



Laura Kunelius

PIENTALON ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KORJAUS- RAKENTAMALLA

Esimerkkikohde1939 rakennettu pientalo

PIENTALON ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KORJAUS- RAKENTAMALLA

Esimerkkikohde 1939 rakennettu pientalo

Laura Kunelius
Opinnäytetyö
Syksy 2013
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, talon- ja korjausrakentaminen

Tekijä: Laura Kunelius

Opinnäytetyön nimi: Pientalon energiatehokkuuden parantaminen korjausrakentamalla : Esimerkkikohte 1939 rakennettu pientalo

Työn ohjaaja: Martti Hekkanen, OAMK ja Tommi Riippa, Oulun rakennusvalvonta

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Syksy 2013

Sivumäärä: 39 + 3 liitettä

Opinnäytetyön aiheena on tutkia uusien energiatehokkuusvaatimusten vaikutusta korjausrakentamisessa 1930-luvun pientalossa. Esimerkkikohteena on 1939 rakennettu purueristeinen pientalo. Kiristyvät energiamääräykset ja pyrkimys laadukkaaseen rakentamiseen lisäävät asiantuntevan suunnittelun ja energiatarkastelun merkitystä korjausrakentamisessa. Tavoitteena on tarkastella energiankäytön kustannuksia ja tutkia, kuinka niitä voidaan pienentää Oulun Iskossa sijaitsevassa pientalossa vaatimukset täyttävällä tavalla.

Opinnäytetyössä esitettävät tulokset perustuvat rakennusalan tämänhetkiseen tietoon ja kirjallisuuteen sekä kohteessa tehtyyn kuntoarvioon ja tiiveysmittaukseen. Kohteen rakenteita on tarkasteltu DOF-lämpö-ohjelmalla, ja rakennuspiirustusten sekä havaintojen perusteella on tehty kohteeseen energiaselvitys Energiajunior 12.4:llä. Saatujen lähtötietojen pohjalta tutkittiin vaihtoehtoisia toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi.

Kohteen energiatehokkuutta voidaan parantaa monella tavalla. Tehokkain tapa on E-luvun pienentäminen vaihtamalla öljylämmitys ympäristöystävällisempään ja halvempaan pellettilämmitykseen. E-luvussa huomioidaan rakennuksen kokonaisenergiankulutus standardikäytöllä sekä energiamuodot, joita rakennuksessa käytetään. Myös muita tapoja voi käyttää, ja yhdistelemällä eri ratkaisuja rakennuksen energiatehokkuutta saadaan parannettua kohtuuhinnalla jopa uudisrakennusten määräystasolle.

Energiatehokkuuden parantaminen tulee parhaiden tulosten saavuttamiseksi ottaa yhdeksi tavoitteeksi jo korjaustoimenpiteitä suunniteltaessa. Tämä opinnäytetyö ei ole korjaussuunnitelma vaan toimii pohjana tuleville parannuksille. Tulevat korjaustoimenpiteet on suunniteltava, kun ne ovat ajankohtaisia, ja kustannukset arvioitava päivitettyillä hinnoilla.

Asiasanat: energiatehokkuus, energiamääräykset, lämmitys, pientalo

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, House Building and Renovation

Author(s): Laura Kunelius

Title of thesis: Increasing Energy Efficiency in Small House by Renovating: Case Study in Detached House Built in 1939

Supervisor(s): Martti Hekkanen and Tommi Riippa

Term and year when the thesis was submitted: Fall 2013

Pages: 39 + 3 appendices

The subject of the thesis was to investigate the impact of new energy efficiency requirements in renovation. The case studied was detached house built in 1939. New energy regulations and the effort for the quality of construction will increase the importance of expertise required for the design and the energy review. The aim was to examine the costs of energy use and explore how they can be reduced in case, meeting the requirements.

Results presented were based on the current knowledge and literature in the construction sector as well as the assessment of condition of the building. Structures have been examined by the DOF-heat – programme. Calculations of energy consumption based on the construction drawings and notes made in the building are made by the Energiajunior 12.4. Alternative measures to improve energy efficiency were examined on the basis of the information received.

Energy efficiency in the case can be improved in several ways. The most effective way is to reduce the E-reading of the building, total energy consumption considering the forms of energy that are used in the building. The most efficient way in case is to replace the oil heating by pellet heating. Pellet heating is more environmentally friendly and economical. Other ways may also be used. Combination of different solutions improves energy efficiency with decent cost even to the level required of new buildings.

Improving energy efficiency should be as one of the goals while planning renovation. That will lead to the best results. This thesis is not a plan for renovation. It may be used as the basis for future improvements. Renovation must be planned when it is topical and costs to be assessed at that.

Keywords: Energy Efficiency, Energy Regulations, Heating, Small House

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 PIENTALON ENERGIATEHOKKUUS, MÄÄRÄYKSET JA LAINSÄÄDÄNTÖ	9
2.1 Energiankulutuksen jakautuminen sekä siihen vaikuttavat tekijät	10
2.2 Energiatodistus	10
2.3 Määräykset korjausrakentamisessa yleisesti	12
2.4 Vaihtoehtoiset tavat energiatehokkuuden parantamiseksi	13
2.5 Vaatimukset teknisille järjestelmille	14
2.6 Lämmitystä koskevat määräykset	15
3 PIENTALON LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	16
3.1 Päälämmitysjärjestelmät	16
3.1.1 Puu- ja pellettilämmitys	16
3.1.2 Kaukolämpö	17
3.1.3 Lämpöpumput	18
3.1.4 Sähkölämmitys	20
3.1.5 Öljylämmitys	20
3.1.6 Kaasulämmitys	21
3.2 Tukilämmitysjärjestelmät	22
3.2.1 Aurinkolämmitys	22
3.2.2 Tulisijat	23
3.2.3 Ilmalämpöpumppu	23
4 KOHDE, SEN KUNTO JA ENERGIATEHOKKUUS ENNEN KORJAUKSIA	24
4.1 Kohde	24
4.2 Kohteesta tehdyt havainnot	25
4.3 Kuntoarvion mukainen pitkän tähtäimen suunnitelma	26
5 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KOHTEESSA	27
5.1 Rakennusosakohtainen energiatehokkuuden parantaminen	27
5.2 Standardikäyttöön perustuvan energiankulutuksen pienentäminen	28
5.3 E-luvun pienentäminen	28
5.4 Yhteenveto	31

5.5 Pitkän tähtäimen suunnitelma	32
6 POHDINTA	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	40

1 JOHDANTO

Vuoden 2013 alussa astui voimaan lakimuutos, joka vaatii parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta rakennuksen luvanvaraisen korjaus- ja muutostyön yhteydessä, jos se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. Helmikuussa 2013 ympäristöministeriö julkaisi asetuksen, joka antaa ohjeet tämän vaatimuksen toteuttamiseksi. Asetus astui voimaan 1.6.2013 koskien viranomaisten käytössä olevia rakennuksia; muihin rakennuksiin asetusta sovelletaan 1. syyskuuta 2013 alkaen.

Noin 40 prosenttia Suomen energian kulutuksesta ja kasvihuonepäästöistä aiheutuu rakennuksista ja rakentamisesta. Lakimuutoksella pyritään muokkaamaan Suomen rakennuskantaa energia- tehokkaammaksi. Sekä energiankulutuksen vähentäminen että uusiutuvista energianlähteistä peräisin olevan energian käyttö ovat tärkeitä askeleita kohti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantamisen lisäksi tulee uudisrakentamisessa noudattaa energiatehokkaita ratkaisuja.

Rakennusten energiatehokkuutta voidaan vertailla rakennuksen energiatehokkuusluokalla, joka määräytyy rakennuksen E-luvun mukaan. E-luku on rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus, joka lasketaan standardinmukaisella käytöllä ja painotetaan energiamuotojen kertoimilla.

Opinnäytetyön lähtökohtana on tarkastella vuonna 1939 rakennetun pientalon energiatehokkuutta ja sen parantamista uudet energiamääräykset huomioon ottaen. Tarve energiatehokkuuden parantamiseen on tullut esiin kohteen öljypolttimen lähestyessä tiensä päätä. Omistajat haluavat vaihtaa kohteen lämmitystavan ympäristöystävällisemmäksi ja käyttökustannuksiltaan edullisemmaksi. Samalla on järkevää miettiä muita energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä. Työn tarkoituksena on pohtia energiamääräyksiä yleisellä tasolla ja niiden soveltamista esimerkkikohteeseen. Tavoitteena on löytää määräykset täyttävä ja esimerkkikohteen omistajia miellyttävä tehokas korjaustapa. Erityisesti tarkastellaan lämmitysjärjestelmää ja siihen liittyviä vaihtoehtoja. Rakennukselle määritetään energiatehokkuusluokka nyt ja mahdollisten korjausten jälkeen.

Opinnäytetyössä hyödynnetään rakennusalan tämänhetkistä tietoa ja kirjallisuutta. Lisäksi kohteelle tehdään kuntoarvio. Kuntoarvion yhteydessä mitataan kohteen tiiveys ja tarkastellaan vuo-

tokohtia savukynällä. Kohteeseen tehdään energiaselvitys ja U-arvolaskelmat. Kustannuslaskelmat tehdään suuntaa antavilla arvoilla.

Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen ja tärkeä. Tietoa uusien energiamääräysten käytännön vaikutuksista erilaisten kohteiden korjausrakentamisessa tarvitaan. Opinnäytetyö jätetään käytettäväksi Oulun rakennusvalvonnalle sekä kohteen omistajille. Opinnäytetyö ei ole korjaussuunnitelma, mutta sitä voidaan käyttää tulevien parannusten pohjana.

2 PIENTALON ENERGIATEHOKKUUS, MÄÄRÄYKSET JA LAINSÄÄDÄNTÖ

Pientalon energiatehokkuudella tarkoitetaan laskettua tai mitattua energiamäärä, joka rakennuksessa tyypillisesti käytetään muun muassa tilojen lämmitykseen, käyttöveden lämmitykseen, jäädytykseen, ilmanvaihtoon ja valaistukseen. Energiatehokas talo kuluttaa vähemmän energiaa kuin vastaavanlainen minimivaatimukset täyttävä talo. Tällaisen talon rakennuskustannukset ovat hieman korkeammat, mutta asumiskustannukset ovat vastavuoroisesti matalammat. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta 2010/31/EU 2.4; Motiva Oy 2013, hakupäivä 16.7.2013.)

Suomi on hyväksynyt yhdessä muiden EU:n jäsenmaiden kanssa sekä YK:n ilmastosopimuksen että Kioton pöytäkirjan. Suomen tavoitteena oli vakiinnuttaa vuosina 2008 - 2012 kasvihuonepäästöt vuoden 1990 tasolle. Tilastokeskuksen vuoden 2012 tietoihin perustuvan arvion mukaan Suomi on päässyt tavoitteeseen. Tavoitteita on kuitenkin muitakin. EU:n vuonna 2009 antaman lainsäädäntöpakettin mukaan vuoteen 2020 mennessä EU:n energiankulutuksesta 20 % pitäisi saada uusiutuvista lähteistä, kasvihuonekaasupäästöjä tulisi vähentää 20 % vuoden 1990 tasosta ja energiatehokkuutta lisätä 20 % siitä, mitä se olisi ilman toimenpiteitä. Suomelle osoitettu tavoite on lisätä uusiutuvan energian osuutta 38 %:iin. Vuoteen 2050 mennessä kasvihuonepäästöjä pitäisi vähentää 50 %. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta 2010/31/EU johdanto; Suomen ympäristökeskus, Aalto-yliopisto & Ilmatieteenlaitos 2013, hakupäivä 16.7.2013; Tilastokeskus 2013, hakupäivä 16.7.2013.)

Suomen energiankulutuksesta ja kasvihuonepäästöistä noin 40 prosenttia aiheutuu rakennuksista ja rakentamisesta. Rakennusten energiatehokkuudella on siis suuri vaikutus ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Rakennuskanta uudistuu kohtalaisen hitaasti, joten huomiota on kiinnitettävä uudisrakennusten lisäksi myös jo olemassa oleviin rakennuksiin. Olemassa oleviin rakennuksiin on mahdollista toteuttaa kustannustehokkaita korjaustoimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi laajamittaisten korjausten yhteydessä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta 2010/31/EU johdanto; Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta HE 81/2012 2.3.)

2.1 Energiankulutuksen jakautuminen sekä siihen vaikuttavat tekijät

Tavallisessa pientalossa energiaa kuluu eniten tilojen lämmittämiseen. Lämmityksen osuus kaikesta energiankulutuksesta on sitä suurempi, mitä pohjoisempana rakennus sijaitsee. On arvioitu että tilojen lämmityksen osuus pientalon energiankulutuksesta on noin 50 prosenttia. Käyttöveden lämmitykseen kuluu noin 20 prosenttia ja kotitaloussähköön noin 30 prosenttia kulutettavasta energiasta. (Korjaustieto 2013, hakupäivä 15.11.2013; Rakentaja.fi 2013, hakupäivä 15.11.2013.)

Omakotitalon energiankulutukseen vaikuttavat olennaisesti muutamat seikat. Jos rakenteiden, ikkunoiden ja ovien lämmönläpäisevyys on pieni, vältetään lämmön karkaamiselta, ja näin ollen säästetään tilojen lämmityskuluissa. Ilmanvaihto ja sen tehokkuus vaikuttavat sekä sisäilman laatuun että lämmityskustannuksiin. Nykyään on saatavilla koneellisia ilmanvaihtojärjestelmiä jotka ottavat lämmön talteen poistoilmasta. Lämmön talteenotolla pienennetään energiankulutusta. Kodinkoneiden ja -laitteiden energiankulutus vaikuttaa omakotitalon sähkönkulutukseen, samoin ratkaisut, joita on tehty valaistuksen suhteen. Energiankulutukseen vaikuttaa myös rakennuksen lämmitysjärjestelmä, sen hyötysuhde ja kunto. Lisäksi jokainen asukas vaikuttaa omilla valinnoillaan ja asumistottumuksillaan. Perheen koko sekä asumistottumukset voivat vaikuttaa energiankulutukseen jopa kymmeniä prosentteja. (Rakentaja.fi, hakupäivä 15.11.2013.)

2.2 Energiatodistus

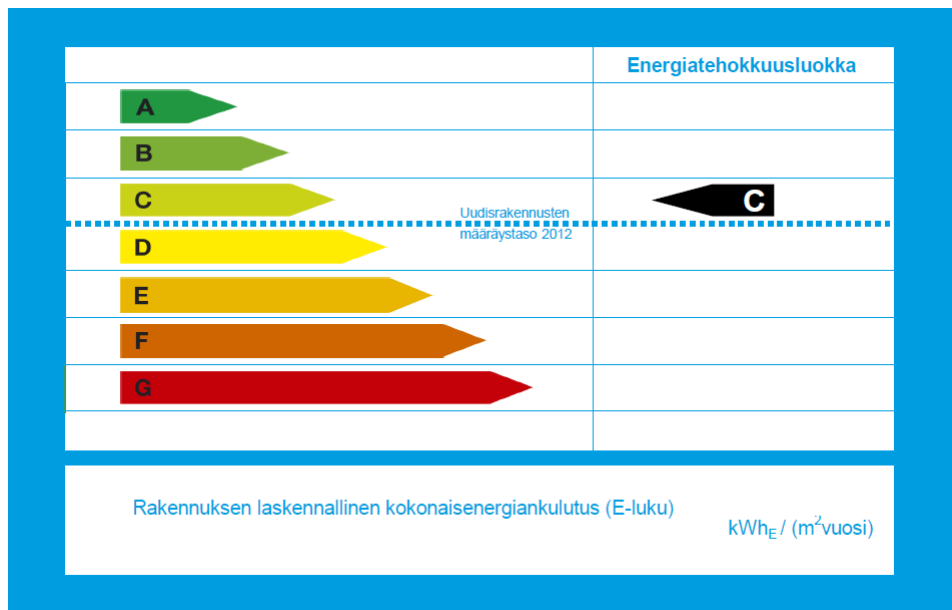
Energiatodistuksen avulla kuluttajat voivat vertailla rakennusten energiatehokkuutta. Energiatodistuksen laatimisessa käytetään vuotuista laskennallista ostoenergiankulutusta, eli lasketaan energian käyttö rakennuksen standardikäytöllä. Standardikäytössä laskennan lähtöarvot, esimerkiksi ilmamäärät, lämmityksen raja-arvot, kuluttajalaitteet, ihmismäärät sekä rakennuksen käyttöaika sekä -aste, ovat vakioituja. Tämä mahdollistaa rakennusten vertailun ilman käyttäjätottumusten aiheuttamaa vaihtelua kulutetun energian määriin. Tutkimusten mukaan todellinen energiankäyttö voi poiketa hyvinkin paljon laskennallisesta kulutuksesta. (Korhonen 2013, 55-56; Kauppinen 2013, 30.)

Energiatodistusta laadittaessa tarvitaan rakennuksen pinta-ala tiedot, rakennusosien lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot, lämmitysjärjestelmän ja ilmanvaihdon hyötysuhteet, lämpökuormat, sekä tiedot lämmöntuottotavasta ja uusiutuvan energian osuudesta. Uusissa rakennuksissa nämä tiedot ovat tavallisesti helposti saatavilla. Olemassa olevassa rakennuksessa laskentaan tarvitta-

vat tiedot selvitetään asiakirjoista, paikan päällä kohdetta havainnoimalla ja tarvittaessa rakennuksen käyttäjää tai ylläpitäjää haastatteleamalla. Energiatodistus lasketaan jakamalla rakennuksen pinta-alalla sen energiamuotojen kertoimilla painotettu laskennallinen ostoenergiankulutus. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013 3:9-11 §; Energiatodistus.info, hakupäivä 15.11.2013.)

Energiatodistuksen laatijan tulee olla pätevä ja rekisteröity energiatodistusten laatijoista pidettävään rekisteriin (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013 4:12 §). Todistuksen laatimiseen kehitettyjä ohjelmia tarjoaa esimerkiksi Lamit.fi Oy sekä Etlas Oy (www.lamit.fi, hakupäivä 15.11.2013; www.etlas.fi, hakupäivä 15.11.2013.)

Energiatodistusta kuvataan energiatehokkuusluokalla, joka määräytyy rakennuksen E-luvun mukaan. Energiatodistuksen energiatehokkuusluokka on nähtävillä rakennuksen energiatodistuksessa (kuvio 1). Luokitteluasteikkona käytetään asteikkoa A – G. Kirjainten arvot vaihtelevat rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta, 3 §.)



KUVIO 1. Rakennuksen energiatehokkuusluokka energiatodistuksessa (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta, liite 2)

Kesäkuun 1. päivänä tuli voimaan laki, jonka mukaan myös vanhalla rakennuksella on oltava energiatodistus, mikäli sitä ollaan myymässä tai vuokraamassa. Laki ei kuitenkaan koske kaikkia rakennuksia. Rakennukset, jotka eivät kuulu lain piiriin, on määritelty lain pykälässä kolme. Energiatodistusta ei tarvita, jos rakennus on suojeltu tai rakennus on kooltaan enintään 50 m². Todistusta ei tarvita myöskään maatalousrakennuksille, loma-asunnoille, liikuteltaville rakennuksille eikä uskonnolliseen käyttöön tarkoitettuille rakennuksille. Lisäksi todistusta ei tarvita rakennuksille, joiden käyttö alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa vaikeutuisi kohtuuttomasti energiatehokkuusmääräyksiä noudatettaessa. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013 3 §, 6.1 §.)

2.3 Määräykset korjausrakentamisessa yleisesti

Maankäyttö- ja rakennuslakia päivitettiin joulukuussa 2012. Lakimuutos vaatii suunnittelemaan ja rakentamaan sekä tekemään rakennuksen korjaus- ja muutostyöt siten, että rakennus täyttää lain vaatimukset koskien muun muassa energiatehokkuutta. (Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 958/2012 117 §.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava rakennuksen energiatehokkuudesta luonnonvarojen ja energian säästämiseksi. Rakennus- tai toimenpideluvan vaativan korjauksen yhteydessä on parannettava energiatehokkuutta, mikäli se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. Rakennusluokat, jota tämä velvollisuus ei koske, on määritelty rakennusten energiatehokkuudesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä. (Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 958/2012 117 g §.)

Energiatehokkuuden parantamista korjausrakentamisen yhteydessä koskevat määräykset on säädetty ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä ja Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3. Asetus astui voimaan viranomaisten käytössä oleviin rakennuksiin 1.6.2013, muita rakennuksia asetus koskee 1.9.2013 alkaen. Rakentamismääräyskokoelman osassa D3 käsitellään energiatehokkuuden vaatimuksia ja energialaskentaa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D3/2011; Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13.)

Energiatehokkuuden parantamisvelvollisuus ei koske kaikkia rakennuksia. Jos rakennus on suojeltu ja määräysten noudattaminen aiheuttaa rakennukseen muutoksia, joita ei voi hyväksyä, ei määräyksiä tarvitse noudattaa. Määräyksiä ei myöskään tarvitse noudattaa, mikäli kyseessä on

tuotantorakennus, jossa tuotantoprosessi luovuttaa runsaasti lämpöä. Muita poikkeuksia on enintään 50 m² kokoiset rakennukset, maatalousrakennukset, joita ei ole tarkoitettu asumiskäyttöön, loma-asunnot, joita ei ole tarkoitus käyttää ympärivuotisesti, liikuteltavat rakennukset ja uskonnolliset rakennukset. Lisäksi vaatimuksista on vapautettu rakennukset, joiden käyttö alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa vaikeutuisi kohtuuttomasti määräyksiä noudatettaessa. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 1 §.)

