tarkoitus mahdollisesti vaihtaa 1970-80 -luvulta peräisin olevat ikkunat uusiin ja uusita vesikate.

Talon vanhimman osan kantavat rakenteet ovat hirttä, laajennusosien puuta. Rakenteissa on eristeenä käytetty suurimmaksi osaksi mineraalivillaa, mutta sahanpurua ja olkea löytyy vielä talon vanhimman osan yläpohjasta. Osassa taloa on alapohjana rossipohja, osassa taas maanvarainen laatta.

Rakennuksessa on harjakatto ja katemateriaalina profiloitu pelti.

Julkisivumateriaalina on rimalaudoitus. Osa talon ikkunoista on selektiivilasilla varustettuja ikkunoita, loput tavallisia kolmilasisia ikkunoita. Ulko-ovia on kaksi ja terassiovia yksi. Alumiinirunkoiset ovet ovat hdf-levypintaisia.

Rakennuksessa on otettu käyttöön hakelämmitys vuonna 2013, sitä ennen rakennus on lämminnyt öljyllä ja puuhaloilla. Osassa rakennusta on käytössä vesikiertoinen lattialämmitys, muuten talo lämpiää termostaateilla varustetuilla vesikiertoisilla pattereilla. Talosta löytyy myös kaksi varaavaa takkaa, joita käytetään kovilla pakkasilla lisälämmön tuottamiseen. Kesällä 2019 taloon on asennettu ilmalämpöpumppu, jota on toistaiseksi käytetty vain jäähdytykseen. Rakennuksessa on myöskin aurinkokeräimet paikalleen asennettuina, mutta keräimien ohjausyksiköt eivät ole vielä toiminnassa. Aurinkokeräimet ovat tarkoitettu käyttöveden lämmitykseen kesällä.

Rakennuksen ilmanvaihto on painovoimainen. Makuuhuoneista löytyy tuloilmaventtiilit ja poistoilmaventtiilit ovat saunassa, kylpyhuoneessa ja vessassa. Painovoimaista ilmanvaihtoa on tehostettu liesituulettimella. Omistajan mukaan ilmanvaihtuvuus on usein melko heikko.

Vuoden 1995 laajennuksessa on uusittu kaikki vesiputket. Viemäriputket uusittiin myös laajennuksen yhteydestä kaikkialta muualta paitsi vuonna 1978 rakennetusta vessasta. Vessassa viemärit ovat alkuperäiset. Vesikalusteet ovat melko uudet. WC-istuimet ovat varustettu kaksoishuuhtelulla ja vesihanat ekonapeilla.

4.2 Havainnot kohteen nykykunnosta

Päällisin puolin kohteen kunto ulkopuolelta näyttää kohtalaiselta. Eniten silmään pistää julkisivun halkeillut maali ja rossipohjan alla olevat roskat. Muuten perustukset näyttää hyväkuntoiselta. Perustuksissa ei näy halkeamia eikä kosteusrasituksen aiheuttamia vaurioita. Vesikatosta on osasta kohdista pinnoite hilseillyt pois. Räystäskourut, syöksytorvet ja ikkunapellit ovat hyvässä kunnossa.

Rakennuksen sisäpuolella ei ole suuria silmin havaittavia rakenteiden ongelmakohtia näkyvissä. Lattiapinnoissa ei ole suurta kulumaa eikä lattiassa ole painumia. Lukuun ottamatta yhtä pientä tapetin repeämää, seinäpinnat ovat siistit. Kohteen kattopaneeleissakaan ei ole moitittavaa. Kylpyhuoneissa laatat ovat ehjät, kallistukset riittävät ja putket sekä putkiliitokset näyttävät ehjiltä ja toimivilta..

Kylmällä ullakolla on varastoituna paljon erilaista tavaraa, mutta kosteutta niissä ei kuitenkaan ole havaittavissa. Myöskään tunkkaista hajua ei ole havaittavissa. Kaikki katolle menevät putket ovat hyvin eristettyinä ja läpiviennit tiivistettyinä. Savupiipussa ei ole halkeamia eikä kosteusvauriokohtia.

Vessassa on havaittavissa viemärin haju. Muissa tiloissa on selvästi ilmavuotoja. Makuuhuoneissa ilma on tunkkainen, jos ovea pitää pitkään kiinni. Nämä kertovat huonosti toimivasta ilmanvaihdosta.

4.3 Kohteen lämpökuvaus

Kohteelle suoritettiin lämpökuvaus kun lämpötilaerot sisä- ja ulkoilman välillä oli riittävä. Kuvaus tehtiin helmikuun alussa Tampereen ammattikorkeakoulusta lainatulla lämpökameralla. Kuvaushetkellä ulkona oli reilu kuusi astetta pakkasta, muuten sää oli tuuleton ja pilvinen. Aikaa itse kuvaukseen kului noin pari tuntia.

Kuvaus suoritettiin kiertämällä kohteen huoneet järjestyksessä myötöpäivään. Jokaisesta huoneesta kuvattiin paikat, joissa pintalämpötilojen jakaumakuviot olivat suurimmat. Kuvaus onnistui hyvin eikä ongelmia kuvauksen aikana ollut.

Lämpökuvauksen avulla tutkittiin vaipan ilmavuotokohtia ja kuvauksen tuloksista (liite 1) voimme päätellä, että suurimmat vuotokohdat ovat ikkunoiden ja ovien tiivisteissä. Osa ikkunoiden tiivisteistä on lähtenyt kokonaan irti (kuva 2). Muuten ikkunat ja ovet ovat hyväkuntoiset ja ehjät. Muita suuria ilmavuotoja ei rakenteissa ilmennyt kuvauksen yhteydessä, joten lämpökuvauksen perusteella, tiiveys on melko normaalilla tasolla talon ikään nähden.



KUVA 2. Irronnut ikkunan tiiviste

5 ESIMERKKIKOHTTEEN ENERGIATEHOKKUUS

5.1 Kohteen nykytilanne

Rakennukselle tehtiin energiatodistus (liite 2) Laskentapalvelut.fi -työkalulla. Laskennassa käytettiin apuna kohteen asiakirjoista ja piirustuksista saatuja tietoja. Tiedot, joita ei asiakirjoista ja piirustuksista selvinnyt, otettiin Ympäristöministeriön laatimasta rakennuksen energiatodistuksen asetuksen liitteestä yksi. Rakenteiden U-arvojen laskennassa lambda-arvoina käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta C4 löytyviä arvoja aina, kun materiaalin oma lambda-arvo ei ollut tiedossa.

Peruskorjauksen ja monien laajennuksien vuoksi kohteessa on neljä erilaista ylä- ja alapohjarakennetta sekä kolme erilaista ulkoseinärakenteita. Laskentapalvelut.fi ohjelmaan pystyi kuitenkin syöttämään vain kolme erilaista U-arvoa jokaiselle rakenteelle. Tästä syystä, energiatodistusta laadittaessa, jouduttiin laskemaan U-arvolle keskiarvo kahdesta ylä- ja alapohjarakenteesta, jotta saatiin kaikki rakenteet laskelmaan mukaan. Alapohjarakenteista talon maanvaraisille laatoille laskettiin yksi U-arvo, sillä niiden U-arvot olivat muutenkin jo sadasosan päässä toisistaan. Yläpohjarakenteistakin laskettiin vuosien -78, -80 ja -95 U-arvoista keskiarvo. Nämä olivat lähimpänä toisiaan ja niiden yhdistäminen oli järkevintä.

Laskennassa kohteen energiatehokkuusluokaksi tuli D ja E-luvuksi 189 kWh_E/m²a sekä laskennalliseksi kokonaisostoenergiankulutukseksi tuli 46 952 kWh_E/a. Kohteen ikään nähden, energiatehokkuusluokka on hyvä.

Kohteessa tilat ja käyttövesi lämpenevät puulla, tarkemmin ottaen hakkeella. Laskennallisesti puuta kuluu 41415 kWh/vuosi, mikä tarkoittaa noin 46 irtokuutiota haketta. Omistajan mukaan haketta kuluu normaalina vuonna noin 45 irtokuutiota, joten laskennallinen hakkeen kulutus on aika lähellä toteutunutta määrää. Hakkeen lisäksi kohteessa kuluu puuhalkoja vuoden aikana noin kaksi kuutiota. Puuhalkojen määrä riippuu todella paljon talvien kylmistä päivistä, sillä puuta poltetaan varaavissa tulisijoissa vain kylmänä aikakautena tuomaan lisälämpöä rakennukseen.

Rakennuksen laskennalliseksi sähkökulutukseksi saatiin 5538 kWh/vuosi, johon sisältyy 3048 kWh/vuosi valaistus- ja kuluttajalaitesähköä. Kohteessa ei ole jäädytysjärjestelmää eikä lämmöntalteenottokonetta, joten sähköä ei näihin kulu. Kohteen omistajan mukaan kokonaissähköä kuluu arviolta noin 5000 kWh/vuosi, joten nämäkin ovat aika lähellä toisiaan.

5.2 Kohteen energiatehokkuuden parantaminen

Energiatehokkuutta voi parantaa monella eri tavalla, mutta tähän kohteeseen sopivia keinoja löytyi vain muutama. Korjaustoimenpiteiden vaikutus rakennusosien U-arvoon ja E-lukuun laskettiin Laskentapalvelut.fi -ohjelmalla jokaiselle toimenpiteelle erikseen ja näiden laskelmien avulla selvitettiin kustannustehokkain tapa parantaa kohteen energiatehokkuutta.

5.2.1 Rakennusosakohtaiset keinot

Rakennusosien nykyisten U-arvon parantaminen on hyvinkin mahdollista, mutta joissakin tapauksissa melko kallista. Tässä kohteessa haastetta luo monet erilaiset vaipparakenteet, jotka ovat seurausta rakennukseen eri aikoina tehdyistä laajennuksista.

Osassa rakennusta on edelleen alkuperäinen vuodelta 1934 peräisin oleva yläpohjarakenne, joka on suuruudeltaan melkein 47 neliötä. Yläpohjassa on tällä hetkellä eristeenä jonkin verran olkia ja sahanpurua. Sahanpurun ja olkien vaihtaminen kunnolliseen puhallusvillaeristeeseen parantaisi yläpohjan lämmönläpäisykerrointa huomattavasti. Kyseisen rakenteen U-arvo on tällä hetkellä 0,47 W/Km² ja eristeen vaihdon jälkeen U-arvo olisi 0,115 W/Km². Eristeen vaihtaminen olisi myös melko helppoa, sillä kylmällä ullakolla on hyvin tilaa työskennellä.

Kohteen viimeisimmässä laajennuksessa tehty yläpohja täyttää vaatimustason 0,09 W/Km², joten yläpohja ei tältä osin vaadi toimenpiteitä. Vuoden 1995 laajennuksen yläpohjan U-arvo on tällä hetkellä 0,147 W/Km². Tämänkin yläpuolella on kylmää ullakkoa, joten tähänkin on helppo lisätä 200mm mineraalivillaeristettä ja näin nostaa yläpohjan U-arvo vaadittuun tasoon.

Kohteen alapohjan keskimääräinen U-arvo on $0,18 \text{ W/Km}^2$. Kohteen rossipohjaan on vaihdettu peruskorjauksen ja viimeisimmän laajennuksen yhteydessä eristeeksi puhallusvilla ja tämä rakenne on käytössä suurimmassa osassa talon alapohjaa. Rossipohjalla onkin vaatimuksiin nähden hyvä U-arvo. Kohteen maanvarainen laatta sen sijaan ei ole U-arvoltaan niin hyvä, mutta tämän lisälämmöneristäminen on kannattavasti on vaikeaa. Näin ollen, alapohjan U-arvoa ei saada järkevästi parannettua.

Kaikki kohteen ikkunat ovat vähintään kolmilasisia lämpölaseja. Lukuun ottamatta uusimpia selektiivilasilla varustettuja ikkunoita, ikkunoiden U-arvo on $2,1 \text{ W/Km}^2$. Kohteen ikkunoiden uusiminen ikkunoihin, joiden U-arvo on $1,0 \text{ W/Km}^2$ täyttäisi ympäristöministeriön asetuksen mukaiset rakennusosakohtaiset vaatimukset. Kohteen ikkunat kuitenkin ovat toiminnallisesti hyvässä kunnossa eikä niiden vaihtaminen ole tarpeen. Tässä kohteessa teknillisesti ja taloudellisesti paras ratkaisu on tiivistää ikkunat.

Yksi kohteen ovista on hieman kiero, joten se kannattaa vaihtaa uuteen. Muuten ovet ovat hyvässä kunnossa. Ovien tiivistämisellä pystytään parantamaan energiatehokkuutta ja asuinmukavuutta.

5.2.2 Energiankulutuksen pienentäminen

Energiakulutuksessa tulee huomioida sähkö, lämmitysenergia ja tarvittaessa jäähdytys. Energiatodistuksen mukaan, kohteen laskennallinen energiankulutus vuodessa on 337 kWh/m^2 . Jotta päästäisiin Ympäristöministeriön asettaman vaatimuksen mukaiseen kulutukseen, kohteen kulutusta pitäisi pienentää 157 kWh/m^2 .

5.2.3 E-luvun pienentäminen

Kohteen nykyinen E-luku on $189 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$. Näin ollen, uuden E-luvun tulisi olla $151 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$, jotta ympäristöministeriön asetuksen mukaiset määräykset täyttyvät. Tähän pääseminen vaatii paljon työtä ja rahaa.

Rakennusosien U-arvoja parantamalla pystyttäisiin E-lukua parantamaan yhteensä $17 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$, jos edellisessä kappaleessa mainitut rakennusosien

korjaustoimenpiteet tehtäisiin. Tällä ei vielä päästä määräyksien mukaiseen E-lukuun. Alkuperäisen yläpohjan eristeen vaihtaminen parantaisi rakennuksen E-lukua $15 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$, ja vuoden 1995 laajennuksen yläpohjan lisälämmöneristäminen parantaisi E-lukua $2 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$. Täytyy kuitenkin muistaa, että laskelmassa vuoden -95 yläpohjarakenteen U-arvo on yhdistetty vuosien -78 ja -80 yläpohjarakenteiden U-arvojen kanssa, joten todellisuudessa kyseisen kohdan E-luku luultavasti paranisi enemmän kuin mitä tässä on laskettu. Nämä kaikki lisäeristykset tulisivat kustantamaan noin 1370 euroa asennettuina. Ostoenergiaa tämä säästää yhteensä 4908 kWh, joten säästöä tulee vuoden aikana noin 123 euroa, kun hakkeen hintana käytetään $0,025 \text{ €/kWh}$ (Bioenergianeuvoja.fi 2020.) Näin ollen, takaisinmaksuaika olisi melkein 11 vuotta. Taloudellisesti tämä ei ole kovin kannattavaa, mutta alkuperäisen yläpohjan eristeen vaihto olisi silti suositeltavaa.

Uusilla U-arvoltaan $1,0 \text{ W/Km}^2$ ikkunoilla, saataisiin pienennettyä E-lukua $16 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$. Tämä ei kuitenkaan yksinään laske energiatehokkuusluokkaa. Uusittavia normaaleita tuuletusikkunoilla varustettuja ikkunoita olisi yhteensä kuusi, pieniä ikkunoita kaksi ja yksi mittatilaustyönä tehtävä ikkuna. Näiden kokonaishinta olisi noin 7000 € Pihla.fi:n verkkokaupan hintojen mukaan. Kokonaishinnan laskussa on oletettu kokemusperäisesti, että ikkuna-asennus maksaa 250 €. Tämä säästäisi ostoenergiaa vuodessa 5062 kWh. Säästöä tulee noin 127 euroa, jos hakkeen hintana käytetään $0,025 \text{ €/kWh}$, ja ikkunoiden takaisinmaksuaika kohteessa olisi vähän reilu 55 vuotta (Bioenergianeuvoja.fi 2020.) Ikkunoiden vaihto ei siis ole millään tavoin taloudellisesti kannattavaa.

Kun rakenteet tiivistyvät lisälämmöneristykseen myötä, tulee muistaa varmistaa, että ilmanvaihto toimii edelleen. Kohteen painovoimainen ilmanvaihto toimii jo nykytilanteessakin huonosti, joten on erittäin suositeltavaa, että ilmanvaihtoa tehostetaan korjauksen yhteydessä. Ainakin tarkistetaan tuloilmaventtiilien kunto, ja mahdollisesti uusitaan venttiilit.