2.4 Vaihtoehtoiset tavat energiatehokkuuden parantamiseksi

Energiatehokkuutta voi parantaa usealla eri tavalla. Valita voi kolmesta eri vaihtoehdosta yhden, jonka mukaan parannus tehdään. Vaihtoehdossa 1 lähestytään energiatehokkuuden parantamista rakennusosakohtaisesti. Tällöin rakennusosien lämmönläpäisykerrointa, eli U-arvoa, pyritään parantamaan. Pääkeino U-arvon pienentämiseen on lisäeristäminen. Korjauksen yhteydessä ulkoseinien ja yläpohjan osalta lämmönläpäisykerroin tulisi puolittaa. Alapohjan, ikkunoiden ja ovien osalta U-arvoa tulisi parantaa mahdollisuuksien mukaan. Ulkoseinien U-arvo saa olla kuitenkin enintään 0,17 W/(m²K), yläpohjan enintään 0,09 W/(m²K). Uusien ikkunoiden ja ovien U-arvon on oltava 1,0 W/(m²K) tai parempi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 4 §, 8 §.)

Vaihtoehto 2 keskittyy standardikäyttöön perustuvan energiankulutuksen pienentämiseen. Rakennuksen energiankulutuksen laskennassa huomioidaan lämmitys-, laitesähkö- ja jäähdytysenergia. Energiankulutuksen maksimiarvot on säädetty rakennusluokittain. Sairaala saa kuluttaa maksimissaan 370 kWh/m². Pien-, rivi- ja ketjutilat sekä liikerakennukset saavat kuluttaa 180 kWh/m². Liikuntahalli (ei jää- eikä uimahalli) saa kuluttaa 170 kWh/m², opetusrakennus ja päiväkotikoti 150 kWh/m², toimisto 145 kWh/m² ja asuinkerrostalo 130 kWh/m². Mikäli rakennus täyttää nämä ehdot, ei erityisiä toimenpiteitä tarvitse tehdä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 6 §.)

Vaihtoehto 3 antaa mahdollisuuden pienentää rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiamuotojen kertoimilla painotettua kokonaisenergiankulutusta, jota kuvataan E-luvulla. E-lukuun voi siis vaikuttaa tarvittavan energian määrän pienentämisen lisäksi rakennuksen lämmitysmuodolla. Kokonaisenergiankulutuksen maksimiarvot on säädetty rakennusluokittain. Asuinkerrostalossa E-lukua on pienennettävä vähintään 0,85 kertaiseksi alkuperäiseen verrattuna. Pien-, rivi- ja ketjutilassa, opetusrakennuksessa, päiväkodissa, liikuntahallissa (ei jää- tai uimahalli) sekä sai-

raalassa vaadittava E-luku on 0,8 x alkuperäinen. Toimistoissa ja liikerakennuksissa vaadittava E-luku on 0,7 x alun perin laskettu E-luku. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 7 §.)

Korjaus voidaan tehdä vaiheittain useamman hankkeen yhteydessä, jos se katsotaan tarpeelliseksi. Mikäli energiatehokkuuden parantamisesta tehdään suunnitelma ennen erillisten vaiheiden toteuttamista, voidaan suunnitelmaa päivittää hankkeiden edetessä tarpeen mukaan. Jos rakennuksen energiatehokkuutta taas parannetaan sellaisen suunnitelmallisen huollon, korjauksen tai ylläpidon yhteydessä, mikä ei edellytä lupaa, voidaan toimenpiteiden vaikutus ottaa huomioon myöhemmin luvanvaraisen hankkeen yhteydessä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 9 §.)

2.5 Vaatimukset teknisille järjestelmille

Myös teknisille järjestelmille on vaatimuksia. Järjestelmien peruskorjauksen ja uusimisen yhteydessä on otettava huomioon seuraavat asiat: ilmanvaihdon vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %, koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kW/(m³/s), koneellisen poiston ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m³/s) ja ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/(m³/s). Laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä tulee parantaa lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta mahdollisuuksien mukaan, vesi- ja viemärijärjestelmien uusimisessa sovelletaan uudisrakentamisen säädöksiä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 5 §.)

Ilmanvaihtojärjestelmä tulee suunnitella siten, että oleskeluvyöhykkeellä on terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto. Oleskeluvyöhykkeen viihtyisä lämpötila tulee olla saavutettavissa ilman tarpeetonta energian käyttöä. Sisäilman kosteuden on pysyttävä rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa. Rakennushankkeeseen ryhdyttäessä on varmistettava ilmanvaihdon oikea toiminta. Laajojen korjaus- ja muutostöiden yhteydessä on todennettavasti varmistettava että lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät toimivat oikein ja energiatehokkaasti. Tarpeellisilta osin talotekniset järjestelmät tulee myös tasapainottaa ja säätää. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 11-12 §; Suomen rakentamismääräyskokoelma D2/2011, 5.)

2.6 Lämmitystä koskevat määräykset

Rakennuksen lämmitysratkaisut huomioidaan energiatehokkuuden parantamisen yhteydessä, mikäli valitaan pienentää rakennuksen E-lukua. Kokonaisenergiatarkastelussa eri energiamuodoille on annettu luonnonvarojen käyttöä kuvaavat kertoimet (kuvio 2). Mitään lämmitystapaa ei suljeta pois, mutta energiamuodon kertoimella pyritään kannustamaan uusiutuvien luonnonvarojen, kuten maalämpö tai pelletti, ja kaukolämmön käyttöön. Fossiilisten polttoaineiden käyttöä taas halutaan vähentää. Mitä enemmän energian jalostaminen rakennusten käyttöön kuluttaa luonnonvaroja, sitä suurempi on kerroin. Sähkön kerroin on korkein ja kuvastaa samalla sitä, että energiaa voi käyttää useaan tarkoitukseen. Rakennuksissa tarvitaan sähköä erilaisille koneille ja laitteille, mutta lämmitykseen kelpaavat muutkin energiamuodot. (Kalliomäki 2011, 3-4.)

1 §
Rakennuksissa käytettävät energiamuotojen kertoimien lukuarvot ovat:

- 1) sähkö 1,7;
- 2) kaukolämpö 0,7;
- 3) kaukojäähdytys 0,4;
- 4) fossiiliset polttoaineet 1,0; sekä
- 5) rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,5.

KUVIO 2. Energiamuotojen kertoimet (Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 9/2013 1 §)

Lämmitysjärjestelmän energiankäyttöön lasketaan kuuluvaksi tilojen lämmitys, ilmanvaihdon lämmitys ja käyttöveden lämmitys. Laskennassa otetaan huomioon lämmönjakoon liittyvät häviöt, lämmitysenergian tuottamisen häviöt ja lämpimän käyttöveden siirtoon ja varastointiin liittyvät häviöt. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D3/2011, 23.)

3 PIENTALON LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Lämmitysjärjestelmän valinta vaikuttaa rakennuksen energiakustannuksiin ja –kulutukseen ja sitä kautta myös ympäristöön. Rakennukseen sopiva lämmitysratkaisu määräytyy muun muassa rakennuksen koon ja sijainnin mukaan. Uudisrakennukseen on valittavissa useita vaihtoehtoja. Jo olemassa olevan rakennuksen lämmitysmuodon vaihtamisessa on mietittävä, mitä on järkevää muuttaa ja mikä olisi kustannukset ja mahdolliset tulevat säästöt huomioon ottaen kannattavaa. (Motiva Oy 2009, 3.)

3.1 Päälämmitysjärjestelmät

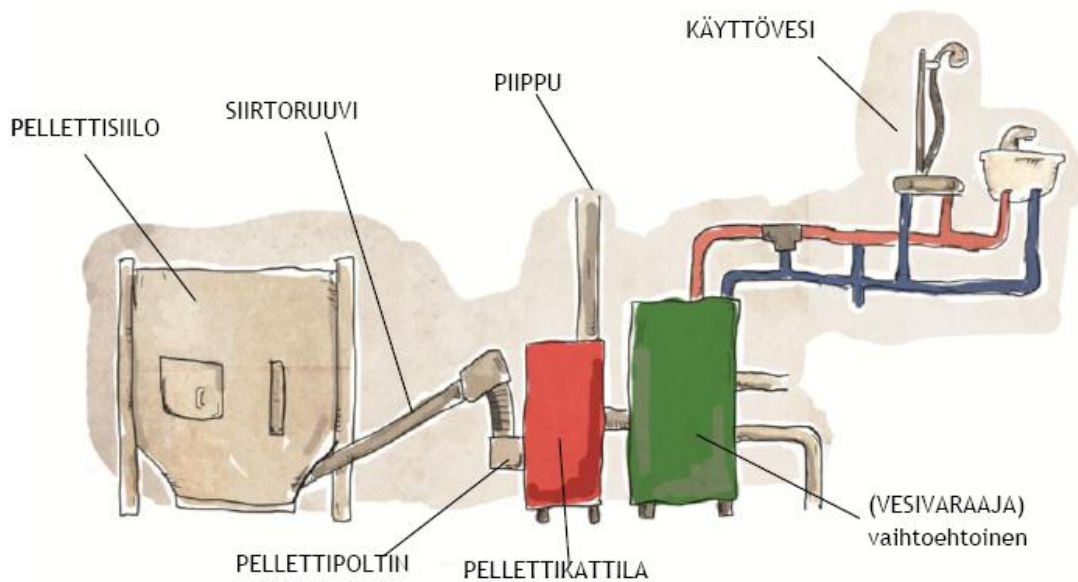
3.1.1 Puu- ja pellettilämmitys

Puupolttoaineet ovat kotimaisia ja uusiutuvia energianlähteitä. Puut sitovat kasvaessaan ilmakehän hiilidioksidia, joten ne eivät aiheuta laskennallisesti kasvihuonekaasupäästöjä. Poltettavan puun on oltava kuivaa ja puhdasta pienhiukkaspäästöjen minimoimiseksi. Pilkettä ja halkoja voidaan käyttää puukattiloissa. Puukattilassa voidaan käyttää myös haketta, mikäli kattilaan on liitetty hakkeenpoltin eli stokeri. Stokerilla voidaan polttaa myös pellettiä ja viljaa. Pellettejä valmistetaan sekä turpeesta että puusta. Turve lasketaan fossiiliseksi polttoaineeksi, se ei ole yhtä ympäristöystävällistä polttoainetta kuin puu. Pellettipolttimella polttoaineeksi käy vain pelletti ja joskus vilja. Pellettipolttimen voi asentaa yleensä myös öljykattilaan. Puupelletti on puusepäni- ja sahateollisuuden sivutuotteista sylinterin muotoon puristettua puhdasta ja erittäin kuivaa puumassaa. Tasalaatuisuutensa ja kuivuutensa ansiosta pelletti palaa puhtaasti ja tasaisesti. Uuden polttimen yhteensopivuus vanhan kattilan kanssa on selvítettävä tapauskohtaisesti. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 11; HT Enerco Oy 2013; Motiva Oy 2009, 14-15.)

Puukattilat jaetaan kolmeen luokkaan: ylä-, ala- ja käänteispalokattiloihin. Hakelämmitysjärjestelmässä on yleensä hakkeen syöttämistä varten ruuvisyöttölaite. Pellettilämmityslaitteistoon kuuluu pellettipoltin, siihen kytketty kattila sekä automatiikka joka ohjaa järjestelmää (kuvio 3). Pelletit syötetään polttimelle joko siirtoruuvilla tai pelletti-imurilla. Molemmissa järjestelmissä lämmönjako on yleensä vesikiertoinen. Vesivaraajan lisääminen järjestelmään on mahdollista. Varajärjestelmänä joko kattilassa tai vesivaraajassa voi olla sähkövastukset. Polttimen säädöt on oltava kohdallaan ja sekä poltin, palopesä että kattila on pidettävä puhtaana, näin päästään parhaaseen

hyötysuhteeseen. Lämmittimen huolto- ja puhdistusväli on riippuvainen mallista, polttoaineen puhtaudesta ja automaatiotasosta. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 11; Motiva Oy 2009, 14-15.)

Pelletin ja puutavaran säilyttäminen vaatii asianmukaisen varaston. Polttimen kanssa samassa huoneessa saa säilyttää enintään 0,5 kuutiota haketta tai pellettiä. 8m²:n pellettivarastoon mahtuu 4000 kiloa pellettiä, joka vastaa omakotitalon noin vuoden tarvetta. Puupolttoainetta kuluu pientalossa noin 20 pinokuutiometriä. (Motiva Oy 2009, 14-15.)

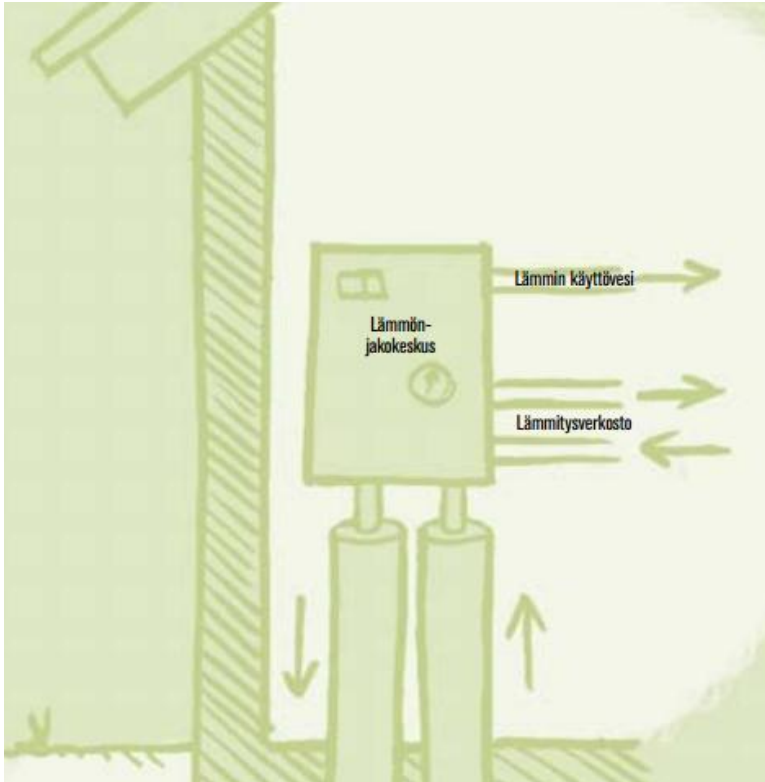


KUVIO 3. Pellettilämmityksen vaatima järjestelmä (Oulun rakennusvalvonta 2013)

3.1.2 Kaukolämpö

Kaukolämpö vaatii toimiakseen vesikiertoisin lämmönjaon ja rakennuksen sijainnin kaukolämpöverkon alueella. Lämpö tuotetaan voimalaitoksissa sivutuotteena tai lämpökeskuksissa. Polttoaineena voidaan käyttää muun muassa kivihiiltä, öljyä, turvetta, maakaasua, puuta tai biokaasua. Myös teollisuuden ylijäämälämpöä voidaan siirtää lämpöverkkoon. Lämpö johdetaan kaukolämpöverkkoa pitkin asiakkaan lämmönvaihtimeen, missä kuuma vesi lämmittää talon oman verkoston veden. Kaukolämmönjakokeskus pientaloon ei vie paljon tilaa. Se on tehdasvalmisteinen kokonaisuus, joka sisältää lämmityksen ja käyttöveden lämmönsiirtimet, säätölaitteet, kierto-

vesipumput, paisunta- ja varolaitteet, lämpö- ja painemittarit sekä sulkuventtiilit. Kaukolämmöllä voidaan hoitaa myös ilmanvaihdon lisälämmitys. Kaukolämmitys ei vaadi juurikaan huoltoa. Kaukolämpöverkkoon liittymisestä peritään liittymismaksu. Liittymisen jälkeen käytöstä veloitetaan perusmaksu ja käytön mukainen energiamaksu. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 12; Motiva Oy 2009, 20-21.)

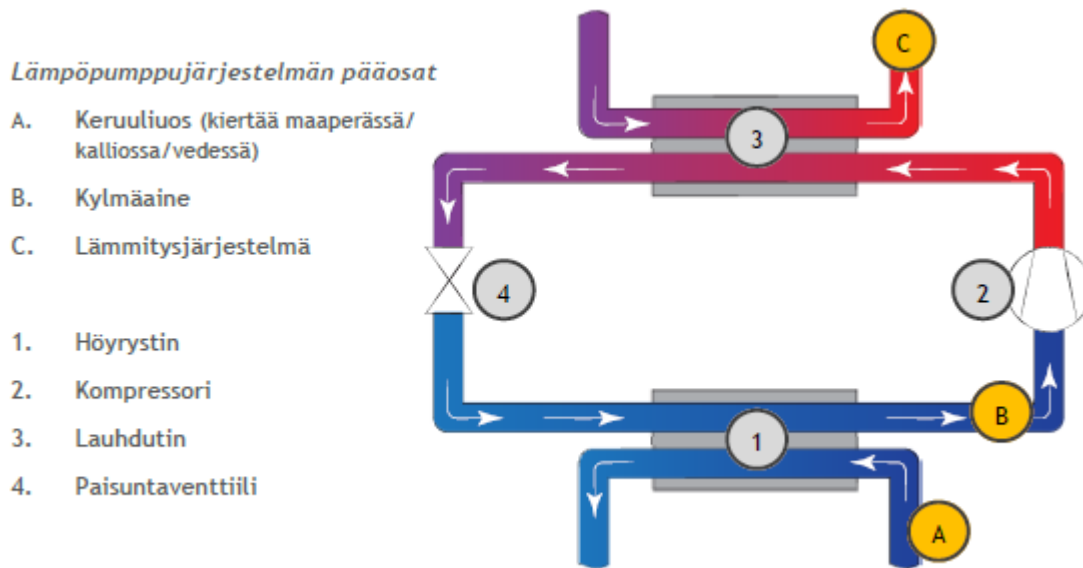


KUVIO 4. Kaukolämmön jako pientaloon (Motiva Oy 2009, 21)

3.1.3 Lämpöpumput

Lämpöpumpputyyppejä on useita ja niitä voidaan käyttää päälämmitysjärjestelmänä, mutta myös lisälämmönlähteenä toisen lämmitysjärjestelmän rinnalla. Lämpöpumpussa on kylmäainetta, johon ulkopuolelta kerätty lämpöenergia siirretään. Lämpöenergiaa kerännyt kylmäaine puristetaan kompressorissa korkeaan paineeseen jolloin aine kuumenee voimakkaasti. Lauhduttimessa kylmäaineesta otetaan lämpöenergia talteen ja vapautetaan rakennuksen ja joissain tapauksissa myös käyttöveden lämmittämiseen. Lämmön luovutettuaan nestemäinen kylmäaine purkautuu paisuntaventtiilin kautta takaisin höyrystimelle (kuvio 5). Lämpöpumpun tehokkuutta kuvataan

hyötysuhteella (COP) ja vuosihyötysuhteella (SPF). COP kertoo kuinka paljon pumppu tuottaa keskimäärin lämpöä verrattuna käyttämäänsä sähköenergiaan. SPF kertoo saman asian vuositasolla. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 16; Motiva Oy 2009, 16-17.)



KUVIO 5. Lämpöpumpun toimintaperiaate (Oulun rakennusvalvonta 2013)

Maalämpöpumppu ottaa lämpöenergian maaperästä, kalliosta tai vesistöstä. Lämmönkeruuputken ja -kaivon täytyy sijaita riittävän kaukana naapurin tontista. Maaperästä lämpöä kerätään vaakaputkistolla. Vaakaputkiston asentaminen on mahdollista, mikäli tontti on riittävän iso suhteessa rakennuksen lämmitettävään pinta-alaan. Tiiviit hienoainespitoiset maalajit ovat hyvää maata keruuputkistolle. Porakaivo soveltuu tonteille, jossa peruskallio on riittävän lähellä maan pintaa. Vesistölämpöpumpun käytön edellytys on riittävän lähellä oleva virtaamaton vesistö. Lämpöenergia kuljetetaan pumpulle keruuputkistossa keruuliuksen mukana. Maalämpöpumpua voidaan käyttää myös kesäaikaiseen viilennykseen. Tyypillisesti maalämpöpumpun vuosihyötysuhde on 3, toisin sanoen se tuottaa energiaa kolme kertaa kuluttamansa määrän. Kallio-kaivosta ja vesistössä olevasta keräimestä saadaan lämpöenergiaa noin kaksinkertainen määrä maahan asennettuun putkistoon verrattuna. Maalämpöpumppu on kohtalaisen vaivaton. Hankintahinta on korkeahko, toisaalta sillä tuotettu lämpöenergia on edullista. Vaakaputkiston asentaminen vaatii aina maanpinnan muokkausta. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortit 13, 16; Motiva Oy 2009, 17.)

Ilma-vesilämpöpumppu siirtää lämpöenergiaa ulkoilmasta vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Pumpulla voidaan lämmittää myös käyttövesi. Ilma-vesilämpöpumppu tarvitsee varajärjestelmän, koska siitä saatava lämmitysenergia on vähäisempää kovilla pakkasilla, jolloin lämmitystä tarvitaan eniten. Vuosihyötysuhde on noin kaksi, hankintahinta on halvempi kuin maalämpöpumpulla. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 16; Motiva Oy 2009, 18.)

Poistoilmalämpöpumppu ottaa lämmitysenergian talosta poistettavasta lämpimästä sisäilmasta ja siirtää sen tuloilmaan, vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään tai käyttöveteen. Tällaisella lämpöpumpulla hoidetaan myös rakennuksen ilmanvaihto. Poistoilmalämpöpumpun hyötysuhde on normaalisti 1,5-2,2. Ulkoilman kylmetessä tarvitaan varajärjestelmä. Pumppu tuottaa lämpöä va-kioteholla ympäri vuoden, koska lämmönlähteenä on kohtalaisen tasalämpöinen huoneilma. Hankintahinta on selvästi alempi kuin maalämpöpumpulla. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 16; Motiva Oy 2009, 19.)

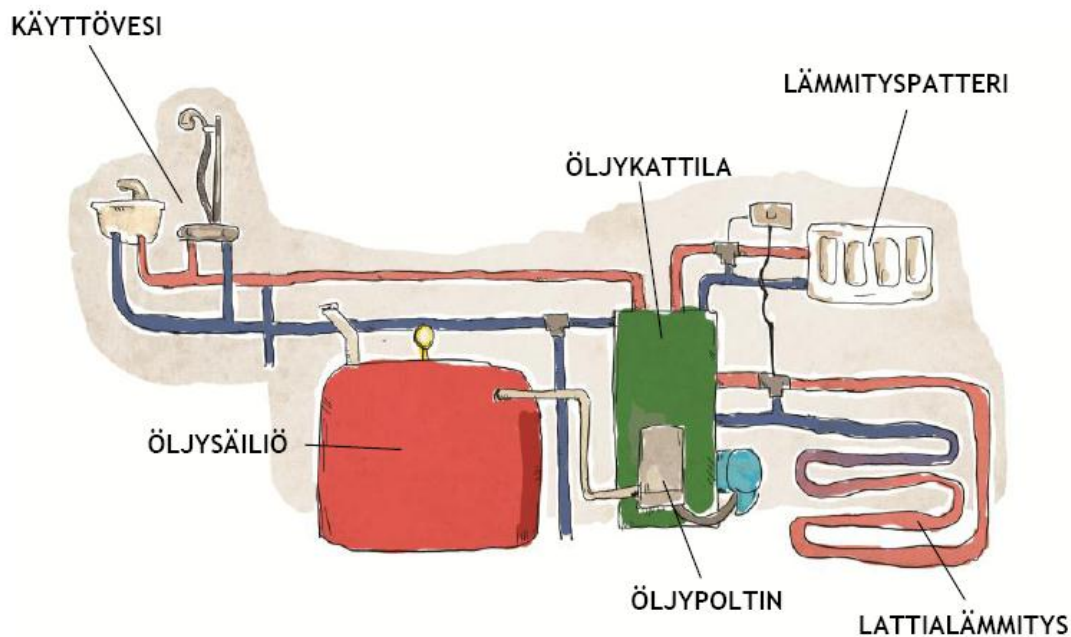
3.1.4 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys voi olla huonekohtainen, vesikiertoinen tai keskitetty ilmalämmitys. Huonekohtaisia vaihtoehtoja ovat lattialämmitys kaapeleilla, patterilämmitys ja kattolämmitys. Sähkölämmitys voidaan säätää tarkasti ja hyötysuhde on hyvä. Lämmitysenergia on kuitenkin kallista ja sen tuotanto aiheuttaa päästöjä ympäristöön. Sähkölämmittäjä voi pienentää ympäristöhaittoja valitsemalla uusiutuvalla energialla tuotettua sähköä. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 14; Motiva Oy 2009, 22-23.)

3.1.5 Öljylämmitys

Öljylämmityksessä lämpö tuotetaan öljykattilassa. Muita järjestelmään kuuluvia osia ovat öljynpoltin, öljysäiliö, savuhormi sekä säätö- ja hallintalaitteet (kuvio 6). Hyvän öljylämmityskattilan vuosihyötysuhde voi olla jopa 90 prosenttia. Öljylämmityksessä ei tarvita erillistä lämminvesivaraajaa, mutta mikäli öljyn rinnalle halutaan lisätä esimerkiksi aurinkokeräin tai ilma-vesilämpöpumppu on varaaja tarpeellinen. Öljyn käyttäminen lämmityksessä ei ole ympäristön kannalta kestävä ratkaisu, koska se on fossiilinen polttoaine. Tyypillinen pientalo kuluttaa vuodessa noin 2500-3000 litraa polttoöljyä. Usein on kannattavaa lisätä öljylämmitysjärjestelmään tukijärjestelmäksi jokin ympäristöystävällisempi järjestelmä. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 15; Motiva Oy 2009, 24-25.)

Öljylämmitysjärjestelmä vaatii lattiatilaa, useimmiten 4-6 m². Lisäksi tarvitaan tila öljysäiliölle. Polttimen kanssa samassa tilassa saa olla korkeintaan 3000 litran öljysäiliö. Aikaisemmin öljysäiliö on joskus sijoitettu maan sisään. Tällainen säiliö tulee tarkastaa säännöllisesti. Öljypolttimen huoltoväli on 2 vuotta. (Oulun rakennusvalvonta 2013, kortti 15; Motiva Oy 2009, 24-25.)



KUVIO 6. Öljylämmityslaitteiston periaatekuva (Oulun rakennusvalvonta 2013)

3.1.6 Kaasulämmitys

Kaasulämmitysjärjestelmän toimintaperiaate muistuttaa öljylämmitystä, ja lähes kaikkia öljykattiloita voidaan käyttää myös maa- tai biokaasujärjestelmässä. Maakaasua ei yleensä varastoida, vaan talo kytketään maakaasuverkkoon. Biokaasua voidaan tuottaa myös talokohtaisilla kaasureaktoreilla. Maakaasuverkko on Etelä-Suomessa kohtalaisen kattava, biokaasulaitoksia löytyy laajemmin (kuvio 7). Pohjoisin biokaasulaitos sijaitsee Rovaniemellä. Kaasuliittymän varusteita ovat putki, pääsulkuventtiili, paineensäädin turvalaitteineen sekä kaasumäärämittari. Maakaasuverkkoon liittyessä maksetaan liittymismaksu. Maakaasujärjestelmän huoltotarve on pieni, polttinlaitteiden säädöt tulee tarkastaa tasaisin väliajoin. (Suomen Kaasuyhdistys 2012; Motiva Oy 2009, 26-27.)

Suomen kaasukartta



KUVIO 7. Suomen kaasukartta (Suomen Kaasuyhdistys 2012)

3.2 Tukilämmitysjärjestelmät

Tukilämmitysjärjestelmillä voidaan vähentää ostoenergiantarvetta merkittävästi. Ilmaisenergiaa on toisinaan tarjolla jopa enemmän kuin sitä voidaan hyödyntää tai varastoida. (Motiva Oy 2009, 29-32.)

3.2.1 Aurinkolämmitys

Pientaloissa aurinkoenergiaa hyödynnetään useimmiten täydentämään peruslämmitystä. Aurinkolämpöjärjestelmän osat ovat aurinkokeräin, varaaja, pumppu- ja ohjausyksikkö ja paisuntasäi-

liö. Aurinkokeräimet keräävät talteen auringosta säteilevää lämpöenergiaa, mikä siirretään putkiston avulla lämmönsiirtimeen, joka luovuttaa lämmön varaajaan. Varaajan avulla lämmitetään lämmin käyttövesi, joskus lämpöä siirretään myös huoneilmaan. Aurinkolämmityksen huonona puolena on, että sen energiantuotto on heikoimmillaan silloin, kun energiaa tarvitaan eniten. Aurinkolämpöjärjestelmät eivät juurikaan tarvitse huoltoa. (Motiva Oy 2009, 29.)

3.2.2 Tulisijat

Tulisijoja on saatavilla useanlaisia. Kevyet tulisijat luovuttavat lämpöenergian nopeasti, varaavissa tulisijoissa lämpö varastoidaan tulisijan rakenteisiin, mistä se vapautuu huoneilmaan hitaasti. Pellettitakkaa ohjataan termostaatilla. Tulisija sopii hyvin varalämmönlähteeksi lämmitysjärjestelmän toimintahäiriöiden aikana. Tulisijaan voidaan myös asentaa lämmönvaihdin, jonka avulla siirretään osa takan tuottamasta lämmöstä lämpimään käyttöveteen ja halutessa myös vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Tulisijan tulee saada palamiseen tarvitsemansa ilma hallitusti. Poltettavan puun tulisi olla mahdollisimman puhdasta ja kuivaa. Käytettävälle polttopuulle on oltava riittävästi varastotilaa. (Motiva Oy 2009, 30-31.)

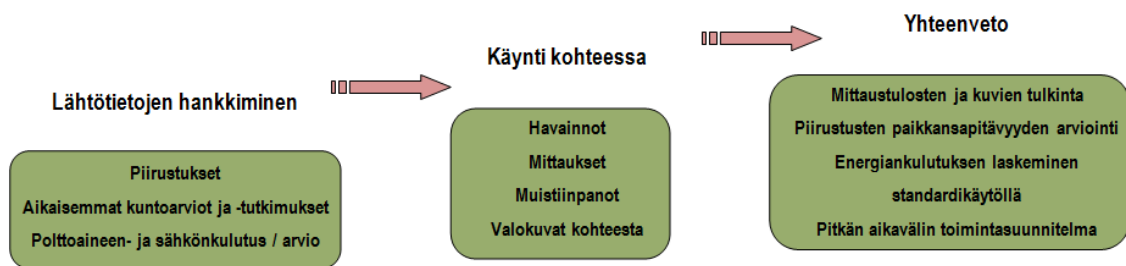
Varaavat tulisijat ovat rakenteeltaan massiivisia ja tarvitsevat tukevan perustuksen. Perustuksen on täytettävä rakennusmääräykset ja sen on oltava sopiva valitulle tulisijalle. Tulisijassa täytyy olla hormi savukaasujen ulos johtamiseksi ja riittävän vedon varmistamiseksi. Tulisija tarvitsee ilmaa, sen saannista hallitusti on varmistuttava. Tulisijan ja palava-aineisten rakenteiden välinen suojaetäisyys on oltava määräysten mukainen. (Nunnauuni Oy 2013.)

3.2.3 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumpulla siirretään lämmönsiirtimen avulla lämpöä ulkoilmasta suoraan sisäilmaan. Ilmalämpöpumpun lämmöntuotto riippuu ulkolämpötilasta; mitä matalampi lämpötila, sitä vähemmän lämpöenergiaa pumppu tuottaa. Ilmalämpöpumppu on yleensä kohtuuhintainen investointi. Parhaiten ilmalämpöpumpusta hyötyy, jos rakennus on kohtalaisen tiivis. Myös sisäyksikön sijoitus ja huonejako vaikuttavat saatuun hyötyyn. Ilmalämpöpumppu voi huonosti asennettuna aiheuttaa häiritsevää ilmavirtausta ja ääntä. Asentaminen kannattaa jättää ammattilaisen tehtäväksi. (Motiva Oy 2009, 32-33.)

4 KOHDE, SEN KUNTO JA ENERGIATEHOKKUUS ENNEN KORJAUKSIA

Ennen eri korjausvaihtoehtojen pohtimista laadittiin kohteeseen kuntoarvio. Kuntoarviossa pyritään selvittämään rakennuksen kunto aistinvaraisin, rakennetta rikkomattomin menetelmin. Kohteen kuntoarviossa keskityttiin erityisesti energiatehokkuuteen vaikuttaviin seikkoihin. Havaintojen pohjalta tehtiin kirjallinen kuntoarvioraportti (liite 1). Kuntoarvioraportti sekä LaMitin Energijunior 12.4:llä lasketut kokonaisenergiankulutusarvot (liite 2) toimivat pohjana kohteeseen tehtävälle alustavalle korjaussuunnittelulle. (Kuvio 8.)



KUVIO 8. Energiatehokkuuden arvioiminen kohteessa

4.1 Kohde

Kohde on Oulun Iskossa sijaitseva 1,5-kerroksinen omakotitalo jossa on sivu-ullakot ja osittainen kellari. Rakennus on asuinkäytössä ympäri vuoden. Talo on rakennettu vuonna 1939 paritaloksi, jossain vaiheessa asunnot on yhdistetty. Lämmintä pinta-alaa rakennuksessa on 164 m². Kantavat rakenteet ovat puuta, eristeenä on puru ja mineraalivilla. Rakennuksessa on ryömintätalinen alapohja ja harjakatto, katemateriaalina pelti. Ikkunat ovat pääosin kolmilasiset, ovet ovat puuta. Ulko-ovia on kaksi. Julkisivumateriaalina on vaakapaneloitu lauta. (Laakso 2013; Rakennuspiirustukset 1939; Rakennuspiirustukset 1985.)

Vuonna 1985 rakennusta on peruskorjattu. Ulkoseiniin ja osaan alapohjaa on lisätty eristettä, yläkertaan on rakennettu sauna, kylpyhuone ja pukuhuone. Samassa yhteydessä on ilmeisesti parannettu ikkunoita ja uusittu ulko-ovet. Öljykattila ja –poltin on uusittu 2000, öljysäiliöt on uusittu 2005. Toinen wc on remontoitu 2012 ja kattopelti vaihdettu 2013. Kohteessa on vesikiertoinen

öljylämmitys, myös käyttövesi lämmitetään öljyllä. Pesuhuone ja pukuhuone lämpenevät sähköpattereilla. Ilmanvaihto on painovoimainen. (Laakso 2013; Puustinen 2013.)

Vanhan rakennuksen piirustukset ovat harvoin yksiselitteiset. Kohteen pinta-ala- ja tilavuuslaskelmat sekä rakennetiedot perustuvat alkuperäisiin piirustuksiin, energiaremontin yhteydessä vuonna 1985 laadittuihin piirustuksiin, paikanpäällä tehtyihin havaintoihin sekä oletuksiin rakentamisen ja remontin ajankohdat huomioon ottaen.

4.2 Kohteesta tehdyt havainnot

Rakennuksen perustukset vaikuttavat hyväkuntoisilta. Sokkelin vierustalla on kasvillisuutta, joka lisää sokkelin pintaan ylimääräistä kosteusrasitusta. Maanpinnan kallistukset ovat puutteelliset. Ryömintätilan tuuletusaukot ovat osittain tukossa ja ryömintätalassa on roskaa.

Silmämääräisesti ja pintakosteusmittarilla mitattaessa ulkoseinät ovat siistit ja hyväkuntoiset. Myöskään alapohjassa ei ole havaittavissa vaurioita. Osassa alapohjarakenteita on kuitenkin riski kosteuden tiivistymiselle tietyissä olosuhteissa. Yläpohjan rakenteissa ja piipussa näkyy merkkejä aikaisemmasta kosteudesta. Rakenteet vaikuttivat kuitenkin kuivilta. Aluskate on paikoitellen irronnut ja saunan poistoilmaputken eristys ei ole asiallinen. Yläpohjan rakenteet ovat paikoitellen kosketuksissa sisäilman kanssa, mikä voi olla ongelmallista. Viemärin tuuletusputken läpivienti ei ole ilmatiivis, ei myöskään tarkistusluukku harjan alla olevaan ilmatilaan. Ulko-ovet ja suurin osa ikkunoista ovat hyvässä kunnossa. Kylmälle ullakolle johtavista ovista, asuintilojen ja kylmän ullakon välissä olevista ikkunoista sekä portaikon pikkuikkunoista havaittiin ilmavuotoa.

Kohteen märkätilat ovat siistit eikä poikkeavia kosteusarvoja löytynyt. Putkiliitoksissa ei havaittu vuotoja. Pesuhuoneessa ei ole poistoilmaventtiiliä. Kellarissa on tunkkainen haju, ja kellarin portaat ovat kastuneet jossain vaiheessa. Kellarin ja asuintilojen ilmatilat ovat yhteydessä toisiinsa, jolloin kellarin tunkkainen haju voi kulkeutua sisäilmaan.

Öljyä lämmittämiseen on omistajan arvion mukaan kulunut noin 2400 litraa vuodessa. Vesikiertopattereissa ei omistajan mukaan ole havaittu ongelmia. Järjestelmä on kuitenkin vanha. Myös lämminvesivaraaja, sekä vesi- ja viemäriputket ovat teknisen käyttöikänsä lopussa. Kohteessa on painovoimainen ilmanvaihto. Painovoimainen ilmanvaihto perustuu lämpötilaeroista syntyneisiin tiheyseroihin sisä- ja ulkoilman välillä sekä tuulen vaikutukseen. Kunnollisia korvausilmakanavia

ei kohteessa ole ja ilma ei juurikaan vaihdu. Portaiden alle jää erillinen ilmatila, joka voi aiheuttaa ongelmia. Sähköasennuksissa ei havaittu puutteita, kiintokalusteet ovat hyvässä kunnossa.

Tiiveys on rakennuksen ikään nähden normaalilla tasolla. Tiiveyttä voidaan parantaa jonkin verran kohtalaisen pienillä toimenpiteillä. Rakennuksen eristystaso on piirustusten mukaan hyvä, mutta käytännössä osa suunnitelluista lisäeristämistä on jäänyt tekemättä. Rakennuksessa olevat kylmät sivu-ullakot ovat ongelmalliset energiatehokkuuden kannalta.

Alapohjan ryömintätilassa ja harjan alla olevassa tuuletustilassa ei käyty, molemmat tilat tarkastettiin silmämääräisesti huoltoluukkujen kautta. Myöskään vesikatolla ei käyty. Pintapuolisella tarkastelulla ei voida arvioida maanalaisten rakenteiden ja järjestelmien olemassaoloa, kuntoa tai toimivuutta.

4.3 Kuntoarvion mukainen pitkän tähtäimen suunnitelma

Ensimmäisenä kannattaa tehdä kiireellisimmät parannukset. Sokkelin vierusta tulee puhdistaa ensitilassa, samoin korjata maanpinnan kallistukset. Ryömintätila tulee puhdistaa ensitilassa ja poistaa ryömintätilan tuuletusaukkojen tukkeet. Aluskatteen kiinnitys sekä läpivientien tiivistäminen sekä ilmapuotojen tukkimeinen ovat myös ensisijaisen tärkeitä parannuksia.

Ilmanvaihtoa tulee parantaa joko lisäämällä tuloilmakanavia tai asentamalla koneellinen tulo ja poisto –ilmanvaihto. Myös pesuhuoneen ilmanvaihtoon tulee kiinnittää huomiota. Portaikkojen alla olevat suljetut ilmatilat kannattaa avata muun sisäilman yhteyteen. Vesi- ja viemäriputket kannattaa tarkistuttaa LVI-alan asiantuntijoilla.

Märkätilojen kuntoon kannattaa kiinnittää huomiota. Myös ulkoverhouksen, ikkunoiden ja ovien huoltomaalaus on ajankohtainen toimenpide lähivuosina.

5 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KOHTEESSA

Energiatehokkuutta voidaan parantaa monella tavalla. Kohteeseen sopivia tapoja on useita. Kohteeseen tehdyn kuntoarvion (liite 1) pohjalta kohteen energiankulutusta tarkasteltiin LaMit:in Energiajunior 12.4 ohjelmalla (liite 2). Ohjelmalla laskettiin myös energiankulutus rakennukselle erilaisten energiakorjausten jälkeen (liite 2). Rakenteiden tämänhetkinen ja mahdollisten energiakorjausten jälkeinen lämmönläpäisevyys laskettiin D.O.F. tech Oy:n DOF-Lämpö ohjelmalla (liite 3). Tuloksia vertailemalla valittiin muutama järkevä energiatehokkuuden parantamisvaihtoehto.

5.1 Rakennusosakohtainen energiatehokkuuden parantaminen

Nykyisten rakenteiden U-arvojen parantaminen vaaditulle tasolle on mahdollista, mutta työlästä. Eristeen lisääminen sisäpinnalle pienentää asuintiloja ja voi johtaa kosteusongelmiin rakenteissa. Eristeen lisääminen ulkopuolelle on kosteuden kannalta turvallisempi vaihtoehto. Tämän hetkisten rakenteiden huono keskimääräinen U-arvo johtuu suurelta osin kylmistä sivu-ullakoista. Ulkoseinien osalta lisäeristäminen on tehty ullakoiden ulkopuolelle, ullakon ja sisätilan välinen seinä on huonosti eristävä. Myöskään ullakon ja alakerran välinen rakenne ei ole kovin hyvä lämmöneristävyydeltään, toisaalta yläpohjaan ei ilmeisesti ole lisätty eristettä ollenkaan (liite 3). Vanhassa rakennuksessa olevat kylmät tilat voivat lisätä kosteusvaurion riskiä.

Ulkoseinien tämänhetkinen keskimääräinen U-arvo on $0,37 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (liite 3). Puolet siitä, eli vaadittu taso, on $0,185 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Tämän saavuttamiseksi vaadittaisiin huomattavaa lisäeristystä, mineraalivillalla vaadittava taso saavutettaisiin lisäämällä villaa lähes 30 cm.