Painovoimaista ilmanvaihtoa voi tehostaa Flexit-järjestelmällä, joka ei vaadi kohteeseen rakenteellisia muutoksia, mutta toimii niin kuin koneellinen ilmanvaihto. Tämä järjestelmä myös ottaa lämpöä talteen poistoilmasta.

Järjestelmän kanssa tulee kuitenkin varmistua siitä, että tuloilmaa tulee tarpeeksi rakennukseen, jotta sinne ei synny liian suurta alipainetta. Flexit-järjestelmä maksaa asennettuna 5000-7000 euroa, mallista riippuen. (Lämpöykkönen 2017.) Jos kohteeseen asennettaisiin esimerkiksi Flexit Spirit Uni 4, kohteen E-luku nousisi 5 kWh_E/m²a, sillä laite käyttää sähköä. Lämpöykkösen (2017) mukaan Flexit-järjestelmä tuottaa energiansäästöä 10-15% lämmityskustannuksiin, jos sitä verrataan painovoimaiseen ilmanvaihtoon.

Taloudellisesti ja teknillisesti kannattavinta on, että kohteen ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan kokonaan. Kohteeseen asennetaan koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenottolaitteella varustettuna. Tämä järjestelmä vaatii rakenteellisia muutoksia, joten järjestelmä on kallis. Kuitenkin järjestelmän asentamine onnistuisi kätevästi yläpohjan eristeenvaihdon yhteydessä. Tällä järjestelmällä varmistetaan rakennukseen toimiva ilmanvaihto. Tämä parantaa huomattavasti sisäilman laatua ja sitä kautta asumismukavuutta. Järjestelmän takaisinmaksuaikaa on vaikea laskea, sillä käyttäjien hyvinvointia ei pysty rahassa mittaamaan. Ilmanvaihdon parantaminen on myös melkein pakollinen toimenpide lisälämmöneristysten yhteydessä. Kohteen E-luku laskisi 22 kWh_E/m²a lämmöntalteenottolaitteella varustetun koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän myötä.

E-lukua saadaan helposti parannettua ottamalla käyttöön jo olemassa olevat aurinkokerääjät, joiden tuottamaa lämpöä voidaan hyödyntää käyttöveden lämmityksessä. Kohteen tasomallisen aurinkokeräimen absorptiopinta-ala on 4 m². Hyötysuhde ei ollut omistajalla tiedossa, joten laskennassa on käytetty hyötysuhdetta 0,6, joka on keskimääräisen tasokeräimen hyötysuhde (Motiva Oy 2019a.) Näillä tiedoilla laskettuna, aurinkokeräimen käyttöönotto parantaisi E-lukua 3 kWh_E/m²a, mutta ei kuitenkaan vaikuta yksinään merkittävästi energiatehokkuusluokkaan. Aurinkokerääjien käyttöönotosta muodostuu ainoastaan omasta työstä aiheutuvia kustannuksia. Ohjausyksikkö on jo olemassa, eikä yksikön asentamiseen tarvita ammattilaista.

Lämmitysjärjestelmän muuttaminen hakkeesta maalämpöön parantaisi E-lukua 41 kWh_E/m²a, mikä yksinään riittäisi täyttämään E-lukua koskevat Ympäristöministeriön määräykset ja samalla nostaisi energiatehokkuusluokan

D:stä C:hen. Laskenta on tehty siten, että maalämmöllä lämpiäisivät sekä tilat että käyttövesi, ja maalämpöön liitettäisiin varaaja. Kohteen hakelämmitysjärjestelmä on vasta seitsemän vuotta vanha ja sen normaali käyttöikä on noin 15-20 vuotta (Metsäkeskus 2008, 10.) Ei siis ole taloudellisesti kannattavaa vaihtaa vielä tässä vaiheessa hakelämmitystä maalämpöön. Maalämmön investointikustannukset ovat aina talo- ja laitekohtaisia, mutta 180 m²:n omakotitaloesimerkissä, investointikustannukset olivat 10500€ (Maalämpö.fi n.d.) Näiden investointikustannusten päälle tulisi vielä varaajan hinta.

5.2.4 Yhteenveto

Kohteen energiatehokkuuden parantaminen kustannustehokkaasti ja määräyksien mukaisesti on haastavaa muttei mahdotonta. Myöskin energiatehokkuusluokan laskeminen on haastavaa, sillä kohteella on jo valmiiksi niin hyvä energiatehokkuusluokka uusiutuvan polttoaineen, ilmalämpöpumpun ja varaavien tulisijojen vuoksi. Kohteen luvanvaraisessa korjauksessa olisi järkevintä keskittyä parantamaan kohteen energiatehokkuutta joko rakennusosakohtaisesti ikkunoiden kautta tai teknisillä järjestelmillä ilmanvaihtoremontin kautta.

Kohteen aurinkokeräimet kannattaa ehdottomasti ottaa käyttöön. Tämän lisäksi ikkunoihin, joiden tiivisteet ovat selvästi pois paikoiltaan, kannattaa asentaa uudet tiivisteet. Myöskin yläpohjan sahanpurueristeen vaihtaminen kunnon eristeeseen on järkevää. Edellä mainitut toimenpiteet ovat kohteen kunnossapitoa eivätkä vaadi erillistä rakennuslupaa. Muuten hyväkuntoisia rakenneosia ei kannata lähteä korjaamaan pelkän energiansäästön takia. Kunnossapidon lisäksi kohteessa kannattaa panostaa ilmanvaihtoon ja hankkia kunnollinen ilmanvaihtojärjestelmä, joka varustetaan lämmöntalteenotolla, jonka avulla saadaan lämmityskustannuksiin säästöä. Uusi kunnollinen iv-järjestelmä täyttäisi ympäristöministeriön vaatimukset teknisille järjestelmille, joten lupaa hakiessa tulisi keskittyä teknisten järjestelmien parantamiseen.

Kun hakelämmitysjärjestelmän tekninen käyttöikä päättyy, lämmitysjärjestelmä kannattaa vaihtaa maalämpöön. Tällä tavoin kohteesta saadaan selvästi

kerralla energiatehokkaampi ja samalla myös ympäristöministeriön vaatimukset E-luvun parantamisessa täyttyvät.

6 POHDINTA

Opinnäytetyössä tarkoituksena oli tutustua energiatehokkuuteen ja sen parannuskeinoihin pientaloissa. Opinnäytetyössä keskityttiin vuonna 1934 rakennettuun rintamamiestaloon. Työn tavoitteena oli löytää kustannustehokkaita ratkaisuita, joilla parantaa energiatehokkuutta. Jotta tavoite saavutettaisiin, kohteelle suoritettiin lämpökuvaus ja kohteen nykykunnosta laadittiin energiatodistus.

Energiatodistuksen laadinta oli helppoa, sillä energiatodistuksen laadintaprosessi käytiin hyvin tarkasti ja selkeästi läpi Tampereen ammattikorkeakoulun kurssilla Kiinteistön energiankäytön hallinta (kevät 2020). Energiatodistuksen tulos oli odotettu, mutta kohteen energiatehokkuuden parantamisvaihtoehtojen kustannustehottomuus yllätti.

Rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen on monia eri tapoja. Tässä kohteessa energiatehokkuuden lähtökohdat olivat jo niin hyvät, että energiatehokkuuden parantaminen kustannustehokkaasti ei ole kovin helppoa. Rakennuksen omistajan itse valmistama hake on niin edullista energiaa, että energiansäätöinvestointien takaisinmaksuaika muodostuu pitkäksi. Rakennuksen E-lukua voidaan alentaa tehokkaimmin vaihtamalla lämmitysjärjestelmä hakelämmityksestä maalämpöön sitten kun hakelämmitysjärjestelmän käyttöikä päättyy. Tällä hetkelläärkevin toimenpide olisi keskittyä kohteen ilmanvaihtoon ja asentaa rakennukseen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jossa on tehokas lämmöntalteenotto.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoista, sillä aihe oli kiinnostava ja kirjoittajalle uusi. Aiheesta löytyi runsaasti erilaista tietoa niin netistä kuin kirjoistakin. Suurimmat haasteet olivat lakipykäliden ja määräyksien oikein ymmärtäminen sekä leuto talvi, jonka vuoksi lämpökuvaus jäi melkein tekemättä. Opinnäytetyön kirjoittaminen eteni tasaisesti aikataulussa eikä suurempia ongelmia ollut.