Yläpohjan keskimääräinen U-arvo on $0,33 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (liite 3). Puolet siitä on $0,165 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Yläpohjan yläpuolinen lisäeristäminen on helppoa harjan alapuolella olevan tuuletustilan kohdalla, samoin kylmän ullakon ja alakerran välissä. Vinon katon yläpuolinen lisäeristäminen on huomattavasti hankalampaa. Mahdollinen vaihtoehto olisi korvata vanhat purueristeet eristeellä, jonka lämmönjohtavuus on sahanpurua huomattavasti pienempi, esimerkiksi polyuretaanilla. Vinon katon ulkopuolinen lisäeristäminen tai eristeen vaihtaminen on kannattavinta tehdä muun kattoremontin yhteydessä. Koska kattopellit on vaihdettu tänä keväänä, ei kattoremontti todennäköisesti ole lähiaikoina ajankohtainen. Katon parempi eristäminen kannattanee siis tehdä myöhemmin, esimerkiksi yläkerran seuraavan pintaremontin yhteydessä.

Alapohjaan on lisätty olohuoneiden kohdalla ulkopuolinen lisäeristyskerros. Keittiöiden, eteisten ja wc-tilojen kohdalla on sisäpuolinen lisäeristys. Lisäeristyskerroksen paksuus on piirustusten mukaan 100 mm. Alapohjan keskimääräinen U-arvo on 0,21 W/(m²K) (liite 3). Alapohjan parantaminen nykytasosta lisäeristämällä on vaativaa.

Ikkunoiden eristystasoa on parannettu alkuperäisestä vuonna 1985 lisäämällä sisäpuiteeseen kolmas lasi. Ulko-ovet on uusittu samassa yhteydessä. Yläkerran ja porrashuoneiden pienten ikkunoiden energiatehokkuutta voi parantaa tiivistämällä, samoin ullakolle johtavien ovien energiatehokkuutta. Ullakolle johtavien ovien uusiminen on vielä tehokkaampi ratkaisu. Tiivistyksiä uusittaessa täytyy huomioida rakennuksen ilmanvaihto. Mikäli pitäydytään painovoimaisessa ilmanvaihdossa, on korvausilmaventtiilien asentaminen välttämätöntä.

5.2 Standardikäyttöön perustuvan energiankulutuksen pienentäminen

Rakennuksen standardikäyttöön perustuvassa energiankulutuksessa huomioidaan lämmitys-, ja laitesähköenergia. Lisäksi huomioidaan jäähdytysenergia mikäli sitä tarvitaan. Kohteessa jäähdytysenergiaa ei tarvita. Pientalot saavat kuluttaa enintään 180 kWh/m² (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 6 §). Kohteen energiankulutus on Energiajuonior 14.2:lla laskettuna 312 kWh/m² (liite 2). Kulutusta täytyisi siis vähentää vähintään 132 kWh/m². Näin suuri energiansäästö ei liene kohteessa taloudellisesti, teknisesti ja toiminnallisesti toteutettavissa.

5.3 E-luvun pienentäminen

E-luvussa huomioidaan kohdassa 6.2 mainittujen asioiden lisäksi energiamuoto, jolla rakennusta lämmitetään. Kohteen E-luku on Energiajuonior 14.2:lla laskettuna 330 kWh_E/m², rakennus on siis energiatehokkuusluokkaa E (liite 2). Vaatimusten mukaan rakennuksen luvanvaraisen korjaamisen jälkeen E-luku saa olla korkeintaan 0,8 x alkuperäinen (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 7 §). Tämä tarkoittaa kohteessa E-lukua 264 kWh_E/m².

Pelkästään lisäeristämällä, niiltä osin kuin se on helppoa ja järkevää, ei E-lukua saada tarpeeksi pieneksi. Lisäämällä 100 mm mineraalivillaeristettä ullakon ja sisätilan väliseen seinään ja väli-

pohjaan ullakon puolelle sekä 250 mm mineraalivillaa harjan alla olevaan tuuletustilaan yläpohjan päälle saadaan E-luvuksi 298 kWh_E/m² (liite 2). Lisäeristämiseen tarvittaisiin mineraalivillaa noin 22 m³, lisäeristeen hinnaksi tulisi noin 1600 € (Taloon Yhtiöt Oy 2013, hakupäivä 30.7.2013).

Aurinkokeräimillä voidaan hyödyntää auringosta saatavaa lämpöenergiaa. Kohteen vesivaraaja on teknisen käyttöikänsä lopussa (liite 1), uutta varaajaa hankittaessa kannattaa miettiä ja vertailla tarjolla olevia varaajia. Vesivaraaja, jota voi käyttää yhtä aikaa usealle lämmönlähteelle, on muunneltava ja joustava ratkaisu myös tulevaisuutta ajatellen. Kohteessa on vesikiertoinen lämmitys, joten aurinkolämmön voisi lisätä sekä tilojen että käyttöveden lämmitykseen. Tyhjiöputkeräimellä, jonka absorptiopinta-ala on noin 8 m² ja hyötysuhde 0,92 saavutetaan kohteessa E-luku 300 kWh_E/m² (Liite 2). Tämäkään ei siis pelkästään riitä. Aurinkokeräimen hinta on noin 2500-2800 €, lämminvesivaraaja maksaa noin 2500-3000 € (Taloon Yhtiöt Oy 2013, hakupäivä 30.7.2013).

Kohteen ilmanvaihto on heikko (liite 1.) Painovoimainen ilmanvaihto perustuu lämpötilaeroista johtuviin tiheyseroihin sisä- ja ulkoilman välillä sekä tuulen vaikutukseen. Kohteen ilmanvaihto ei tyynellä ja lämpimällä ilmalla toimi, ellei ikkuna tai ovi ole auki. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa poistoilmasta ei saada lämpöä talteen. Poistoilman lämmöntalteenotolla saadaan parannettua energiatehokkuutta. Mikäli kohteeseen asennetaan koneellinen poistoilmanvaihto, voi syntyvä alipaine tuoda rakenteissa mahdollisesti piilevät ongelmat sisäilmaan. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto puolestaan voidaan säätää niin, että sisälle tulee koneen kautta suurin piirtein yhtä paljon ilmaa, kuin sieltä poistuu. Liiallista alipainetta ei synny ja poistoilman lämpö voidaan ottaa talteen. Koneelliseen ilmanvaihtoon tarvitaan sähköä. Ilmanvaihdon kasvaessa huomattavasti nykyisestä, pelkän poistoilmasta lämmön talteen ottavan koneellisen ilmanvaihdon asentaminen ei tuo paljonkaan säästöjä ostoenergiaan. Vaikutus sisäilman laatuun on kuitenkin huomattava.

Ilmanvaihdon tarkoituksena on poistaa epäpuhtauksia, kosteutta ja liiallista lämpöä sisäilmasta sekä huolehtia korvausilman saannista. Mikäli ilmanvaihto on riittämätön, nousee huoneilman hiilidioksidipitoisuus. Korkea hiilidioksiditaso voi aiheuttaa tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä, päänsärkyä ja keskittymiskyvyn alenemista. Huonosti vaihtuvassa sisäilmassa voi olla myös sisustus- ja rakennusmateriaaleista aiheutuvia terveydelle haitallisia epäpuhtauksia. (Asumisterveysohje 2003, 25-26.)

Koska kohteessa ei ilma juurikaan vaihtunut, kannattaa ilmanvaihtoa parantaa. Hyöty joka saadaan ilmanvaihtokoneen lämmön talteenotosta kasvaa, mikäli rakennuksen vaippaa tiivistetään. Rakennuksen ilmanvuotoluku q_{50} on $11,2 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ (liite 1), mikä tarkoittaa että 50 Pascalin paine-erolla rakennusvaipan läpi vuotaa tunnissa keskimäärin 11,2 kuutiota ilmaa rakennuksen vaipan yhtä neliometriä kohden. Kuntoarviossa mukana olleiden arvion mukaan vaippaa tiivistämällä voitaisiin kohtuudella päästä tilanteeseen, jossa q_{50} -luku on $7 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. Vaipassa on muutamia selviä vuotokohtia. Yläkerran ja porrashuoneiden pienet ikkunat vuotavat, samoin sivu-ullakoille vievät ovet. Yläpohjan tarkistusluukku ja itäpuolen wc:n ilmanvaihtoputken läpivienti yläpohjassa vuotavat. Alapohjan ja ulkoseinän liitos kadun puoleisella seinustalla vuotaa, vuotokohdassa yksi lattialauta on muita lyhyempi. Kellarissa on myös muutamia vuotokohtia, muun muassa sähköjohdoten läpivientejä (Liite 1). Edellä mainittujen vuotokohtien tiivistäminen on kohtalaisen helppoa ja edullista. Ullakon ovet voi myös vaihtaa uusiin, mikäli pelkällä tiivistämisellä ei saavuteta riittävää hyötyä. Ovia uusittaessa kannattaa valita paremmin lämpöä eristävät ovet. Ilmanvaihtokoneen ja tiivistämisen yhdistelmällä saavutetaan kohteessa E-luku $317 \text{ kWh}_E/\text{m}^2$ (liite 2), lisäksi kohteen sisäilman laatu paranee. Laskelmissa käytettiin Enerventin Pandion ilmanvaihtokonetta, jonka vuosihyötysuhde noin 90 l/s ilmavirralla on kohteeseen laskettuna 0,774. Laitteen hinta on noin 4800 €. (Ensto Enervent Oy 2013, hakupäivä 30.7.2013.)

Kohteen lämmitysjärjestelmänä on öljylämmiteinen vesikiertolämmitys. Öljy on fossiilinen polttoaine ja sen energiamuodon kerroin on 1. Pienempi kerroin on kaukolämmöllä (0,7) ja uusiutuvala energialla (0,5). (Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 9/2013 1 §.) Pinotiellä, missä kohde sijaitsee, ei ole kaukolämpöputkea. Kaukolämpöverkkoon liittyminen voi kannattaa tällaisessa tapauksessa, mikäli saman kadun varrella on useampi talous liittymässä verkkoon yhtä aikaa. (Oulun Energia 2013, hakupäivä 30.7.2013.)

Maalämpö on tehokas ja halpa lämmitysmuoto, mutta sen investointikustannukset ovat suuret. Kun ottaa huomioon korkeat kustannukset ja sen, että öljykattila on kohtalaisen uusi ja hyväkuntoinen, ei maalämpö ole taloudellisesti kannattavin vaihtoehto.

Kohteen öljykattila ja -poltin on uusittu vuonna 2000. Öljypoltin alkaa olla teknisen käyttöikänsä lopussa, mutta öljykattila on vielä pitkään käyttökelpoinen (liite 1). Hyväkuntoista kattilaa ei ole kannattavaa poistaa kokonaan käytöstä. Uusiutuvista energianlähteistä helpoin ja investointikustannuksiltaan halvin vaihtoehto on tässä tapauksessa pellettilämmitys. Pellettilämmitysjärjestelmä toimii öljykattilalla, lisäksi täytyy hankkia pellettipoltin, automatiikka, joka ohjaa järjestelmää sekä

siirtoruuvi tai pelletti-imuri. Tarvitaan myös tilaa pellettivarastolle. Kohteessa pellettivarastoksi riittää kattilahuoneen pääty jossa öljysäiliöt ovat. Pellettipolttimen kanssa samassa huonetilassa saa säilyttää korkeintaan 0,5 m³ pellettiä. Kattilan ja varaston välille täytyisi siis rakentaa seinä, joka ei päästä läpi pellettipölyä. Varaston pihanpuoleisessa seinässä on ikkuna, johon saisi vähälä vaivalla rakennettua varaston täyttöä varten luukun. Öljylämmityksen vaihtaminen pellettilämmitykseen parantaa kohteen E-lukua. E-luvuksi saadaan 189 kWh_E/m² (liite 2), mikä täyttää ympäristöministeriön asetuksen pykälän 7 vaatimukset. Rakennus nousee samalla energiatehokkuusluokkaan D. Pellettipolttimen hinta siirtoruuvien ja automatiikan kanssa on noin 2500-4000 € (K.Tarke tmi 2013, hakupäivä 30.7.2013; Kotituli 2013, hakupäivä 30.7.2013).

Työn hinta voi korjaustoimenpiteissä ja laitteiden asennuksissa olla kohtalaisen suuri. Työn hintaan vaikuttaa se, mistä työ tilataan, mitä tilataan ja mitä tehdään itse. Korjauksen suunnittelu kannattaa aina tilata ammattilaiselta, ja suunnitelmaan kannattaa sisällyttää korjaus mahdollisimman laajasti. Suunnittelu maksaa, mutta sillä voidaan myös saavuttaa huomattavaa rahallista hyötyä. Esimerkiksi kohteeseen tehdyn kattopellin vaihdon yhteydessä olisi voitu tarkastaa aluskatteen kunto, korjata aluskate, ja tehdä kohdassa 6.1 mainittu yläpohjan lisäeristäminen suhteellisen pienellä lisäkustannuksella. Hyvien suunnitelmien pohjalta voidaan tuleva remontti kilpailuttaa alan eri yrityksillä. Laadusta ei kannata tinkiä myöskään työn toteutuksessa. Työn kustannuksia ei ole niihin vaikuttavien asioiden määrän vuoksi tässä opinnäytetyössä huomioitu.

5.4 Yhteenveto

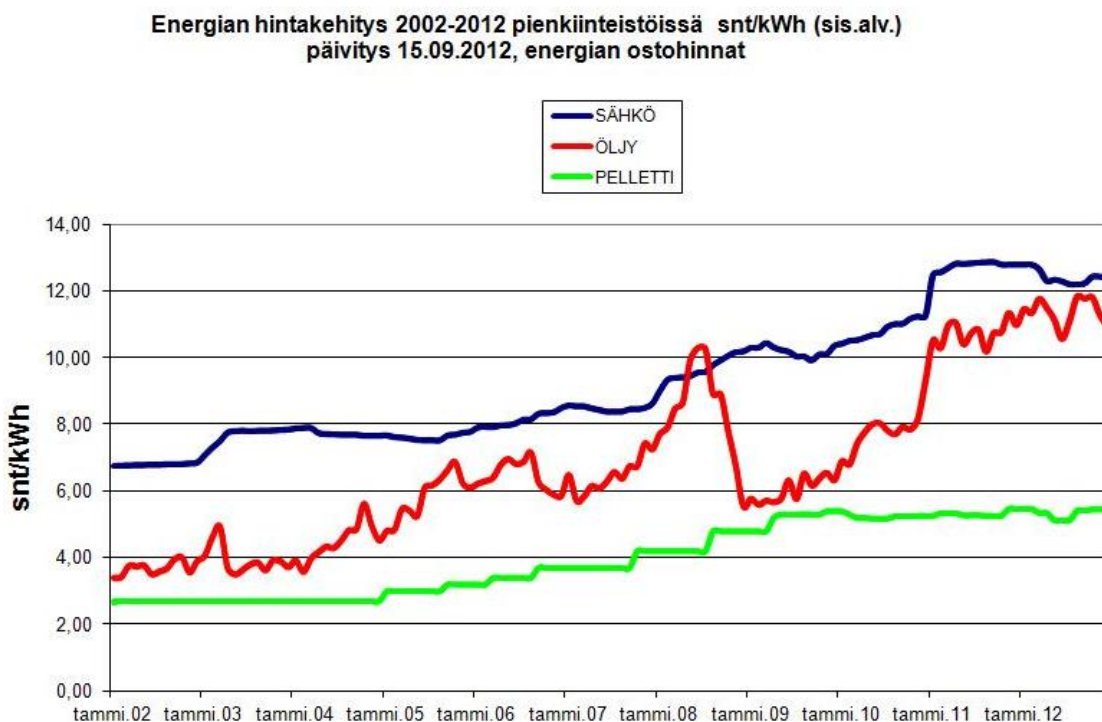
Edellä mainituista energiatehokkuuden parantamisvaihtoehdoista tehokkain on lämmitysmuodon muuttaminen uusiutuvaan polttoaineeseen, mikä riittäisi yksinäänkin täyttämään ympäristöministeriön vaatimukset. Lisäksi kohteen ilmanvaihtoa tulisi tehostaa, mihin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla on energiatehokkain vaihtoehto. Lämmöntalteenoton hyötyjä voi parantaa helposti tiivistämällä rakennuksen ilmanvuotokohtia. Rakennuksen lämmöneristävyydeltään heikoimpia rakenteita voi parantaa suurimmalta osin helposti.

Rakennuksen standardinmukainen energiankäyttö poikkeaa melko paljon todellisesta kulutuksesta. Standardinmukaisen ostoenergian käyttäminen laskelmissa on kuitenkin määrätty laissa. Tällä pyritään mahdollistamaan rakennusten vertailua ilman käyttötottumusten aiheuttamaa vaihtelua käytetyn energian määriin. Eniten energiankulutukseen vaikuttaa rakennuksen käyttäjän päivittäiset valinnat ja käyttötottumukset. Kohteessa todelliseen kulutetun energian määrään vaikuttaa

vahvasti myös ilman vaihtumattomuus. Koska ilma kohteessa vaihtuu huonosti, ei sitä tarvitse lämmittää paljon. Laskennallista ostoenergiaa määrittäessä oletetaan ilman vaihtuvan paremmin. Myös kylmät ullakot vaikuttavat tuloksiin. Ullakkojen ulkoseinät ovat hyvin eristetyt, kun taas ullakon ja sisätilan välisten seinien lämmöneristys ei ole kehuttava. Ullakot ovat kuitenkin lämmittämätöntä tilaa, joten rakennuksen ulkoseiniksi laskelmissa määräytyivät ullakon ja sisätilan väliset seinät. Ullakot ovat todennäköisesti ulkoilmaa lämpimämmät.

5.5 Pitkän tähtäimen suunnitelma

Ensimmäisenä kannattaa panostaa suurimpaan säästöön, eli lämmitysmuodon vaihtamiseen. Pelletin energiasisältö on korkea, 4,8 kWh/kg. Kohteen omistajien arvio öljynkulutuksesta on noin 2400 litraa / vuosi, mikä vastaa noin 26400 kWh. Tämän arvion mukaan pellettiä kuluisi vuodessa noin 5,5 tonnia, eli noin 8 m³ (Eija Alakangas 2000, 9.) Öljyn hinta on lähes kaksinkertainen verrattuna pelletin hintaan. Kuviossa 9 esitettyjen hintojen mukaan säästö arvioidulla kulutuksella olisi noin 1400 € vuodessa. Pellettipolttimen takaisinmaksuaika olisi siis 2-3 vuotta.



KUVIO 9. Energian hintakehitys pienkiinteistöissä 2002-2012 (Bioenergia ry 2012)

Ilmanvaihdon parantaminen kohteessa on kannattavaa, vaikkei sillä suurta energiansäästöä saavutetaakaan. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan ulkoilmavirran tulisi olla vähintään $0,35 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$. Kohteessa tämä tarkoittaa vähintään $57,4 \text{ l/s}$ ilmavirtaa. Samalla kun ilmanvaihtoa parannetaan, kannattaa rakennusta tiivistää, koska se on kohtuullisen edullista ja helppoa. Tiivistäminen olisi hyvä tehdä nimenomaan yhtä aikaa ilmanvaihdon parantamisen kanssa. Tiivistäminen ennen ilmanvaihdon parantamista voi johtaa entistä huonompaan ilmanvaihtuvuuteen. Koneellisen tulo- ja poisto ilmanvaihdon asentamiselle on vaikea laskea takaisinmaksuaikaa, koska suurinta parannuskohdetta, sisäilman puhtautta ja raikkautta, ei voi rahassa mitata.

Lämmöneristävyyden parantaminen yläkerrassa kannattaa myös tehdä lähiaikoina. Rakennuksen huonoimmin eristävät osat ovat juuri yläkerrassa. Ensimmäisenä kannattaa lisätä eristettä helpoihin kohtiin, eli kylmille sivu-ullakoille ja harjanalustilaan, kohdassa 6.3 esitetyllä tavalla. Ostettavan lämmitysenergian tarve vähenee noin 3450 kwh/vuosi , mikä pellettilämmityksellä tarkoittaa noin 190 € säästöä. Takaisinmaksuaika lisäeristeelle olisi pellettilämmityksellä siis $8,5$ vuotta. Myös vinojen kattojen eristeen parantaminen voi olla kannattavaa. Vaihtamalla purueriste polyuretaaniksi saadaan vinon katon osalta U-arvoa parannettua arvosta $0,539 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ arvoon $0,237 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Samalla kannattaa kylmät sivu-ullakot muuttaa lämpimäksi tilaksi. Ullakon muuttaminen lämpimäksi tilaksi vähentää ulkoseinän pinta-alaa ja kylmäsiltoja, mikä vähentää lämmitysenergian tarvetta. Toisaalta lämmitettävää tilaa olisi enemmän. Vinojen kattojen eristäminen on kannattavinta tehdä tulevaisuudessa jonkin muun remontin yhteydessä.

Kun lämmitysmuoto on vaihdettu uusiutuvaan energiaan, ilmanvaihto lämmöntalteenotolla on asennettu ja rakenteita tiivistetty sekä yläkerran rakenteita on lisäeristetty, voi energiatehokkuutta parantaa hyödyntämällä lisää ilmaisenergiaa. Aurinkokeräinten asentaminen parantaisi talon energiatehokkuutta entisestään. Yhdistämällä kaikki edellä mainitut parannukset rakennuksen E-luvuksi tulisi $158 \text{ kWh}_E\text{/m}^2$ (liite 2), mikä ei ainoastaan täyttäisi korjausrakentamisen energiansäästövaatimuksia, vaan myös nostaisi rakennuksen energiatehokkuusluokkaa vielä pykälällä, luokkaan C, mikä on uudisrakentamisen määräysten minimitaso.

Kaikkien parannusten hinnaksi ilman työtä tulee yhteensä $13900\text{-}16200 \text{ €}$. Hintaan sisältyy myös vesivaraaja, joka on teknisen käyttöikänsä lopussa ja on joka tapauksessa uusittava. Arvioidaan sähkön hinnaksi 12 snt/kWh (Energiamarkkinavirasto 2013), öljyn hinnaksi 11 snt/kWh ja pelletin

hinnaksi 5,5 snt/kWh. Nykyinen sähkönkulutus on standardin mukaisella ostoenergian kulutuksella laskettuna 4226 kWh/vuosi. Lämmitykseen energiaa kuluu vuodessa 46871 kWh. Energiaan kuluu rahaa $4226 \times 12 \text{ snt} + 46871 \times 11 \text{ snt} =$ noin 5700 €. Parannusten jälkeen sähköä kuluu standardinmukaisella kulutuksella 5491 kWh, lämmitysenergiaa tarvitaan 32902 kWh. Rahaa kuluu siis $5491 \times 12 \text{ snt} + 32902 \times 5,5 \text{ snt} =$ noin 2500 €. Säästö vuodessa on noin 3200 €. Takaisinmaksuaika kaikille parannusten materiaalikustannuksille on siis 4-5 vuotta.

Tavanomainen asunnon kunnossapito- ja perusparannustyö oikeuttaa verotuksessa tehtävään kotitalousvähennykseen. Kotitalousvähennystä saa kotona teetetystä työstä ja se on enimmillään 2000 euroa henkilöä kohden. Kotitalousvähennys on 15 % tai 45 % tehdystä työstä, riippuen siitä onko työ teetetty ennakonperintärekisteriin merkityllä yrityksellä vai palkatulla työntekijällä. Omavastuu on 100 euroa henkilöä kohden. (Veronmaksajain Keskusliitto ry 2013.)

Luvussa 5 käsiteltyjen energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden lisäksi on huolehdittava rakennuksen kunnosta muutenkin. Liitteessä 1 on esitelty korjaus- ja huoltotoimenpiteitä, joita rakennukselle pitäisi tehdä, sekä niiden hintoja.

Tärkeimpiä toimenpiteitä ovat maapinnan kallistusten korjaaminen ja kasvillisuuden poistaminen sokkelin viereltä sekä ryömintätilan puhdistaminen ja tuuletusluukkujen avaaminen. Aluskatteiden kiinnittäminen ja saunan poistoilmaputken eristäminen tulee tehdä viimeistään ennen yläpohjan lisäeristämistä. Pesuhuoneen ilmanvaihdon parantaminen kannattaa tehdä muun ilmastoinnin parantamisen yhteydessä.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia uusia energiatehokkuusvaatimuksia ja niiden vaikutusta korjausrakentamisessa. Tavoitteena oli löytää 30-luvulla rakennettuun pientaloon sopiva ja vaatimusten mukainen tapa parantaa kohteen energiatehokkuutta. Tavoitteen saavuttamiseksi kohteeseen tehtiin kuntoarvio ja tiiveysmittaus; vuotokohtia etsittiin savukynän avulla. Kohteesta saatujen tietojen ja paikan päällä tehtyjen havaintojen perusteella kohteeseen tehtiin energiaselvitys ja rakenteiden U-arvolaskelmat. Kerättyjen tietojen perusteella tutkittiin erilaisten korjausten ja parannusten vaikutusta kohteen energiatalouteen.

Energiatehokkuuden parantaminen on mahdollista useilla tavoilla. Eri vaihtoehtoja tutkittaessa havaittiin, että paras ja kustannustehokkain ratkaisu riippuu lähinnä rakennuksen kunnosta ja käytettävästä lämmöntuottotavasta. Hyväkuntoista rakennusosaa ei kannata ryhtyä parantamaan pelkän energiansäästön takia. Rakennusosakohtainen parantaminen on kannattavinta muun remontin yhteydessä. Kohteessa tehokkaimmaksi energiatehokkuuden parantamisen kannalta osoittautui öljylämmityksen vaihtaminen pellettilämmitykseksi. Tarvittava laitteisto on suurilta osin jo olemassa, joten kustannukset jäävät verrattain pieniksi. Pelletin hinta on kuitenkin huomattavasti öljyä halvempi. Pelletti on myös ympäristön kannalta parempi vaihtoehto.

On selvästi havaittavissa, että energiatehokkuuden parantaminen tulee parhaiden tulosten saavuttamiseksi ottaa yhdeksi tavoitteeksi jo korjaustoimenpiteitä suunniteltaessa. Energiatarkastelu vaatii aikaa ja asiantuntemusta, mutta vaikutukset rakennuksen käyttöä ja ympäristöä ajatellen kantavat pitkälle. Energiatehokkuudella tulee jatkossa olemaan tärkeä osa rakennusten kunnostamisessa uusien määräysten ansiosta.

Opinnäytetyö ei yksinään riitä tulevien korjausten pohjaksi. Opinnäytetyön tarkoitus on ennemminkin näyttää kohteen omistajille, mistä kannattaa aloittaa ja mitkä ovat erilaisten korjausten vaikutukset. Ennen tulevia korjauksia kannattaa pyytää ammattilaisen tekemät suunnitelmat ja laskea sen hetkiset kustannukset.

Opinnäytetyön tekeminen oli kiinnostavaa ja opettavaista. Ohjaajien ammattitaito ja Oulun rakennusvalvonnan tuki ohjasivat eteenpäin, mikäli tarvetta oli.

LÄHTEET

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>. Hakupäivä 30.7.2013.

Asumisterveysohje. 2003. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Saatavissa: <http://pre20090115.stm.fi/pr1063357766490/passthru.pdf>. Hakupäivä 31.7.2013.

Bioenergia ry. 2013. Kuluttajapelletin hintaa tilastoidaan. Saatavissa: <http://pellettienergia.fi/Pelletin%20hinta-%20ja%20tilastotietoja>. Hakupäivä 30.7.2013.

Energiamarkkinavirasto 2013. Sähkön siirron verollinen keskihinta tyyppikäyttäjittäin eri jakeluverkonhaltijoiden vastualueilla. Saatavissa: <http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/ViimeisimmätSiirtohinnat.mhtml>. Hakupäivä 31.7.2013.

Energiatodistus.info. 2013. Energiatodistus. Saatavissa: <http://www.energiatodistus.info/>. Hakupäivä 15.11.2013.

Ensto Enervent Oy. 2013. Pandion. Saatavissa: <http://www.enervent.fi/unit.asp?menuid=20120&langid=1>. Hakupäivä 30.7.2013.

Etlas Oy. 2013. Etlas PRO energianlaskentaohjelma. Saatavissa: <https://www.etlas.fi/eluku/login/>. Hakupäivä 15.11.2013.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta 19.5.2010/31/EU. Euroopan unionin virallinen lehti 56 (L 153), 13-28. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:FI:PDF>. Hakupäivä 3.7.2013.

Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta HE 81/2012. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2012/20120081>. Hakupäivä 16.6.2013.

HT Enerco Oy. 2013. Bioenergiälämmitys. Saatavissa:

<http://www.htenerco.fi/fi/bioenergialammitys/?id=206>. Hakupäivä 30.7.2013.

Kalliomäki, P. 2011. Muistio. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta.

Ympäristöministeriö. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/4147/Muistio_rakentamismaaraysten_osasta_D3.pdf.

Hakupäivä 20.6.2013.

Kauppinen, J. 2013. Perustelumuistio. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

[http://www.ym.fi/download/noname/%7B68E47600-2557-4AB7-BA69-](http://www.ym.fi/download/noname/%7B68E47600-2557-4AB7-BA69-8344D9D742CA%7D/31397)

[8344D9D742CA%7D/31397](http://www.ym.fi/download/noname/%7B68E47600-2557-4AB7-BA69-8344D9D742CA%7D/31397). Hakupäivä 15.11.2013.

Korhonen, J. 2013. Käyttötottumusten vaikutus pientalon energiankulutukseen. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. Suunnittelupainoinen LVI. Insinööriyö.

Korjaustieto. 2013. Pientalon energiankulutus ja päästöt. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

[http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/energiatehokkuus-](http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/energiatehokkuus-pientaloissa/pientalon-energiankulutus-ja-paastot.html)

[pientaloissa/pientalon-energiankulutus-ja-paastot.html](http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/energiatehokkuus-pientaloissa/pientalon-energiankulutus-ja-paastot.html). Hakupäivä 15.11.2013.

Kotituli. 2013. Pellettipolttimet. Saatavissa:

http://kotituli.fi/index.php?main_page=index&cPath=31_10. Hakupäivä 30.7.2013.

K.Tarke tmi. 2013. Puu- ja pellettilämmityksen nettitavaratalo. Saatavissa: <http://www.ktarke.net/>.

Hakupäivä 30.7.2013.

Laakso, T., kohteen omistaja. 2013. Haastattelu 1.2.2013.

Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 21.12.2012/958.

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50.

Lamit.fi Oy. 2013. Energiaohjelmistot. Saatavissa: <http://www.lamit.fi/fi/energiaohjelmistot>

Hakupäivä 15.11.2013.

Motiva Oy. 2009. Pientalon lämmitysjärjestelmät. Helsinki: Motiva Oy. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf. Hakupäivä 20.3.2013.

Motiva Oy. 2013. Millainen on energiatehokas pientalo. Saatavissa:
http://motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo. Hakupäivä 19.6.2013.

Nunnauuni Oy. 2013. Tekniset vaatimukset. Saatavissa:
<http://www.nunnauuni.com/suomi/tuotteet/onnistunut/teknisetvaatimukset.html>.
Hakupäivä 20.3.2013.

Oulun Energia. 2013. Kaukolämpöön liittyminen. Saatavissa:
http://www.ouluenergia.fi/kaukolampo/kaukolampoon_liittyminen. Hakupäivä 30.7.2013.

Oulun rakennusvalvonta. 2013. Energiakorjauksen tekniset kortit 11-16. Saatavissa:
www.energiakorjaus.info. Hakupäivä 3.7.2013.

Puustinen, J., kohteen omistaja. 2013. Puhelinhaastattelu 30.7.2013.

Rakentaja.fi. 2013. Energiakoulu omakotitalon rakentajalle 1. Saatavissa:
<http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/kuluttaja/motiva/energiakoulu1.htm#.UoYcu-KJtkd>
Hakupäivä 15.11.2013.

Suomen Kaasuyhdistys. 2012. Suomen kaasukartta. Saatavissa: <http://www.maakaasu.fi/>.
Hakupäivä 26.7.2013.

Suomen rakentamismääräyskokoelma 30.3.2011/D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto.
Ympäristöministeriö.

Suomen rakentamismääräyskokoelma 30.3.2011/D3 Rakennusten energiatehokkuus.
Ympäristöministeriö.

Suomen ympäristökeskus, Aalto-yliopisto & Ilmatieteenlaitos. 2013. Suomen ilmastopoliitikka. Saatavissa: <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/161b48de-bc6a-44ef-97fe-83d184fc257a/suomen-ilmastopoliitikka.html>. Hakupäivä 16.6.2013.

Taloon Yhtiöt Oy. 2013. Rautakauppa Taloon. Saatavissa: <http://www.taloon.com>. Hakupäivä 30.7.2013.

Tilastokeskus. 2013. Suomi saavuttamassa Kioton pöytäkirjan ensimmäisen kauden tavoitteen päästöjen vähentämiseksi. Saatavissa: http://www.tilastokeskus.fi/ajk/tiedotteet/2013/uutinen_015_2013-05-16.html. Hakupäivä 16.6.2013.

Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 10.1.2013/9. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B15C4BA1B-39C7-483C-9306-6635D392547F%7D/31392>. Hakupäivä 20.6.2013.

Veronmaksajain Keskusliitto ry 2013. Kotitalousvähennys. Saatavissa: <http://www.veronmaksajat.fi/omatveroasiat/kotitalousvahennys/>. Hakupäivä 31.7.2013.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013/4.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 27.2.2013/176.

LIITTEET

Liite 1 Kuntoarvioraportti

Liite 2 Energiajunior-laskelmat

Liite 3 DOF-lämpö raportit

Kuntoarvioraportti

Pinotie 7, 90570 Oulu



Kuvalähde Google Maps

Raportin laatija: Laura Kunelius

Raportin kirjoitus pvm: 26.7.2013

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Tekniikan yksikkö,
Rakennustekniikan osasto

Sisältö

1	Yleistietoja kohteesta.....	3
1.1	Kohteen yleistiedot.....	3
1.2	Kuntoarvion tekijä	3
1.3	Tilaaajan yhteystiedot	3
1.4	Kohteen kuvaus	3
1.5	Käytössä olleet asiakirjat	4
2	Kuntoarvion tavoitteet ja kuntoarvio.....	5
2.1	Kuntoarvion syy ja tavoitteet	5
2.2	Kuntoarvio.....	5
2.3	Rajaukset.....	5
2.4	Käytetyt laitteet ja menetelmät.....	5
3	Arvion luotettavuus ja epävarmuustekijät	7
4	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset	8
4.1	Perustukset, rakennuksen ympäristö ja ryömintätila	8
4.2	Alapohja.....	8
4.3	Yläpohja ja vesikatto	9
4.4	Seinät.....	10
4.5	Ovet ja ikkunat	10
4.6	Märkätilat	11
4.7	Kellari.....	11
4.8	Talotekniikka ja kalusteet	12
4.8.1	Lämmitys	12
4.8.2	Vesi ja viemäri	12
4.8.3	Ilmanvaihto	12
4.8.4	Sähkö	13
4.8.5	Kiintokalusteet ja vesikalusteet.....	13
4.9	Tiiveys.....	13
5	Energiataloudellisuus	14
6	Liitteet.....	15
7	Lähteitä.....	15

1 Yleistietoja kohteesta

1.1 Kohteen yleistiedot

Omistajat: Terhi Laakso ja Jarkko Puustinen
Osoite: Pinotie 7, 90570 Oulu
Valmistumisvuosi: 1939, peruskorjaus 1985
Tilat: 2 kerrosta, yläkerrassa asuintiloja + sivu-ullakot, osittainen kellari

1.2 Kuntoarvion tekijä

Rakennusinsinööriopiskelija Laura Kunelius

1.3 Tilaajan yhteystiedot

Tilaaajat: Terhi Laakso ja Jarkko Puustinen
Osoite: Pinotie 7, 90570 Oulu

1.4 Kohteen kuvaus

Kohde on Oulun Iskossa sijaitseva 1,5 kerroksinen omakotitalo joka on asuinkäytössä ympäri vuoden. Kohteessa on harjakatto, jossa on peltikate. Alapohjarakenteena on tuulettuva rossilattia. Kohteessa on öljylämmitys vesikiertopattereilla ja painovoimainen ilmanvaihto. Kohde on aikaisemmin ollut paritalo, joten siinä on kaksi keittiötä ja kaksi erillistä sisäänkäyntiä. Toinen porrashuone on lämmittämätön. Kohteeseen on tehty muutamia korjaustoimenpiteitä. Tiedossa olevat aikaisemmat toimenpiteet:

2013: - Vesikatteen pelti vaihdettu

2012: - Itäseinustan puoleisen vessan remontti

2005: - Öljysäiliön uusiminen

2000: - Öljykattilan ja -polttimen uusiminen

1985: - Lisälämmöneristeet ulkoseiniin, ylä- ja alapohjaan

- Saunan ja kylpyhuoneen rakentaminen yläkertaan
- Ikkunat ovat alun perin olleet todennäköisesti kaksilasiset. Niihin on lisätty lisälasi kiinnitettynä puiseen sisäpuutteeseen, ilmeisesti 1985
- Ulko-ovet uusittu

1.5 Käytössä olleet asiakirjat

Kohteen pohja- ja julkisivupiirustukset vuodelta 1939

Asemapiirros, pohjapiirros, leikkaus ja rakenteet vuodelta 1985

Yläkerran sähköpiirustukset vuodelta 1986

Valokopiot vesi- ja viemärijohtopiirustuksista vuodelta 1957

Omakotitalon, Pinotie 7, Oulu, kuntotarkastus ja kosteuden mittaus - Talotutkimus Kairitek Oy, tarkastusselostus 29.6.2004

Kuntotarkastus asuntokauppaa varten - Taloplus Oy, tarkastusraportti 21.6.2010

2 Kuntoarvion tavoitteet ja kuntoarvio

2.1 Kuntoarvion syy ja tavoitteet

Kuntoarvio on tehty osana opinnäytetyötä, jonka tavoitteena on antaa kohteen omistajille tietoa uusista energiamääräyksistä ja niiden vaikutuksista kyseisen rakennuksen korjaamiseen tulevaisuudessa. Kohteen omistajat haluavat parantaa rakennuksen energiatehokkuutta sekä mahdollisesti vaihtaa öljylämmityksen taloudellisempaan ja ekologisesti kestävämpään lämmitysmuotoon. Arvion tavoitteena oli selvittää omakotitalon tämänhetkistä kuntoa ja saada tietoja suunnitteilla olevan energiaremontin pohjaksi.

2.2 Kuntoarvio

Kuntoarvio tehtiin 17.5.2013. Paikalla olivat insinööriopiskelija Laura Kunelius, projekti-insinööri Krista Niemi, energiakorjausneuvoja Tommi Riippa sekä tarkastusinsinööri Juha Järvenpää. Osan aikaa paikalla oli myös omistaja Jarkko Puustinen. Kuntoarviointipäivänä oli aurinkoinen lämmin keväinen keli, hieman tuulta. Lämpötila ulkona oli 20 °C.

Kuntoarvion yhteydessä tehtiin tiiveysmittaus ja tarkasteltiin rakenteiden läpivuotokohtia savukynällä. Lämpökuvausta ei voitu suorittaa, sillä lämpötilaeroa sisä- ja ulkotilojen välillä ei ollut.

2.3 Rajaukset

Alapohjan ryömintätilassa ja harjan alla olevassa tuuletustilassa ei käyty ajanpuutteen vuoksi. Molemmat tilat tarkastettiin silmämääräisesti huoltoluukkujen kautta. Myöskään vesikatolla ei käyty ajanpuutteen vuoksi. Pintapuolisella tarkastelulla ei voida arvioida maanalaisten rakenteiden ja järjestelmien olemassaoloa, kuntoa tai toimivuutta.

2.4 Käytetyt laitteet ja menetelmät

Kuntoarviossa käytettiin seuraavia välineitä:

- Muistiinpanovälineet
- Digitaalikamera
- Taskulamppu
- Savukynä: Smoke-pen
- Ilman lämpötilan, kosteuden ja hiilidioksiditasojen mittaamiseen:

Alnor Compurflow, Model 8650

- Huoneiden tilavuuksien laskemiseen:
etäisyysmittari Hilti
- Paine-erojen tuottamiseen ja rakennuksen tiiveyden mittaamiseen:
Wöhler BC 21 Blower Check
- Rakenteiden pintakosteuksien mittaamiseen:
Gann Hydromette RTU 600 + B 50

Kuntoarvio on tehty aistinvaraisin ja rakennetta rikkomattomin menetelmin. Arvio perustuu omistajaa haastateltaessa kerättyihin tietoihin, kohdassa 1.5 lueteltuihin asiakirjoihin sekä paikan päällä tehtyihin havaintoihin. Arviossa on kiinnitetty erityistä huomiota energiatehokkuuteen vaikuttaviin seikkoihin.

Kohteesta otettiin valokuvia, joita on liitetty raporttiin. Ilmavuotokohtien löytämiseksi rakennukseen kehitettiin alipaine Wöhlerin kalustolla. Vuotokohtia etsittiin savukynällä. Pintakosteutta mitattiin riskipaikoista, kuten märkätiloista, ikkunoiden alapuolelta ja keittiön lattiasta. Lisäksi pintakosteutta mitattiin satunnaisesti useista kohdista.

3 Arvion luotettavuus ja epävarmuustekijät

Rakenteita rikkomattomilla menetelmillä ei voi havaita rakenteen sisäisiä piileviä vaurioita eikä näin ollen saada varmaa tietoa rakenteiden kunnosta. Aistinvaraisesti voidaan kuitenkin arvioida lisätutkimustarvetta ja mahdollisia ongelmakohtia. Mikäli vaurioita epäillään, tulee kohteeseen tehdä lisäselvityksiä.

Kuntoarvion tekeminen vaatii huolellisuutta ja ammattitaitoa. Arvion tekijälle ei ole vielä kertynyt laajaa kokemusta, mutta mukana olleilla ammattilaisilla sitä on.

Rakennuksen tiiveyttä mitattiin Wöhlerin BC 21 Blower Check –laitteella. Tutkimuksissa on havaittu, että kyseisellä laitteella ei päästä tarkkoihin tuloksiin kun ilmanvuotoluku n_{50} on pieni, alle 4 vaihtoa tunnissa. Kohde on kuitenkin vanha rakennus ja oli oletettavaa, että näin pieniin lukemiin ei päästä. Tiiveysmittauksen olikin tarkoitus auttaa mahdollisten vuotokohtien löytämisessä ja antaa suuntaa tuleville parannustoimenpiteille.

4 Havainnot ja toimenpide-ehdotukset

4.1 Perustukset, rakennuksen ympäristö ja ryömintätila

Rakennuksen perustukset ovat teräsbetonia. Perustukset vaikuttavat hyväkuntoisilta, routimisvaurioita ei ole havaittavissa.