LÄHTEET

Bioenergianeuvoja.fi. 2020. Kannattavuuslaskelmia. Luettu 16.2.2020.
<https://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/kannattavuus-laskelmia/>

Direktiivi 2010/31/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta. Euroopan unionin virallinen lehti 18.6.2010. Luettu 13.1.2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN>

Direktiivi 2018/844. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU ja energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2012/27/EU muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 19.6.2018. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=fi>

Energiatehokas koti. 2016. Tukilämmitysjärjestelmät. Luettu 10.1.2020.
https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/tukilammitysjarjestelmat

Energiatehokas koti. 2018. Lämmitys. Luettu 10.1.2020.
https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys

Ilmasto-opas.fi. 2019. Sopimukset ohjaavat kansainvälistä ilmastopolitiikkaa. Luettu 14.1.2020. https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/f65a78bb-dc8e-41a5-b09a-6fa36661880b/sopimukset-ohjaavat-kansainvalista-ilmastopolitiikkaa.html#h_Pariisin_ilmastosopimus_pyrkii_rajottamaan_maapall_on_keskil_mp_tilan_nousun_1_5_asteeseen

Maalämpö.fi. n.d. Maalämpöpumpun kustannukset. Luettu 15.2.2020.
<http://www.maalampo.fi/artikkelit/maalampopumpun-kustannukset/>

Metsäkeskus. 2008. Maatilan hakelämmitysopas. Luettu 8.2.2020.
http://www.puulakeus.net/docs/109-TgY-Maatilan_hakelammitysopas_lopullinen.pdf

Motiva Oy 2011. Pientalon lämmitysjärjestelmät. Luettu 10.1.2020.
<http://www.motiva.fi/files/4970/PientalonLammitysjarjestelmat.pdf>

Motiva Oy. 2016. Näin lämmitysjärjestelmä toimii. Luettu 10.1.2020.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/nain_lammitysjarjestelma_toimii

Motiva Oy. 2017. Kuka energiatodistuksen laatii. Luettu 7.1.2020.
<http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/kukaenergiatodistuksenlaatii/>

Motiva Oy. 2019a. Aurinkokeräinten hyötysuhteet. Luettu 15.2.2020.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/aurinkokerainten_hyotysuhteet

Motiva Oy. 2019b. Hallitse huonelämpötiloja. Luettu 13.1.2020.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/hallitse_huonelampotiloja

Motiva Oy. 2019c. Lamput ja valaistus. Luettu 13.1.2020.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/lamput_ja_valaistus

Motiva Oy. 2019d. Mikä on energiatodistus. Luettu 7.1.2020.
<http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/>

Motiva Oy. 2019e. Vedenkulutus. Luettu 13.1.2020.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/vedenkulutus

Nieminen, J. & Virta, J. 2016. Rakennusten lisälämmöneristäminen. Ensimmäinen painos. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus Oy

Laitinen, J. 2010. Pieni suuri energiakirja. Helsinki: Into Kustannus Oy.

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50.

LVI-tekniset urakoitsijat. n.d. Rakennusten energiatehokkuus. Luettu 14.1.2020.
<https://www.lvi-tu.fi/toimiala/lvi-asennus/energiatehokkuus/>

Lämpöykkönen. 2017. Uusi energiatehokas ja helposti toteutettava ilmanvaihtoratkaisu pientaloihin. Luettu 16.2.2020.
<https://lampoykkonen.fi/artikkelit/uusi-energiatehokas-ja-helposti-toteutettava-ilmanvaihtoratkaisu-vanhoihin-pientaloihin/>

Omakotiliitto. n.d. Myös vanhoilta taloilta vaaditaan energiatodistus. Luettu 7.1.2020.
https://www.omakotiliitto.fi/asuminen/maaraykset_ja_saadokset/energiatodistus

Oulun rakennusvalvonta. 2013. Energiakorjaus – tekniset kortit 6-8, 11-12 & 14-16. Luettu 8.1.2020. <http://www.energiakorjaus.info/pientalot/tekniset-kortit/>

Paroc. 2006. Pientalon lisäeristysopas. Luettu 8.1.2020.
<https://www.netrauta.fi/attachments/products/paroc/extra/Lisaeristys.pdf>

Puuinfo. 2013. Pientalon energiasaneeraus – korjaustarpeen arviointi. Luettu 21.1.2020. <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-seitse/ohjeet/pientalon-energiasaneeraus/pientalon-energiasaneeraus/pientalonenergiasaneeraus-korjaustarpeenarviointi.pdf>

Pyly, P. & Virta, J. 2011. Taloyhtiön energiakirja. Ensimmäinen painos. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus Oy.

Rakennuspalvelu Liukku. n.d. Lämpökuvaus – lisätietoa rakennuksen lämpökuvauksesta. Luettu 11.2.2020.
http://www.rakennuspalveluliukku.fi/v3/files/YD3J185J89/LAMPOKUVAUS_2.pdf

Rakentaja.fi. 2008. Sisäpuolinen lämmöneristys. Luettu 10.1.2020.
https://www.rakentaja.fi/artikkelit/3776/sisapuolinen_lisalammoneristys.htm

Rakentaja.fi. 2013. Ulkoseinän lisäeristys sisä- ja ulkopuolelta. Luettu 10.1.2020.
https://www.rakentaja.fi/artikkelit/10444/ulkoseinan_lisaeristys_saint_gobain_iso_ver.htm

Rakentaja.fi. 2019. Paranna kotisi lämmöneristystä. Luettu 9.1.2020.
https://www.rakentaja.fi/artikkelit/5538/sisapuolinen_lisalammoneristys.htm

Raksystems. n.d. Lämpökuvauksella selviää rakennuksien ongelmat. Luettu 14.1.2020. <https://www.raksystems.fi/kodit-ja-asuminen/lampokuvaus/>

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2003. Asumisterveysohje. Helsinki.

Suomela.fi. n.d. Pientalohtori – Huomioi pientalon ilmanvaihto. Luettu 9.1.2020. <https://www.suomela.fi/pientalohtori-huomioi-pientalon-ilmanvaihto/>

Suomi rakentaa. 2019. Kuntotarkastus ennen korjausta. Luettu 14.1.2020.
<https://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/korjausrakentaminen-ja-suunnittelu/kuntotarkastus-ja-tutkimus>

Tampereen sähkölaitos. n.d. Ota energiansäästö tavaksi. Luettu 13.1.2020.
<https://www.sahkolaitos.fi/aina-apuna/energianeuvonta/>

Tilastokeskus. 2019. Asumisen energiankulutus 2018. Luettu 19.1.2020.
https://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_fi.pdf

Vallox. n.d. Energiatehokas ilmanvaihto. Luettu 9.1.2020.
https://www.vallox.com/tietoa_ilmanvaihdosta/energiatehokas_ilmanvaihto.html

Ympäristö.fi. 2016a. Pientalon putkiremontti. Luettu 10.1.2020.
<https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Pientalot/Korjaushankkeet/LVISkorjaukset/Putkiremontti>

Ympäristö.fi. 2016b. Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. Luettu 6.1.2020.
https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus

Ympäristö.fi. 2016c. Tottumukset ratkaisevat energiakulutuksen. Luettu 13.1.2020. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Pientalot/Energiatehokkuus/Energiatehokas_asuminen

Ympäristöministeriö. 2018. Energiatodistusopas 2018. Luettu 7.1.2020.
<https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B5DA79466-F15E-4FC9-9C76-46AE002B7FF6%7D/141249>

Ympäristöministeriö. 2019a. Kansainväliset ilmastoneuvottelut. Luettu 14.1.2020. <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/>

FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Kansainvaliset_i
lmastoneuvottelut

Ympäristöministeriö. 2019b. Kioton pöytäkirja. Luettu 14.1.2020.

<https://www.ym.fi/fi->

FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Kansainvaliset_i
lmastoneuvottelut/Kioton_poytakirja

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta
korjaus- ja muutostöissä 4/13.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta
20.12.2017/1048.

LIITTEET

Liite 1. Lämpökuvauksen tulokset

1(8)

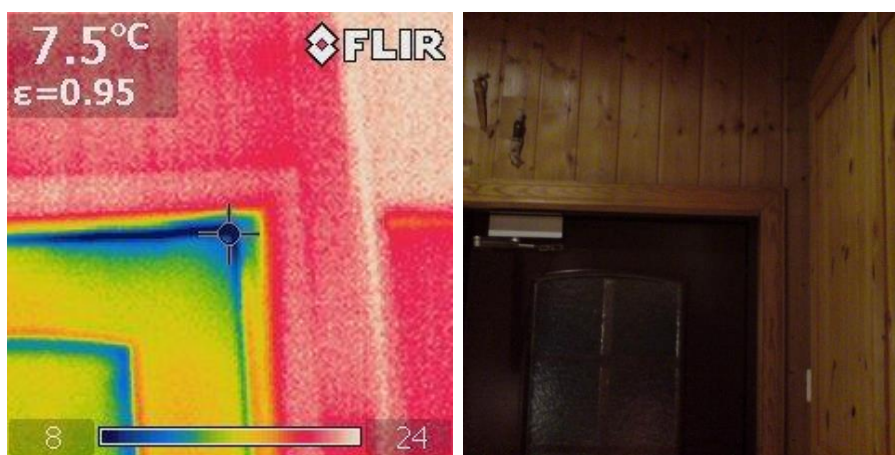
Lämpökuvauksen tulokset

1

Kuvaus suoritettu kohteessa 6.2.2020. Laitteena toimi FLIR B50. Ulkolämpötila mittauksen aikana oli $-6,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja sisälämpötila $24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Raja-arvo korjaukselle kyseisessä ulkolämpötilassa on $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja hyvä raja-arvo lämpötila on $12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

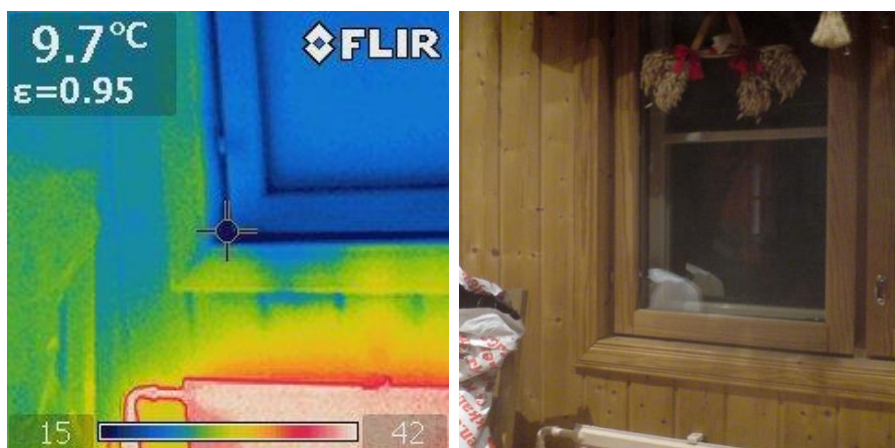
1. Pääulko-ovi

Ulko-oven tiivisteessä havaittavissa suuri ilmapuoto. Lämpötila alittaa korjauksen raja-arvon, joten tiivisteiden korjaaminen tulisi suorittaa mahdollisimman nopeasti.



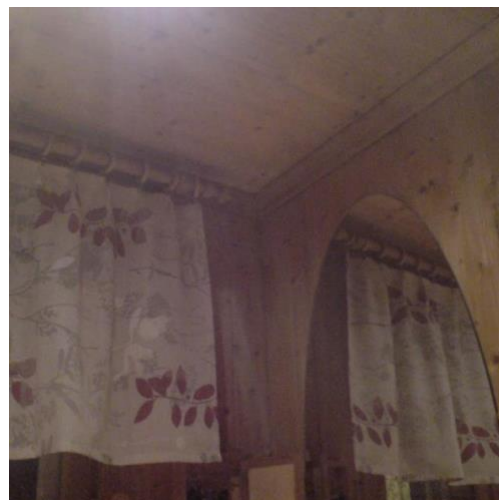
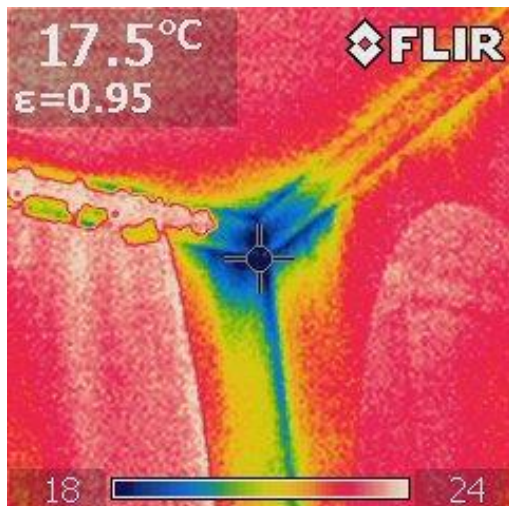
2. Tuulikaapin ikkuna

Ikkunan tiivisteissä havaittavissa ilmapuotoa, joten tiivisteet tulisi korjata.



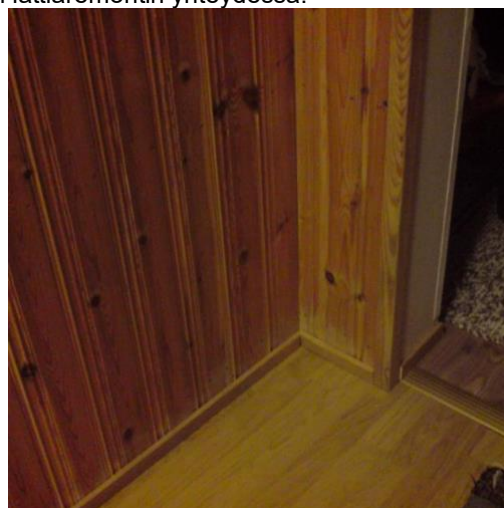
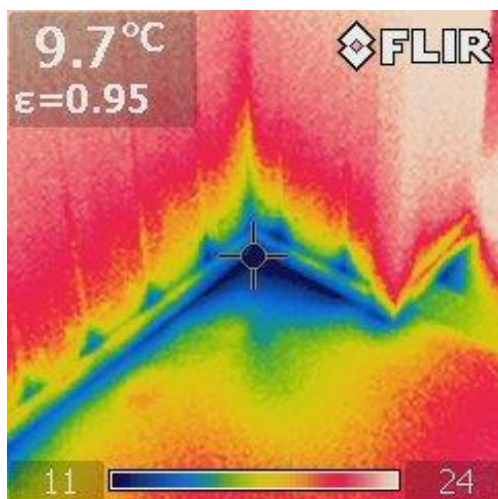
3. Tuulikaapin yläulkonurkka

Ulkoseinien liitoksessa kylmäsilta, jossa ei kuitenkaan ole suurempia lämpövuotoja eikä näin aiheuta toimenpiteitä.



4. Palomuurin nurkka

Kohdassa on maahan asti johtava paksu kiviseinä, joka johtaa kylmää lattiaan. Tämä kohta hohkaa selvästi kylmää jalkaan, joten kohdan tiivistäminen esimerkiksi palovillalla voisi tulla kyseeseen seuraavan mahdollisen lattiaremontin yhteydessä.