Maanpinnan kallistukset ovat osittain puutteelliset, samoin sadevesien ohjaus. Sokkelin vierustalla on istutuksia ja muuta kasvillisuutta. Kasvillisuus sokkelin vierustalla lisää kosteusrasitusta sokkelin pintaan. (Kuva 1, Kuva 2)

Pääsy alapohjan ryömintätilaan on järjestetty ikkunan kautta kellarista ja talon eteläseinustalta. Ryömintätilassa on roskia ja rakennusjätettä maan pinnalla. Maanpinta rakennuksen vieressä viettää eteläseinän tarkastusluukkuun kohti. Sade- ja sulamisvesi kerääntyy painanteisiin, mistä se pääsee valumaan ryömintätilaan. Ryömintätilassa maata vasten olevat orgaaniset ainekset kastuvat ja voivat aiheuttaa ongelmia, mikäli ilma pääsee kulkeutumaan alapohjan läpi sisätiloihin. Ryömintätilan tuuletusaukot ovat osittain tukossa. (Kuva 3, Kuva 4, Kuva 5)

Toimenpide-ehdotukset:

- Maanpinnan kallistukset tulisi korjata. Maanpinnan tulee nykysuositusten mukaan laskea rakennuksesta pois päin 1:20 kaltevuudella kolmen metrin matkalla, mikä tarkoittaa yhteensä 15 senttimetrin laskua kolmen metrin matkalla.
- Sadevedet tulisi ohjata vähintään 3 metrin päähän rakennuksen seinustalta ja imeyttää maaperään tai ohjata sadevesiviemäriin.
- Kasvillisuusrajaa kannattaisi siirtää kauemmas rakennuksen perustuksista.
- Ryömintätila tulee puhdistaa roskista ja rakennusjätteestä.
- Ryömintätilan tuuletusaukot tulee avata ja niiden riittävyys tarkistaa.

4.2 Alapohja

Piirustusten pohjalta on oletettu rakenne sisältä ulospäin seuraavanlaiseksi:

- Lattialauta
- Vuorauspaperi
- kantava ristirunko + kutteripuru n 300 mm
- Vuorauspaperi
- Laudoitus

Lisäksi etelän puoleisten huoneitten kohdalla on alapuolelle lisätty 100 mm mineraalivillaa laudoilla ja kapuloilla tuettuna. Keittiöiden, eteisten ja vessojen kohdalla painuneen purun

päälle on asennettu 100 mm mineraalivillaa. Keittiöiden alapuolella on lisäksi kellari, jolloin rakenteen alapinnassa on todennäköisesti noin 80 mm betonia jonka päälle on sivelty pikeä.

Silmämääräisesti alapohjassa ei ole havaittavissa vaurioita. Mitattaessa ei löytynyt poikkeavia kosteusarvoja. Pintakosteusmittauksia tehtiin kattavasti keittiöiden ja vessojen lattioista, muualla pistokoeluoontoisesti.

Kohdissa, joissa lisäeristys on tehty rakenteen yläpintaan, voi rakenteen tiivis alapinta aiheuttaa ongelmia. Rakenteet kannattaisi tarkistaa ja mahdollisesti poistaa laudoitus alapinnasta. Kellarin osalta öljykattilahuone on lämmin läpi vuoden, eikä ongelmia välttämättä synny, mutta kellarin länsipää on lämmittämätön, jolloin betonilaatta on talvella kylmä. Sisältäpäin tuleva kosteus ei pääse haihtumaan betonin läpi ja betonin ollessa ilmaa kylmempi kosteus tiivistyy betonin pintaan. Mikäli alue ei kuivu kunnolla, voivat rakenteen purut kastua ja aiheuttaa kosteusvaurion. Mikäli lämpökattilasta luovutaan ja kellari jää täysin lämmittämättömäksi, tulee huomioida mahdolliset riskit.

4.3 Yläpohja ja vesikatto

Rakennuksessa on harjakatto, vesikattomateriaalina pelti. Pelti on uusi. Yläpohjan rakenteita pääsee tarkastelemaan ullakkotilojen sekä kattoluukun kautta. Yläpohjan ja välipohjan rakenteet eivät vastaa vuoden 1985 rakennekuvia täysin. Näkyviltä osin sekä ylä-, että välipohjassa lämmöneristeenä on puru.

Piirustusten pohjalta ja paikan päällä tehtyjen havaintojen tukemana on oletettu rakenne sisältä ulospäin seuraavanlaiseksi:

- Kattopaneeli
- Laudoitus
- Vuorauspaperi
- Runko + kutteripuru n 400 mm

Piirustusten mukaan saunan, pesuhuoneen ja pukuhuoneen kohdalle on suunniteltu mineraalivillaeristys, mutta havaintojen perusteella eristemateriaali oli purua. Sinne tänne oli heitelty mineraalivillalevyjä purun päälle. (Kuva 7)

Rakenteissa näkyy merkkejä aikaisemmasta kosteudesta, mutta rakenteet ja eristeet vaikuttavat kuivilta. Myös piipussa on havaittavissa aikaisempaa kosteusrasitusta. Poikkeavia kosteusarvoja ei löytynyt mittaamalla. Aluskate on paikoitellen irronnut. Saunan poistoilmaputki on eristetty villalla ja ilmastointiteipillä. (Kuva 6, Kuva 7, Kuva 8, Kuva 9)

Lännenpuoleisen portaikon yläpäässä, pukuhuoneen oven kohdalla, yläpohjan rakenteet ovat suoraan kosketuksissa sisäilman kanssa. Sisäilman kosteus pääsee rakenteen sisälle ja voi aiheuttaa ongelmia. (Kuva 10).

Viemärin tuuletusputken läpivienti yläpohjassa ei ole ilmatiivis. Ilmankosteus pääsee kulkeutumaan yläpohjan sisälle missä se voi ilman kylmetessä tiivistyä pintoihin ja aiheuttaa kosteushaittoja. (Kuva 11)

Yläpohjan tarkistusluukku harjan alla olevaan tuuletustilaan ei ole ilmatiivis. Lämpöä ja sisäilman kosteutta pääsee kulkeutumaan kylmempään ullakkotilaan. Ilmankosteus tiivistyy kylmemmille pinnoille ja voi aiheuttaa kosteusvaurion, ellei tuuletus ole riittävä. Tuuletustilassa on eristeistä irronnutta pölyä, joka pääsee kulkeutumaan sisäilmaan.

Toimenpide-ehdotukset:

- Aluskate tulisi kiinnittää kunnolla
- Saunan poistoilmaputki pitäisi eristää asianmukaisesti
- Viemärin tuuletusputken läpivienti tulisi tiivistää.
- Yläpohjan tarkistusluukku pitäisi tiivistää tai vaihtaa tiiviimpään.

4.4 Seinät

Piirustusten pohjalta on ulkoseinien oletettu rakenne sisältä ulospäin seuraavanlaiseksi:

- Halltex
- Laudoitus
- Vuorauspaperi
- Kantava runko 50 x 100 k 600 + puru 100 mm
- Lauta
- Koolaus 50 x 100 k 600 + tuulensuojalevyä vastaava villa 100 mm
- Tuuletusrako, pystyaukko 19 x 100 k 600
- Vuorilauta

Seinien sisäpinnat ovat maalattua puukuitulevyä, puupaneelia, keraamista laattaa tai kangas-, muovi- tai paperitapettia. Seinät ovat siistit, eikä mitattaessa näkynyt poikkeavia kosteusarvoja. Ulkoapäin seinät ovat siistit. Tuuletusrako on havaittavissa ulkoa päin.

4.5 Ovet ja ikkunat

Ulko-ovet sijaitsevat pohjoisseinustalla ja ovat hyvässä kunnossa. Ovet on ilmeisesti vaihdettu vuonna 1985. Kylmälle ullakolle johtavista ovista havaittiin ilmapuotoa (Kuva 12).

Ikkunat ovat kolmilasiset puuikkunat. Portaikoissa olevissa pienissä ikkunoissa havaittiin ilmapuotoa, samoin ikkunoissa, jotka ovat asuintilojen ja kylmän ullakon välissä. Muuten ikkunat ovat hyvässä kunnossa. Puuikkunoiden tiivisteiden huoltoväli on keskimäärin 3...12 vuotta. (Kuva 13)

Toimenpide-ehdotukset:

- Ikkunoiden tiivisteet pitäisi tarpeen mukaan uusia.
- Kylmälle ullakolle johtavien ovien ja ikkunoiden tulisi olla hyvin lämpöä eristävät ja tiiviit.

4.6 Märkätilat

Pesuhuoneen ja saunan lattia on betonia. Saunan seinät ovat paneloidut, samoin pesuhuoneen ja saunan katto. Itäpuolen wc:n ja pesuhuoneen seinäpinnat ovat keraamista laattaa, toisen wc:n seinät ovat maalatut. Kohteen wc-tiloista toinen on vastikään remontoitu. Märkätilat ovat siistit, poikkeavia kosteusarvoja ei löytynyt. Putkiliitoksissa ei havaittu vuotoja. Pesuhuoneessa ei ole poistoilmaventtiiliä.

Toimenpide-ehdotukset:

- Pesuhuoneen ilmanvaihtoa kannattaa parantaa.

4.7 Kellari

Rakennuksen alla on varastokellari, kattilahuone ja tila öljysäiliöille. Kattilahuone on lämmin vuoden ympäri. Kellarin huonekorkeus on noin 1,6 m. Pinnat ovat betonia. Kellarissa on lattia-kaivot. Kellarissa on havaittavissa tunkkaista hajua. Kellarin portaissa on nähtävissä aikaisempaa kastumista, vesi on mahdollisesti tullut oven kautta. (Kuva 14)

Asuintilojen ollessa alipaineistettuna havaittiin, että kellarin ja asuintilojen ilmatilat ovat yhteydessä toisiinsa. Savukynän savu imeytyi ulkoa tehokkaasti sisään kellarin tuloilmakanavaan. Sähköjohtojen läpiviennit kellarin seinässä ovat tiivistämättömät, ilmaa kulkee myös muista kohdista. Kellarin tunkkainen haju ja mahdolliset ongelmat voivat kulkeutua asuintiloihin. (Kuva 15, Kuva 16, Kuva 17)

Kellaritilojen rakenteiden kosteus johtuu usein maakosteuden pääsemisestä rakenteisiin. Saalaojajärjestelmän puuttuminen tai toimimattomuus, vedeneristyksen puutteet ja runsas kosteusrasitus ulkopuolelta lisäävät kosteusongelmien mahdollisuutta. Kohdassa 4.1 on esitetty korjaustoimenpiteitä ulkopuolisen kosteusrasituksen vähentämiseksi.

Toimenpide-ehdotukset:

- Tutkitaan, mistä ilma kulkee kellarin ja asuintilojen välillä, ja estetään mahdollisuuksien mukaan ilman kulkeutuminen kellarista sisätiloihin.
- Lisätään kellaritilojen tuuletusta

4.8 Talotekniikka ja kalusteet

4.8.1 Lämmitys

Rakennuksessa on öljylämmitteinen keskuslämmitysjärjestelmä vesikiertopattereilla. Öljyä on kulunut noin 2400 litraa vuodessa. Saunaosaston ja pukuhuoneen lämmitys on järjestetty sähköpattereilla. Vesikiertopattereissa ei omistajien mukaan ole havaittu ongelmia. Mahdollisen lämmitystavan muutoksen yhteydessä lämmitysputkistot kannattaa tarkastuttaa LVI-alan asiantuntijoilla.

4.8.2 Vesi ja viemäri

Rakennus on liitetty kaupungin vesi- ja viemäriverkostoon. Kellarissa on lämminvesivaraaja. Vesi- ja viemäriputkiston tekninen käyttöikä on noin 30-50 vuotta. Lämminvesivaraajan tekninen käyttöikä on 15-20 vuotta. Tekninen käyttöikä kuvaa tyypillistä uusimisväliä, todellinen käyttöikä riippuu käytetyistä materiaaleista, olosuhteista ja käytöstä.

Vesi- ja viemäriputket on piirustusten mukaan asennettu vuonna 1957 ja ovat siis teknisen käyttöikänsä lopussa. Putkistot kannattaa tarkistuttaa LVI-alan asiantuntijoilla.

Lämminvesivaraaja on vuodelta 1978 ja on teknisen käyttöikänsä ohittanut. Vesivaraajaa uusittaessa kannattaa harkita erilaisia malleja, joihin voidaan yhdistää esimerkiksi aurinkokehäimiä tai muita lisälämmönlähteitä.

4.8.3 Ilmanvaihto

Kohteessa on painovoimainen ilmanvaihto. Painovoimainen ilmanvaihto perustuu lämpötilaeroista syntyneisiin tiheyseroihin sisä- ja ulkoilman välillä sekä tuulen vaikutukseen. Kunnollisia korvausilmakanavia ei kohteessa ole. Korvausilma tulee rakenteiden epätiiveyskohtien, ikkunoiden ja ovien kautta. Poistoventtiilejä on wc-tiloissa, yläkerran itäpäädyn makuuhuoneessa, kylmässä porraskäytävässä ja pukuhuoneessa. Itäpäädyn keittiössä on poistoventtiili piippuun. Saunassa on sekä tulo- että poistoventtiili.

Toisessa keittiössä on liesituuletin. Pesuhuoneessa ei ole lainkaan poistoilmaventtiiliä. Tiiveysmittauksen yhteydessä savukynän avulla tehdyssä tarkastelussa huomattiin, että ilma ei juurikaan talossa kiertänyt, ellei ikkunaa tai ovea avattu (Kuva 18, Kuva 19).

Portaiden alle jää sekä koillisen että luoteen puoleisissa nurkissa ilmatila, joka ei ole varsinaisesti yhteydessä muuhun sisätilaan. Tällainen erillinen ilmatila on ongelmallinen, koska se ei käytännössä kuulu rakennuksen lämmityksen piiriin. Ilma rakennuksen nurkassa on talviaikaan kylmempää kuin muualla rakennuksessa, myös rakenteet ovat kylmempiä. Ilman kosteus tiivistyy kylmemmälle pinnalle ja voi aiheuttaa kosteushaittoja. Jos tällainen tila tuuletetaan, mahdolliset kosteudet pääsevät kuivumaan ja ilma tilassa lämpenee.

Toimenpide-ehdotukset:

- Ilmanvaihdon tehoa tulisi parantaa. Järkevintä olisi asentaa koneellinen tulo ja poisto -ilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Tällöin voitaisiin samalla parantaa rakennuksen energiatehokkuutta.
- Portaiden alla olevan erillisen ilmatilan tuulettumisen järjestäminen esimerkiksi asentamalla säleiköt alimpaan portaaseen ja vessaan portaan puoleisen seinän yläosaan.

4.8.4 Sähkö

Sähköasennukset on suurelta osin uusittu vuonna 1985. Tarkastuksessa ei huomattu turvallisuuspuutteita. Sähköjärjestelmien ja -laitteiden tekninen käyttöikä on noin 30-50 vuotta. Sähköjärjestelmän tarkastusta suositellaan tehtäväksi 30 vuoden välein.

4.8.5 Kiintokalusteet ja vesikalusteet

Keittiön kaapistot ovat hyvässä kunnossa. Keittiöiden, wc-tilojen ja pesuhuoneen vesikalusteet ovat hyväkuntoisia. Vesi- ja viemärikalusteiden tekninen käyttöikä on noin 20-25 vuotta. Vesikalusteita uusittaessa kannattaa mahdollisuuksien mukaan valita vettä säästäviä malleja.

4.9 Tiiveys

Rakennuksen tiiveys on ikään nähden normaalilla tasolla. Ullakon ovien tuntumassa on alipaineessa tarkasteltuna huomattava vedontunne. Savukynällä todennettiin kyseisissä kohdin selvää ilmavuotoa. Pienet ikkunat eivät ole tiiviitä. Viemärin tuuletusputken läpivienti sekä harjaullakon tarkistusluukku yläpohjassa eivät ole ilmatiiviit. Alakerran idänpuoleisen huoneen eteläseinustalla on lattian ja seinän liitoskohdassa epätiivis kohta, jossa yksi lattialauta on muita lyhyempi. Muuten alapohjan ja ulkoseinien liittymissä ei havaittu ilmavuotoa, ei myöskään isoissa ikkunoissa. Tiiveyttä voi helposti parantaa suhteellisen pienillä toimenpiteillä. (Kuva 20)

Wöhler BC 21:een syötettiin paikan päällä arvioitu rakennuksen pinta-ala sekä tilavuus. Rakennuksen ilmatilavuus 443 m³ määritettiin tarkemmin rakennuksen piirustuksista. Myös rakennuksen pinta-ala ja vaipan ala laskettiin tarkemmin rakennuspiirustuksien avulla; pinta-ala: 164 m², vaipan ala: 423 m². Mittauksen aikana lämpötila oli ulkona 19,9 °C ja sisällä 20,5 °C.

Wöhlerin laitteistolla saatiin ulko- ja sisätilan välille kehitettyä 30 Pascalin paine-ero, mistä laite laski extrapoloimalla vuotoilmavirraksi 50 Pa paine-erolla 4740 m³/h. Rakennuksen n₅₀ luvuksi laskettiin tarkemmilla arvoilla 10,7 1/h, q₅₀ luvuksi saatiin 11,2 m³/h m².

Toimenpide-ehdotukset:

- Ks. kohta 4.3 ja 4.5
- Alapohjan ja seinän liitoskohta tulisi tiivistää.

5 Energiataloudellisuus

Piirustusten mukaan rakennuksen vaippa on hyvin lisäeristetty. Todellisuudessa kuitenkin yläpohjan lisäeristys näyttää jääneen tekemättä. Yläpohjan lisäeristäminen on usein yksi edullisimmista ja vaikuttavimmista energiatehokkuutta parantavista toimenpiteistä. Yläpohjan sisäpuolinen eristäminen madaltaa huonetiloja ja voi huonosti suunniteltuna aiheuttaa kosteusvaurioita. Yläpohjan ulkopuolinen lisäeristäminen harjan alla olevan tuuletustilan kohdalla on kohtalaisen helppoa. On kuitenkin tärkeää varmistua ensin siitä, että alkuperäinen eriste on kuiva ja vaurioitumaton. Muilta osin yläpohjan ulkopuolinen lisäeristäminen on työläämpää. Eristäminen on edullisinta tehdä muun kattoremontin yhteydessä. Koska kattopelti on uusittu äskettäin, eikä lisäeristämistä tehty samalla, ei ehkä ole kannattavaa lisätä eristettä yläpohjan vinoille osuuksille.

Rakenteiden kosteustekninen toimivuus eristämisen jälkeen tulee selvittää ennen lisäeristämiseen ryhtymistä. Lisälämmöneristäminen alentaa tuuletustilan lämpötilaa, jolloin kosteus voi päästä tiivistymään ja mahdollistaa homeen kasvun. Rakenteen täytyy päästä kuivumaan vapaasti, joten katon lämmöneristeen ja vesikatteen välisen tilan täytyy olla hyvin tuuletettava. Lisäeristämisen suunnittelu kannattaa antaa ammattilaisen tehtäväksi.

Rakennuksessa olevat kylmät sivu-ullakot ovat sekä energiatehokkuuden että kosteusteknisen toimivuuden kannalta hankalia. Lisäksi rakenteet lämpimän sisäilman ja kylmän ullakon välillä ovat huonosti eristäviä. Mahdollisten laajempien korjausten yhteydessä voi sivu-ullakoiden muuttaminen lämpimäksi tilaksi olla hyvä ratkaisu. Mikäli tällaisia laajempia korjaustoimenpiteitä ei ole tiedossa lähivuosina, kannattaa harkita rakenteiden lisäeristämistä sivu-ullakoihin rajoittuvilta osin lisäämällä eristettä seiniin ullakon puolelle.

Energiataloudellisuutta voi edellä mainittujen ratkaisujen lisäksi parantaa esimerkiksi lämmitysjärjestelmää muuttamalla. Koska öljysäiliö ja kattila ovat kohtalaisen uusia, kannattaa miettiä, voisiko niitä hyödyntää edelleen, ja esimerkiksi lisätä rinnakkaislämmitysjärjestelmä vähentämään öljyn tarvetta. Öljylämmityksen rinnalle voi ottaa esimerkiksi ilma-vesilämpöpumpun tai poistoilmalämpöpumpun. Ilma-vesipumpussa ulkoilman lämpö siirretään vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään ja käyttöveteen, kun taas poistoilmapumppu ottaa talteen lämmön poistoilmasta ja siirtää sen käyttöveteen ja vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Myös aurinkokeräimiä voi käyttää vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän tukilämmitysjärjestelmänä. Kohteessa pitäisi joka tapauksessa parantaa ilmanvaihtoa, joten lämmöntalteenoton käyttäminen hyödyksi on kannattavaa. Öljypoltin lähestyy teknisen käyttöikänsä päätä. Poltinta hankittaessa voi miettiä halvempia ja ympäristöystävällisempiä polttoaineita, kuten pellettiä.

Tiiveyden parantaminen kohdan 4.9 mukaan vähentäisi rakennuksen lämpövuotoa. Tiiviyttä parantaessa täytyy huomioida ilmanvaihdon toimiminen edelleen.

6 Liitteet

LIITE 1: Valokuvat, 7 sivua

LIITE 2: Kopioita rakennuspiirustuksista, 7 sivua

LIITE 3: Havaintojen mukaan päivitettyt pohjakuvat, 2 sivua

LIITE 4: Pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma, 1 sivu

7 Lähteitä

1. Suomen rakentamismääräyskokoelma C2, Kosteus, määräykset ja ohjeet 1998
2. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet 2012
3. Rakennustieto Oy, RT 18-10922, Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot
4. Rakennustieto Oy, KH 90-00394, kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä, suoritusohje



Kuva 1. Maanpinnan kallistukset ovat osittain puutteelliset. Sokkelin vierustalla on kasvillisuutta.