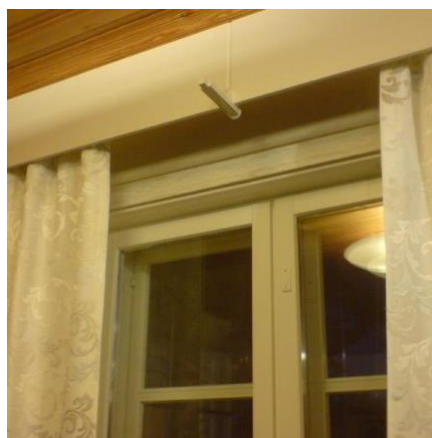
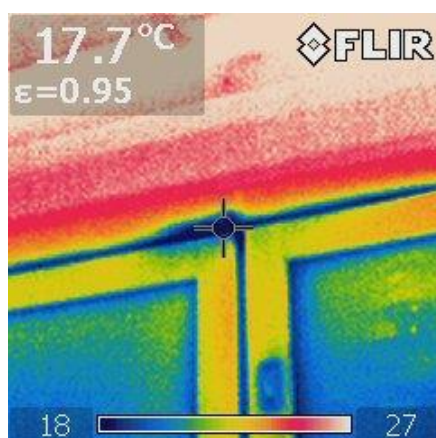


Lämpökuvauksen tulokset

3

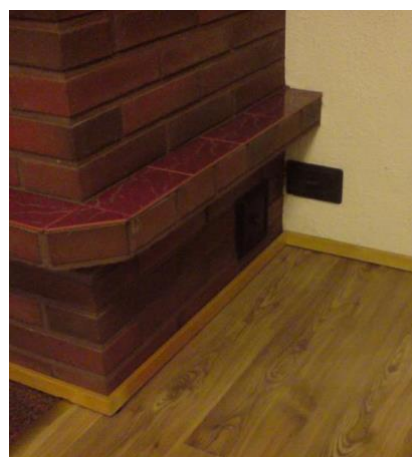
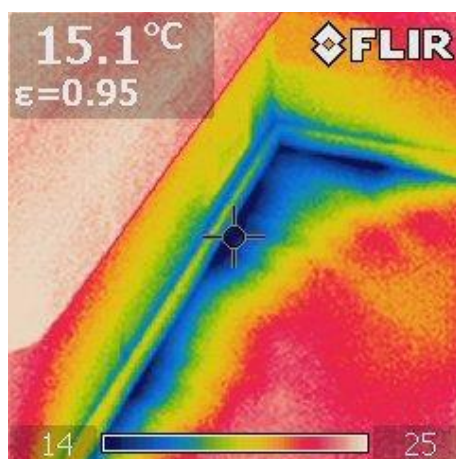
5. Olohuoneen ikkuna

Ikkuna ja tiivisteet hyvässä kunnossa, eikä havaittavissa ole isoja lämpövuotoja.



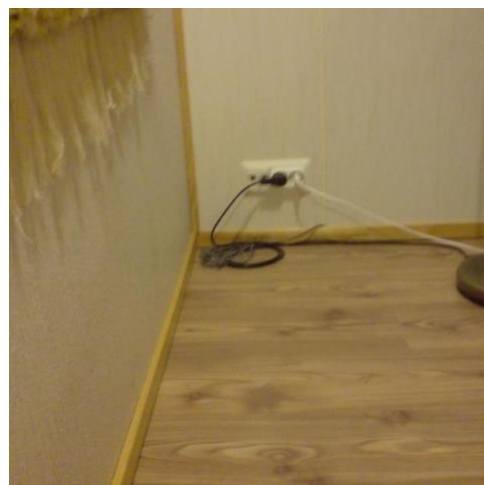
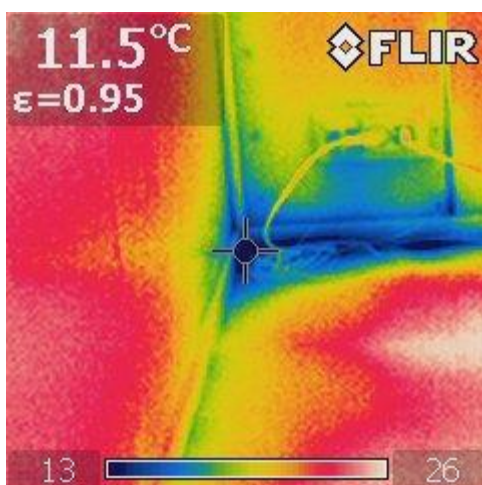
6. Tulisijan ja rossipohjan liittymä

Tulisija johtaa kylmään maahan asti, josta aiheutuu kylmäsilta tulisijan ja lattian väliin. Tämä ei kuitenkaan aiheuta jatkotoimenpiteitä.



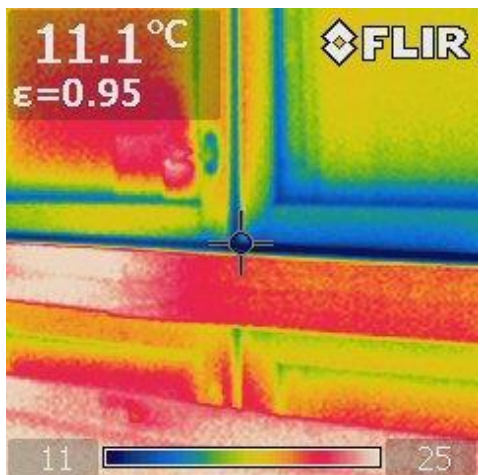
7. Olohuoneen alanurkka

Hirsiseinän ja alapohjan välinen liitos aiheuttaa kylmäsillan lattiaan. Reuna-alueiden tiivistäminen parantaa liitoksen ilmapitävyyttä.



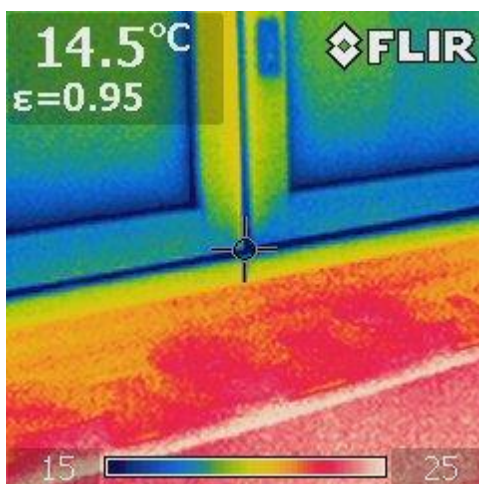
8. Keittiön ikkuna

Uudehko ikkuna, jonka tiivisteet vuotavat, ja jotka tulisi huoltaa.



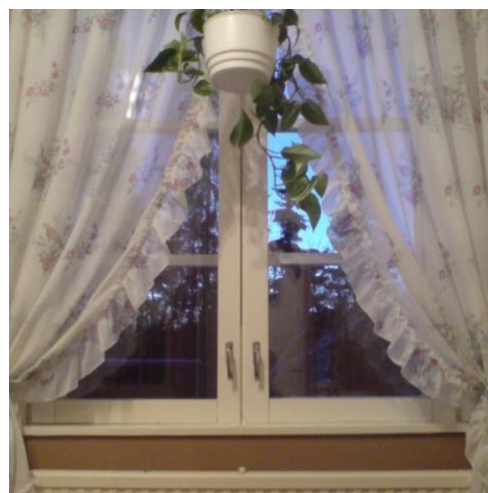
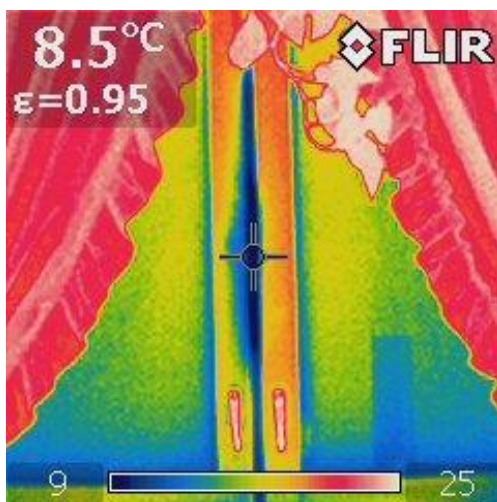
9. Päämakuuhuoneen ikkuna

Ikkuna ja tiivisteet hyvässä kunnossa, eikä havaittavissa ole isoja lämpövuotoja. Tiivisteet ovat kuitenkin alkuperäiset ja niiden huoltaminen olisi ajankohtaista.