Kuva 2. Maanpinnan kallistukset ovat osittain puutteelliset, samoin sadevesien ohjaus. Sokkelin vierustalla kasvillisuutta.



Kuva 3. Ryömintätilassa on roskaa ja rakennusjätettä



Kuva 4. Maanpinta rakennuksen vieressä viettää eteläseinän tarkastusluukku kohti



Kuva 5. Ryömintätilan tuuletusaukot ovat osittain tukossa



Kuva 6. Yläpohjan rakenteissa näkyy merkkejä aikaisemmasta kosteusrasituksesta



Kuva 7. Yläpohjan rakenteissa näkyy merkkejä aikaisemmasta kosteusrasituksesta. Paikoitellen on mineraalivillan palasia purun päällä.



Kuva 8. Piipussa näkyy merkkejä aikaisemmasta kosteusrasituksesta, aluskate on paikoin irronnut.



Kuva 9. Aluskate on paikoitellen irronnut, saunan poistoilmaputki on huolimattomasti eristetty.



Kuva 10. Yläpohjan rakenteet avoimina sisäilmaan



Kuva 11. Viemärin tuuletusputken läpivienti yläpohjassa ei ole ilmatiivis



Kuva 12. Kylmälle ullakolle johtavat ovet eivät ole tiiviit



Kuva 13. Kylmän ullakon ja pukuhuoneen väliset ikkunat eivät ole tiiviit



Kuva 14. Kellarin portaat ovat joskus kastuneet



Kuva 15. Savukynän savu imeytyy ulkoa sisään kellarin tuloilmakanavaan



Kuva 16. Sähköjohtojen läpiviennit kellarin seinässä ovat tiivistämättömät



Kuva 17. Savu imeytyy kellarin keskikäytävästä keskimmäiseen kellarihuoneeseen ja sitä kautta sisälle taloon.



Kuva 18. Ilma ei juuri liiku

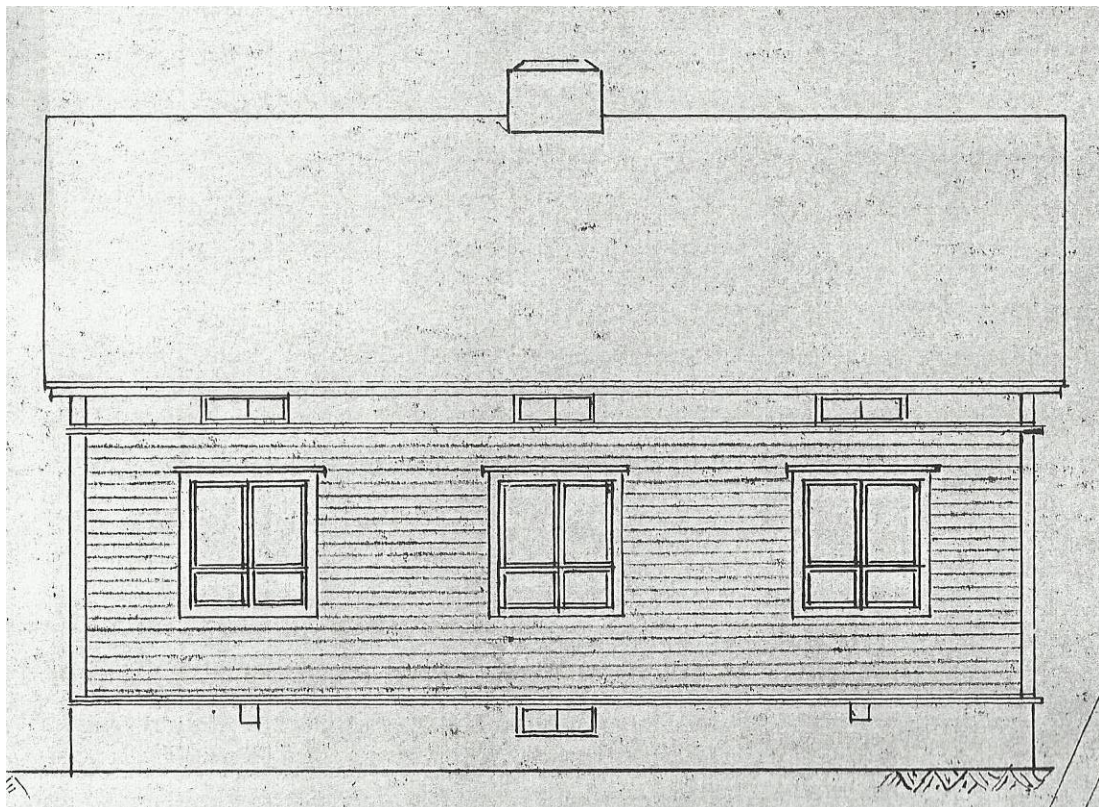
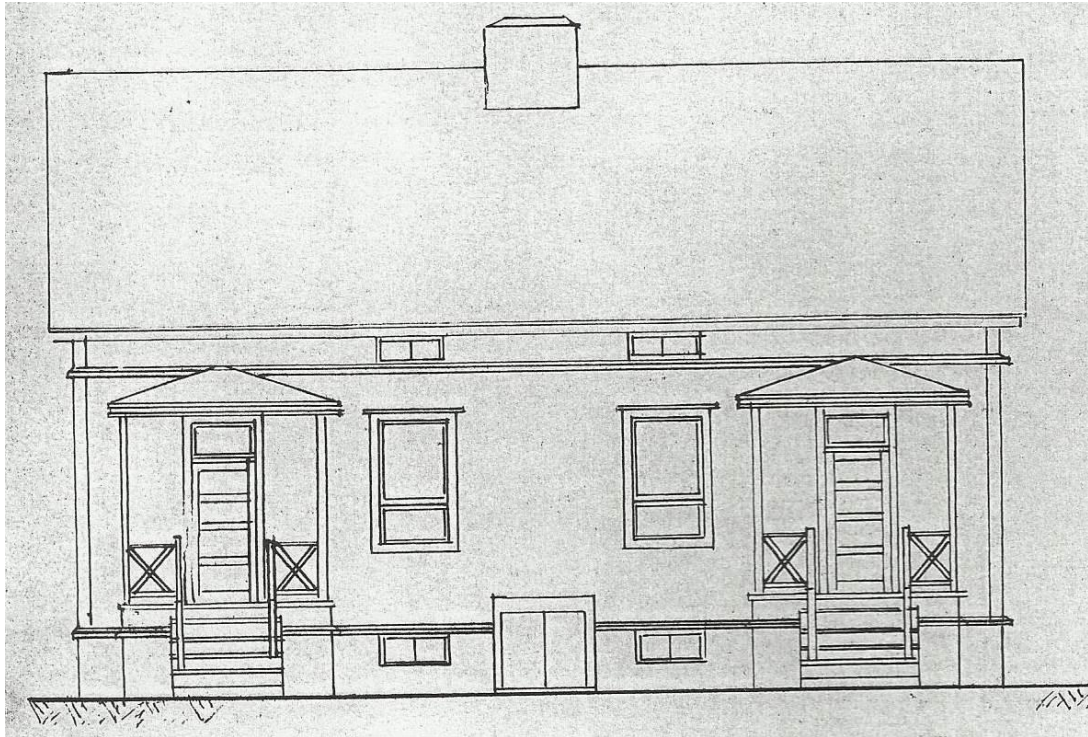


Kuva 19. Ilma ei juuri liiku

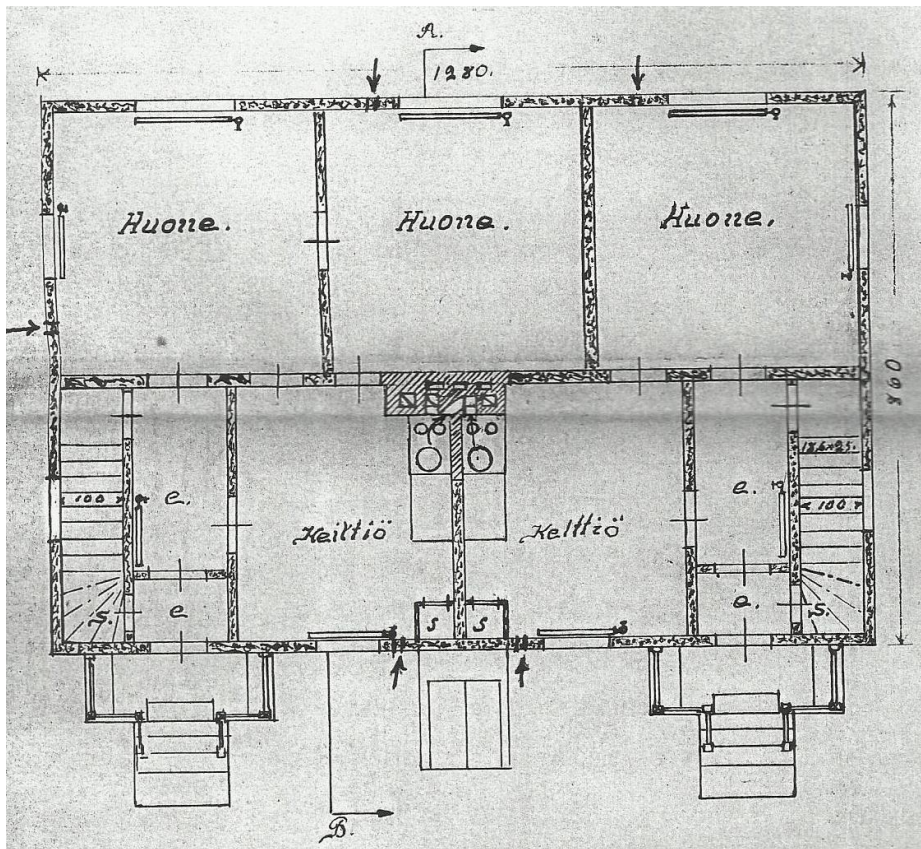
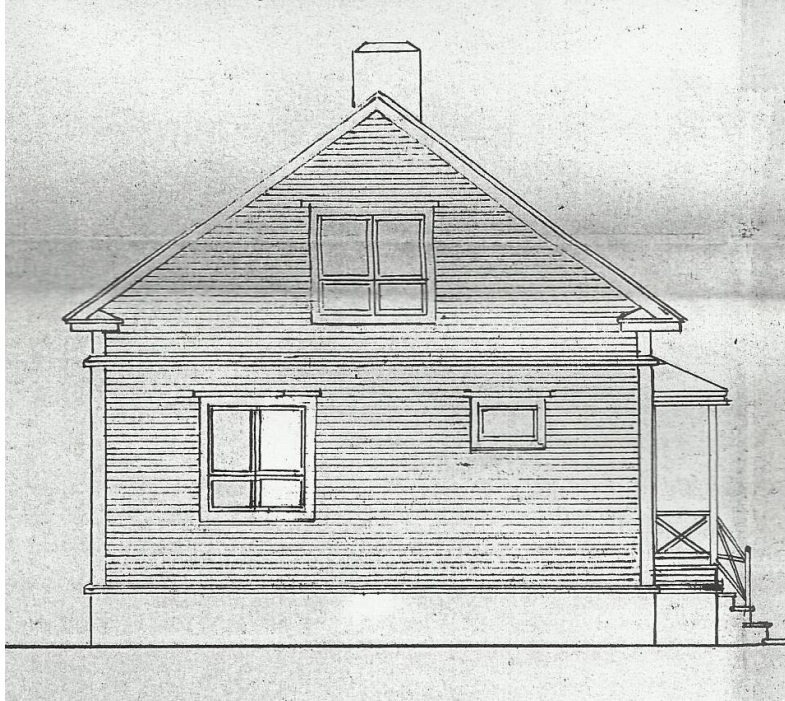


Kuva 20. Ilmavuoto talon eteläseinustalla idän puoleisessa olohuoneessa

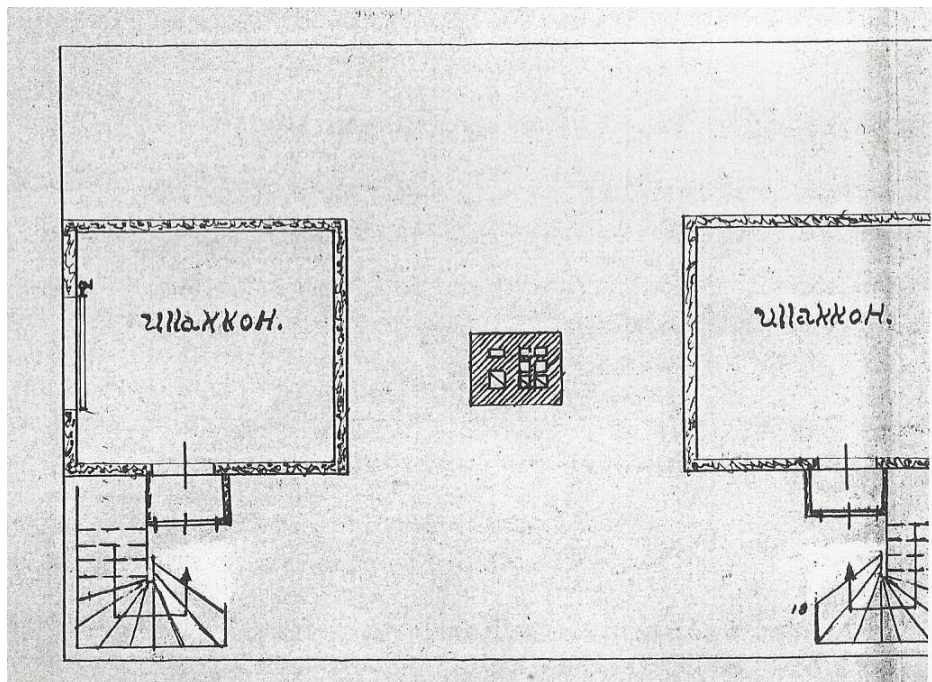
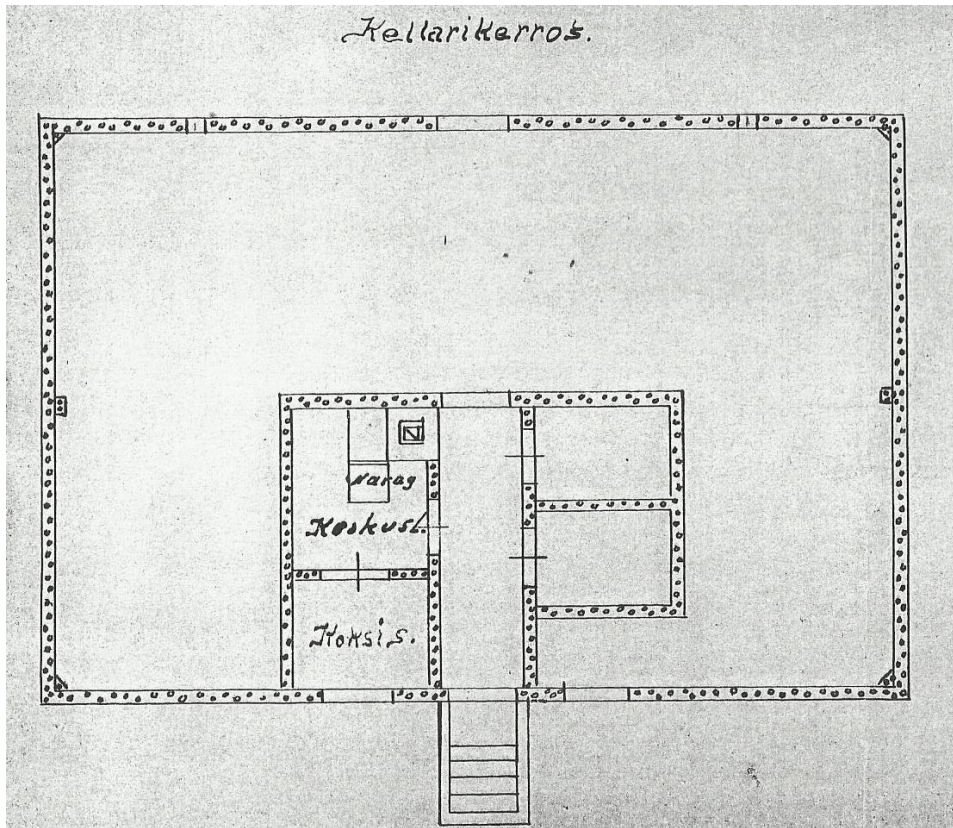
Pinotie 7, Julkisivut vuodelta 1939



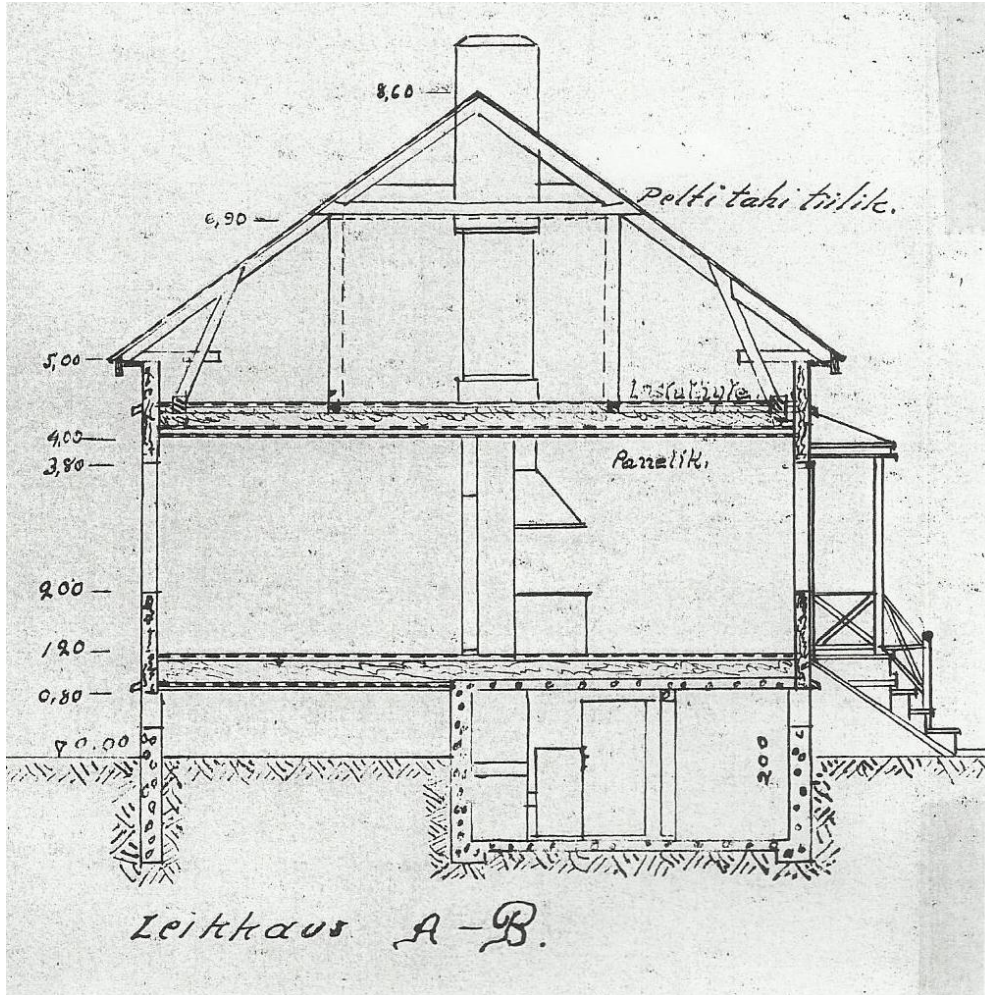
Pinotie 7, Päätyjulkisivu ja 1. kerroksen pohjapiirros vuodelta 1939