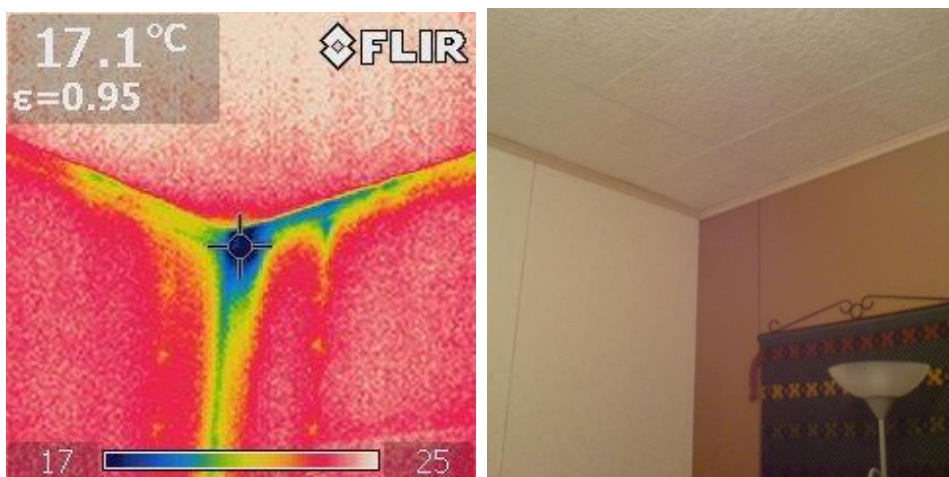
10. Ikkuna, MH 2

Ikkuna itsessään on ikäänsä nähden hyvässä kunnossa, mutta tiivisteet eivät ole enää paikallaan ja ilmavuoto mittauspistekohdassa on suuri. Tiivisteet tulisi uusia.



11. Ulkoseinän ja välipohjan nurkkaliittymä, MH 2

Ulkoseinän ja välipohjan nurkkaliittymässä on havaittavissa kylmäsilta, joka ei kuitenkaan aiheuta korjaustarvetta.

**12. Ulkoseinän ja alapohjan liittymä, MH 2**

Alapohjan ja ulkoseinän välisessä liitoksessa on havaittavissa kylmäsilta. Lämpötila on kuitenkin reilusti hyvän lämpötila raja-arvon yläpuolella eikä aiheuta jatkotoimenpiteitä.

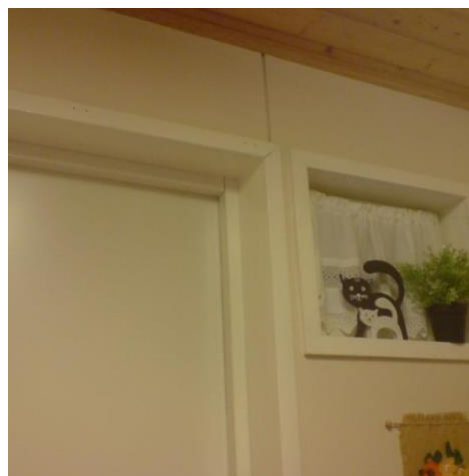
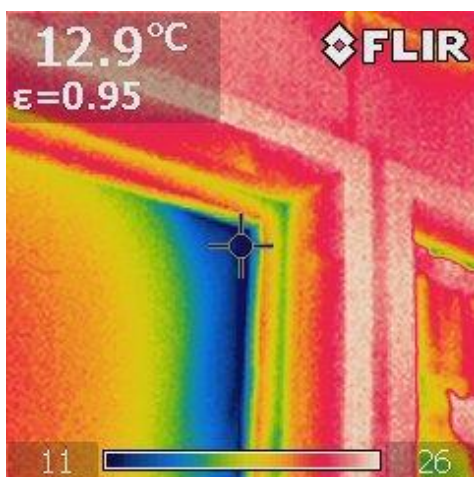


Lämpökuvauksen tulokset

7

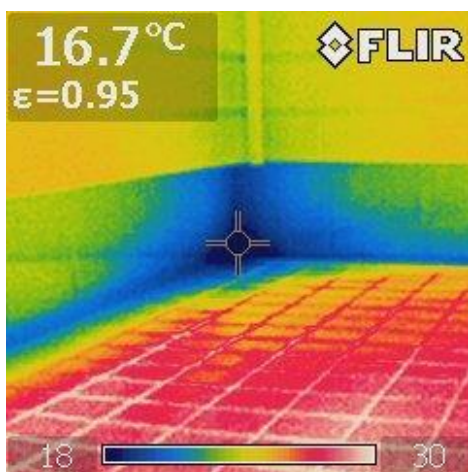
13. Kodinhoituhuoneen ulko-ovi

Ulko-ovi on silmin nähden hieman kiero, ja näin vuotaa. Muuten oven tiivisteet ovat hyvässä kunnossa. Ovi olisi kuitenkin hyvä vaihtaa.



14. Saunan ulkonurkka

Maanvaraisen laatan ja ulkoseinän välisessä nurkassa on kylmäsilta. Lämpötila kuitenkin on selvästi hyvän raja-arvon yli, joten tämä ei aiheuta toimenpiteitä.

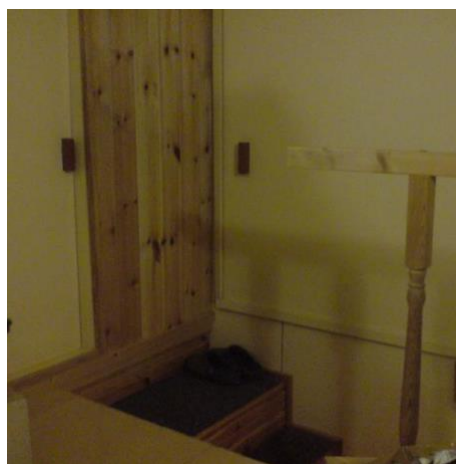
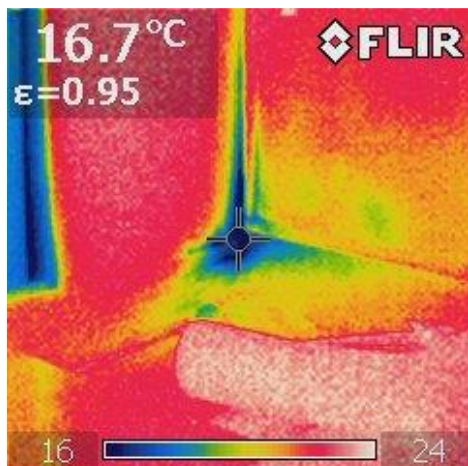


Lämpökuvauksen tulokset

8

15. Yläkerran makuuhuoneen ja kylmän ullakon välinen ovi

Yläkerran makuuhuoneen ja kylmän ullakon välisessä ovesta on kylmäsilta, mutta ei kuitenkaan vaadi korjausta.



Liite 2. Energiatodistus

1(8)

ENERGIATODISTUS 2018	
LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Pientalo Parkkuentie 506 34320 PARKKUU
Pysyvä rakennustunnus:	1014647915
Rakennuksen valmistumisvuosi:	1934
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Pientalo
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu:	
Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivänmäärä:	31.01.2020
	Energiatodistusluokka
A	
B	
C	
D	D 2018
E	
F	
G	
Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi 189
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	113
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	
Todistuksen laatija:	Yritys:
Susanna Järvinen	
Sähköinen allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:
11.02.2019	11.02.2029

Huom! Todistuksessa esitetyt lukuja/lasketatuloksia ei tule käyttää Lämpöpumpujen/lämmitysjärjestelmän valintaan.

2(8)

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskennallinen ostoenergiankulutus ja energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)													
Lämmitetty nettoala, m ²	145												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Hakelämmitys ja vesikiertoinen lattialämmitys / Hakelämmitys, ei kiertojohtoa												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Painovoimainen ilmanvaihto												
Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus									
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	5538	38	1.20	45.8									
Puu	41415	286	0.50	142.8									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3048	21.0											
Energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)				189									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokittelusteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...81</td> <td>B: 82 ... 128</td> <td>C: 129 ... 165</td> </tr> <tr> <td>D: 166 ... 245</td> <td>E: 246 ... 375</td> <td>F: 376 ... 445</td> </tr> <tr> <td>G: 446 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...81	B: 82 ... 128	C: 129 ... 165	D: 166 ... 245	E: 246 ... 375	F: 376 ... 445	G: 446 ...		
A: ...81	B: 82 ... 128	C: 129 ... 165											
D: 166 ... 245	E: 246 ... 375	F: 376 ... 445											
G: 446 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	D												
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu vakioidulla käytöllä lämmitettyä nettoalaa kohten, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. Vakioidusta käytöstä johtuen E-luku ei sovellu yksittäisen rakennuksen toteutuneen ja laskennallisen kulutuksen vertailuun. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>													

TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA E-LUVUN PARANTAMISEKSI

Keskeiset suositukset rakennuksen E-lukua parantaviksi toimenpiteiksi (ei koske uusia rakennuksia)

Aurinkokeräimet toimintaan.

Alkuperäiseen yläpohjaan uusitaan eriste ja vuoden -95 yläpohjaan lisätään 200mm eristettä.

Ikkunat tiivistetään. Ikkunoiden kunto on hyvä, joten ei ole tauloudellisesti kannattavaa vaihtaa vanhoja ikkunoita uusiin.

Lisäeristämisen ja tiivistämisen yhteydessä tulee varmistua kunnollisesta ilmanvaihdosta tarkastamalla tuloilmaventtiilien kunto, sekä mahdollisesti tehostaa painovoimaista ilmanvaihtoa Flexit-järjestelmällä tai vaihtaa kohteen ilmanvaihtojärjestelmä koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi LTO:lla. Näistä paras vaihtoehto on panostaa kerralla kunnolliseen ilmanvaihtojärjestelmään ja valita koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla.

Suosituksat on esitetty yksityiskohtaisemmin sivuilla 6 ja 7, kohdassa "Toimenpide-ehdotukset E-luvun parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1934	Lämmitetty nettoala	145	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4.25	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	121.80	0.25	30.93	20.40
Yläpohja	131.70	0.29	38.10	25.12
Alapohja	131.70	0.16	20.42	13.47
Ikkunat	20.90	1.81	37.77	24.91
Ulko-ovet	7.60	1.40	10.64	7.02
Kylmäsiilat	-	-	13.78	9.09
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g kohtisuora-arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	3.50	0.35	0.60	
Itä	10.60	2.10	0.60	
Etelä	2.80	2.10	0.60	
Länsi	4.00	2.10	0.60	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Painovoimainen ilmanvaihto			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.000 / 0.058	0.0	-	C
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.000 / 0.058	0.0	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	0.0 %			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Hakelämmitys ja vesikiertoinen lattialämmitys / Hakelämmitys, ei kiertojohtoa			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-	-	-
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.73	75 %		2.88
LKV:n valmistus	0.73	85 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpputärjestyksissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	2	6000.00		
Ilmalämpöpumppu	1	5800.00		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	497.00	29		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	
Valaistus	60 %			6.00
	10 %			

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistusvuosi	1934			
Lämmitetty nettoala, m ²	145			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	189			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Vakioidulla käytöllä Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	5538	1.20	6645	45.8
Uusiutuva polttoaine (Puu)	41415	0.50	20707	142.8
YHTEENSÄ	46952		27353	188.6
Rakennuksen ympäristössä olevasta energiasta otettu energia, hyödynnetty osuus (kuukausitason erittely lisätiedoissa)				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Lämpö ulkoilmasta		3729	25.72	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.9	124.1	
Tuloilman lämmitys			34.1	
Lämpimän käyttöveden valmistus				
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus				
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		21.0		
YHTEENSÄ		23.9	158.2	0
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		25294	174	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		0	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	29	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		3630	25.03	
Ihmiset		1524	10.51	
Kuluttajalaitteet		2286	15.77	
Valaistus		762	5.26	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		0	0.00	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)			

TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS					
Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta. Ostoenergian määrät ilmoitetaan energiatodistuksen laatimista edeltävältä täydeltä kalenterivuodelta.					
Toteutunut ostoenergiankulutus					
Lämmitetty nettoala 145 m ²					
Energiaverkoista ostettu energia				kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)
Sähkö				5000	34.48
Ostetut polttoaineet (1)					
	polttoaineen määrä vuodessa	yksikkö	muunnos- kerroin kWh:ksi	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Koivuhalkoja	2	pino-m3	1700	3400	23.4
Polttohake	45	irto-m3	900	40500	279.3
(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"					
Toteutunut ostoenergia yhteensä				kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)
Sähkö yhteensä				5000	34.48
Kaukolämpö yhteensä					
Polttoaineet yhteensä				43900	302.76
Kaukojäähdytys					
YHTEENSÄ				48900	337.24
Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Todistusta laadittaessa energiankulutus lasketaan Etelä-Suomen sää tiedoilla ja siten, että rakennuksen käyttö on vakioitu.					
Yllä olevassa taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näiden syiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.					

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET E-LUVUN PARANTAMISEKSI				
Toimenpide-ehdotukset tähtäävät E-luvun parantamiseen, joten ne arvioidaan rakennuksen vakioidulla käytöllä. Osio ei koske uusia rakennuksia.				
Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat				
Ulkoseinien runkomateriaali on pääosin puu, mutta alkuperäinen osuus on hirttä. Alkuperäisen osuuden ulkoseinät ovat lisälämmöneristetty vuonna 2006, muuten seinin ei ole koskettu. Seinissä lämmöneristeenä toimii mineraalivilla ja tuulensuojana bituliitti/bitumihoipa, muuten hyvässä kunnossa. Yksi ulko-ovi on kiero ja toinen ulko-ovi vuotaa. Ikkunat toiminnallisesti hyvässä kunnossa, osa ikkunoista vuotavat.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset				
1	Vanhojen (U=2.1) vaihto uusiin (U=1.0)			
2	Vaihdetaan kiero ulko-ovi uuteen -> ei merkittävää vaikutusta			
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1	34.91			-16
2				
3				
Huomiot - ylä- ja alapohja				
Yläpohja rajoittuu pääasiassa (eteläsiipeä lukuunottamatta) kylmään ullakkoon, joten lisäeristäminen helppoa. Etelän puoleisessa siivessä on puolikerroksinen lämmin huone, joten kohteessa on tässä kohdassa vino yläpohja. Yläpohjassa alkuperäisen osuuden (noin 47 neliö) kohdalla eristeenä sahanpuru. Muuten eristeenä puhallus- tai mineraalivilla. Alapohjana kohteessa toimii pääasiassa rossipohja, osa alapohjasta maanvaraista laattaa. Alapohja rossipohjan osalta lisälämmöneristetty 2006, maanvaraisen laatan lisälämmöneristäminen ei onnistu.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset				
1	Alkuperäisen osuuden yläpohjan sahanpurueristeen vaihto puhallusvillaan (300mm)			
2	Vuoden -95 laajennuksen yläpohjaan 200mm lisäeristettä (mineraalivilla)			
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1	30.12			-15
2	3.75			-2
3				
Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät				
Hakelämmitysjärjestelmä melko uusi ja hyvässä kunnossa, ei toistaiseksi tarvetta vaihtaa. Kohteessa on pääasiassa vesikiertoinen lattialämmitys, osa huoneista lämpiää vesikiertoisilla termostaateilla varustetuilla pattereilla. Kohteessa on olemassa aurinkokeräimet, joista puuttuu ohjauksyksikkö. Ilmalämpöpumppu uusi ja toiminnassa.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset				
1	Olemassa olevien aurinkokeräimien ohjauksyksikön asentaminen ja aurinkokeräimien käyttöönotto			
2	Maalämpöpumppu varaajalla (tilat + käyttövesi)			
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1	7.88			-3
2	160.89			-41
3				

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät				
Painovoimainen ilmanvaihto. Ilma vaihtuu melko huonosti, aiheuttaen viemärin hajua ja tilojen vetoisuutta.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset				
1	Flexi Spirit Uni 4			
2	Koneellinen tulo ja poisto + LTO 55%. asetuksen 2018 vertailuarvoilla			
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				+5
2	59.25	-6.31		-22
3				
Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät				
Kohteessa lamput joko ledejä tai energiansäästölamppuja.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset				
1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				
Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon				
Kohteen sisälämpötilan lasku 24 asteesta 21 asteeseen.				
Lisätietoja energiatehokkuudesta				
Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä www.motiva.fi Kohteella hyvä energiatehokkuus kohteen ikään nähden. Kohteen energiatehokkuusluokkaa on miltein mahdoton nostaa järkevillä ja kustannustehokkailla ratkaisuilla seuraavaan tasoon.				

LISÄMERKINTÖJÄ

Laskelmissa jouduttiin laskemaan U-arvolle keskiarvo kahdesta ylä- ja alapohjarakenteesta. Alapohjarakenteista talon maanvaraiset laatat laskettiin yhdeksi U- arvoksi. Yläpohjarakenteistakin laskettiin vuosien -78, -80 ja -95 U-arvoista keskiarvo. Tämä energiatodistus on vain suuntaa-antava.