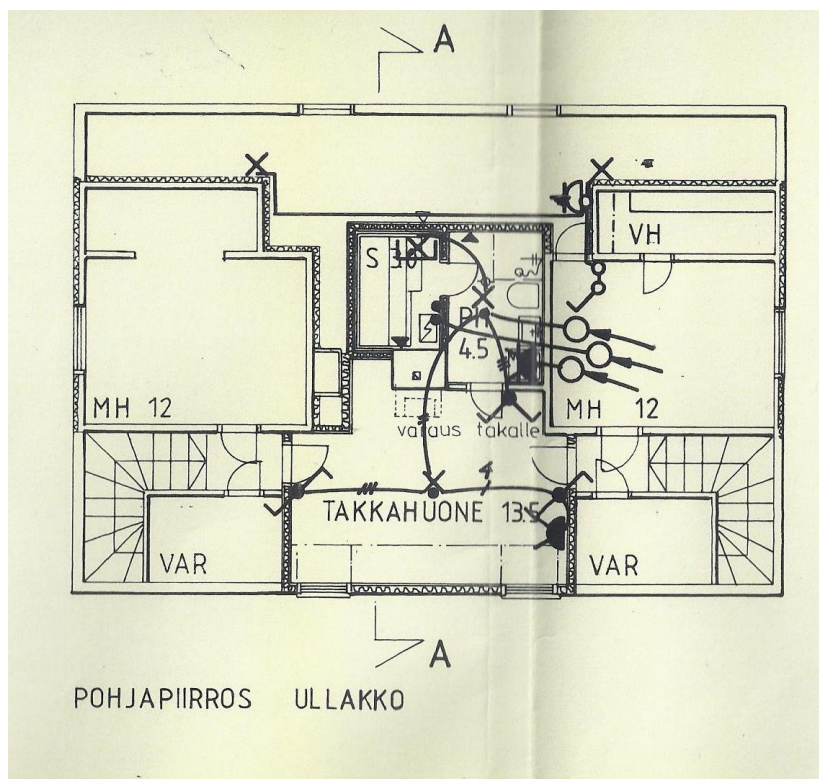
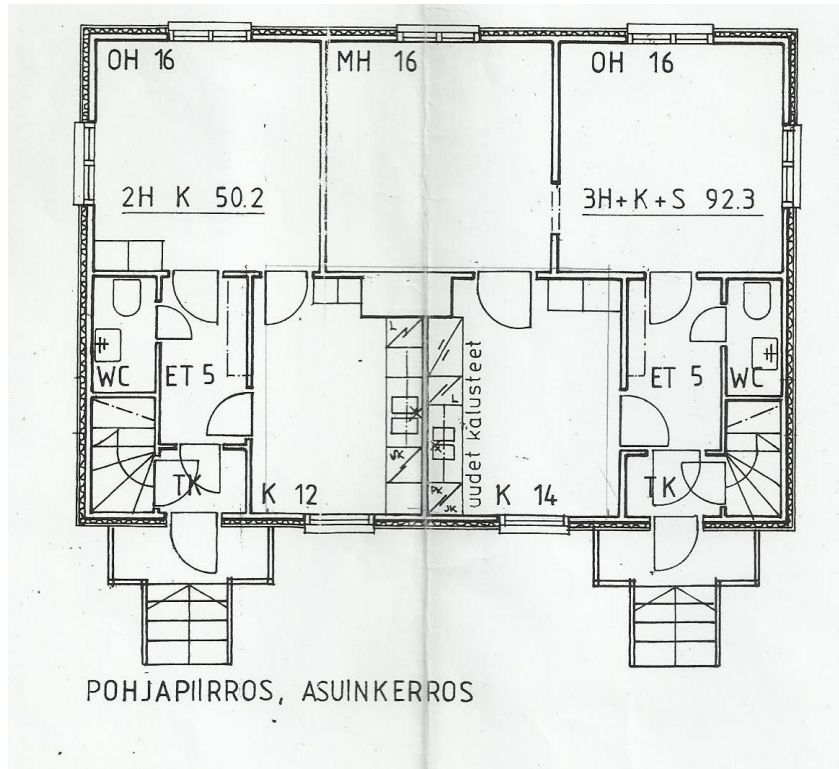
Pinotie 7, Kellarin ja ullakkokerroksen pohjapiirros vuodelta 1939



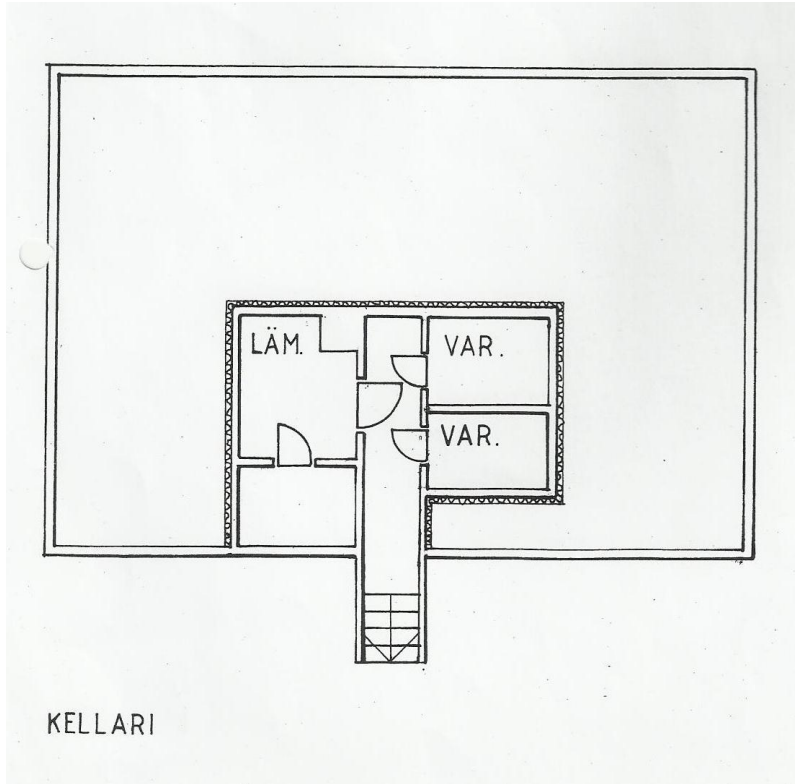
Pinotie 7, Poikkileikkaus vuodelta 1939



Pinotie 7, 1. kerroksen ja ullakon pohjapiirros vuodelta 1985



Pinotie 7, kellarin pohjapiirros ja rakennekuvia vuodelta 1985



vanha	US	uusi
halltex		koolaus 50x100 k 600
laudoitus		min-villa 100 mm
vuor.pap. 100		bituliit 12 mm
kutteripuru 125mm		lauta 19x100 k 600
vuor.pap.		vuorilauta entisen mallin mukaan
laudoitus		

TSL 10 cm vanha ilma-ala + pintaverho

lattialauta	AP	
vuor.pap.		
kutteripuru n. 300 mm		
laudoitus		min.villa 100 mm

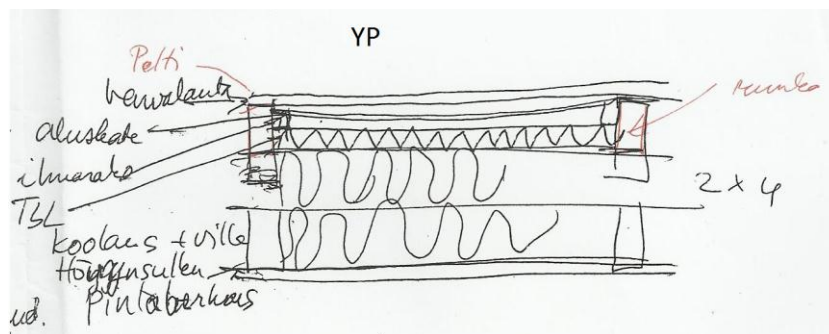
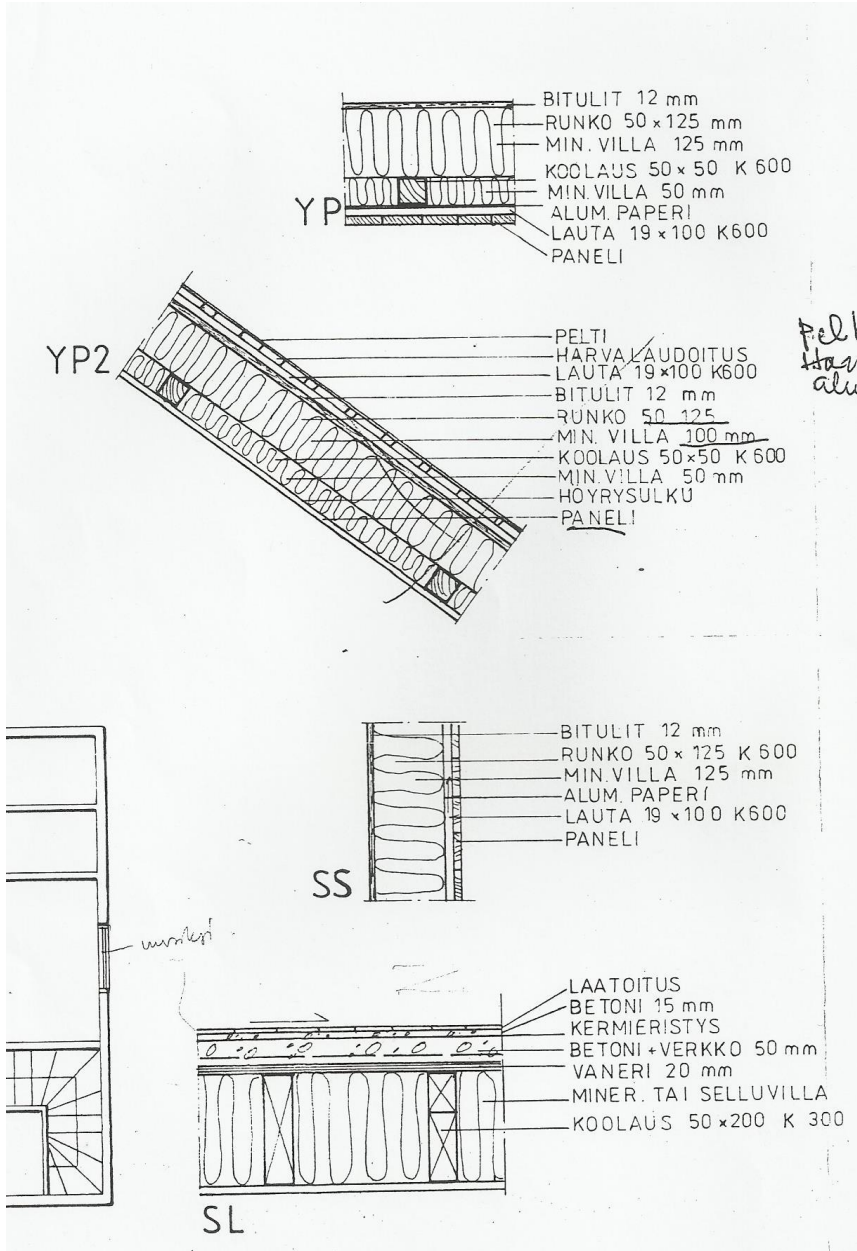
keittiö + cheimer ja wc

muualle

ISKO korttel
MUUTOS JA
TALO W
PINOTIE 7
90550 01

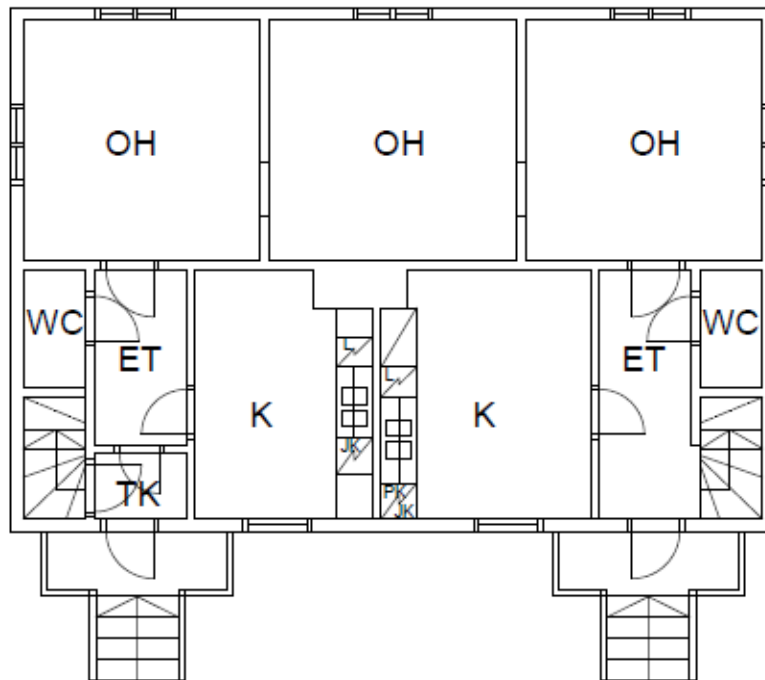
JUKISIVUJA EI MUUTETA !

Pinotie 7, rakennekuvia vuodelta 1985

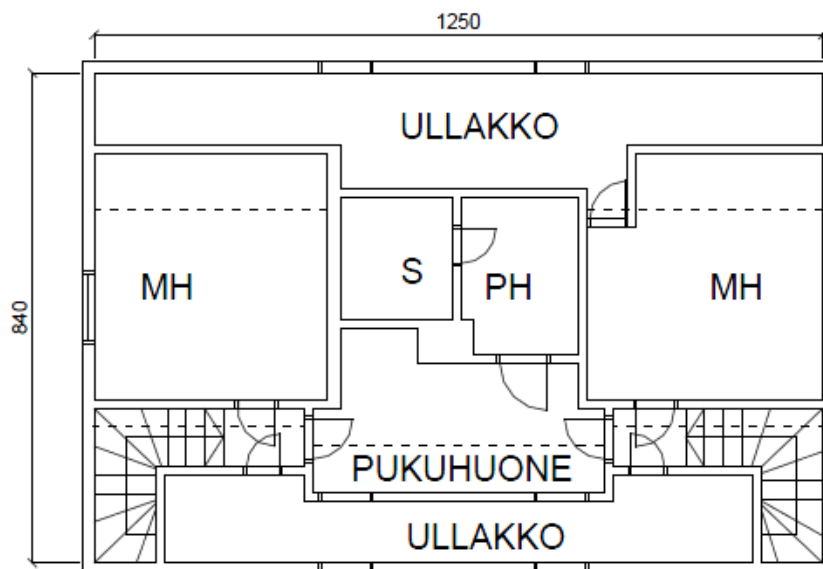


Pinotie 7, havaintojen mukaan päivitettyt pohjakuvat 1. ja 2. kerros 2013

1.kerros

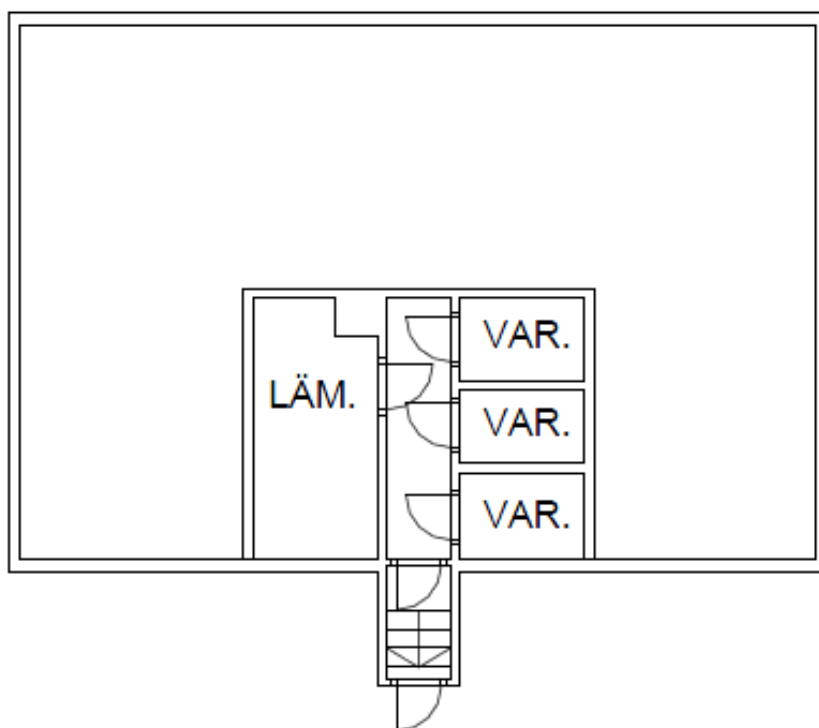


2.kerros



Pinotie 7, havaintojen mukaan päivitetty pohjakuva kellari 2013

kellari



PTS, Pinotie 7

Kuntoarvioraportin liite 4 / 1

Kustannukset / 1000 €

Osa	Tekninen käyttöikä noin vuotta	huomautus	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Salaojat	30-50	tulee tarkastaa onko niitä + toimivuus															
Sokkeli		sokkelin vierustan puhdistus, kallistukset															
Rossipohja	30-50	puhdistettava, tuuletusaukot avattava															
Ulkoverhous	50	huoltoväli 5...20 vuotta							2								
Ikkinat	50	tiivisteiden uusiminen 3...12	0,1										0,1				
		ulkomaalaus 5...15					0,3									0,3	
		sisämaalaus 8...15					0,3										
Ulko-ovet	40	huoltomaalaus 5...15					0,1										
Vesikate	60	huoltomaalaus 10...15															0,5
Räystäskourut	25-40				1												
Yläpohja		Aluskatteen kiinnitys															
Läpiviennit		Tiivistäminen															
Väliovet	50	ullakon ovien tiivistäminen	0,1														
Lautalattia	40	hionta ja lakkausväli 5...15															
Sisäkatot		uusintakäsittely 30 v välein															
Sisäseinäpinnat	20																
Kiintokalusteet	25									1							
Märkätilojen kiintokalusteet	15						1										
Pesuhuoneen seinä	15-30				1												
Pesutilojen katto		uusintakäsittelyväli 20			1												
Pesutilojen lattia	25				2												
Saunan panelointi	20				1												
Saunan ovi	20				0,1												
Öljysäiliö	40-50																
Öljypolttimet	15				1												
Öljykattilat	30-40																
Savupiippu	60																
Kupariputket	40-50	Tarkastuttaminen LVI-asiantuntijalla															
Yhteensä			0,2	0	7,1	0	1,7	0	2	1	0	0	0,1	0	0,3	0	0,5

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite:

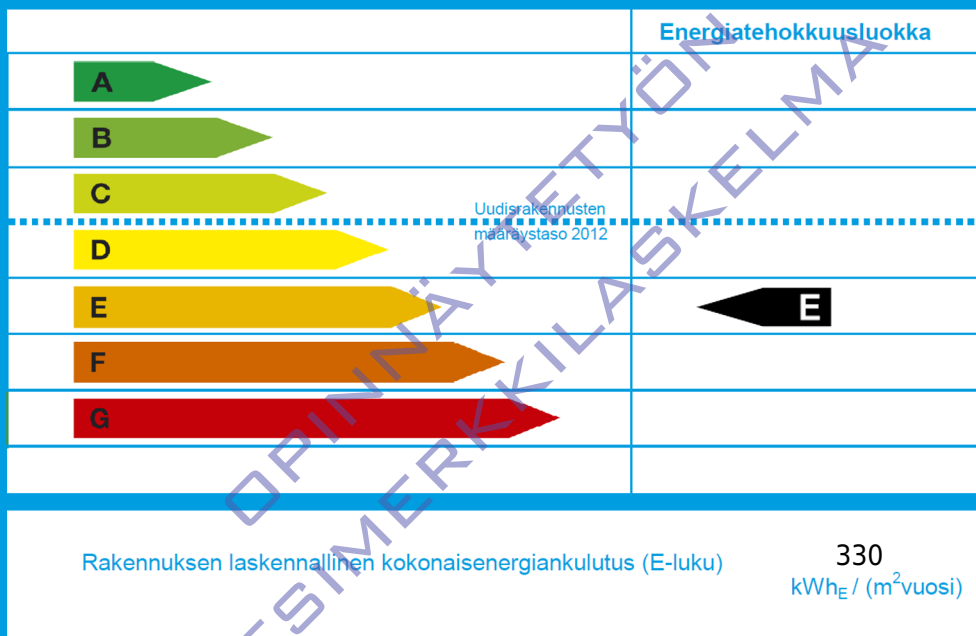
Pinotie 7, lähtötilanne

Rakennustunnus:

Rakennuksen valmistumisvuosi: 1939

Rakennuksen käyttötarkoituksiluokka: Erilliset pientalot

Todistustunnus:



Todistuksen laatija:

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

30.7.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:

30.7.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 164 m²
 Lämmitysjärjestelmän kuvaus
 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	4226	26	1.7	44
Fossiilinen polttoaine	46871	286	1	286
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3772	23	1.7	39
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				330

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko

Erilliset pientalot

Luokkien rajat asteikolla

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

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

E

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.

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Erilliset pientalot		
Rakennuksen valmistumisvuosi	1939	Lämmitetty nettoala	164 m ²

Rakennusvaippa

Ilmanvuotoluku q_{50}	1			Osuus lämpöhäviöistä %
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	
Alapohja 1	105.00	0.21	22.05	10.19
Yläpohja	109.70	0.33	36.20	16.73
Seinä	166.80	0.37	61.72	28.53
Ullakon ovet	4.05	2.20	8.91	4.12
Ulko-ovet	4.40	2.20	9.68	4.47
Ikkunat pohjoiseen	5.88	2.10	12.35	5.71
Ikkuna itään	7.80	2.10	16.38	7.57
Ikkunat etelään	10.26	2.10	21.55	9.96
Ikkunat länteen	7.80	2.10	16.38	7.57
Kylmäsiillat	-	-	11.13	5.15

Ikkunat ilmansuunnittain

	A m ²	U W/(m ² K)	$g_{\text{kohtisuora}}$ -arvo
Pohjoinen	5.88	2.10	0.70
Itä	7.80	2.10	0.70
Etelä	10.26	2.10	0.70
Länsi	7.80	2.10	0.70

Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto °C
Painovoimainen	0.066 / 0.066	0.00	0.00	0

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 0.00

Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän kuvaus:

	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin ¹	Apulaitteiden sähkönkäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys	-	-	-	-
Lämmityskattila	0.81	0.80	-	2.99
Käyttöveden lämmitys				

Lämmityskattila	0.81	0.80	-	0.99
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumpujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä	Tuotto		
	kpl	kWh		
Varaava tulisija	0	0		
Ilmalämpöpumppu	0	0		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
	-			
Ei jäähdytystä	0			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus	Lämmitysenergian nettotarve		
	dm ³ /(m ² -vuosi)	kWh/(m ² -vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	42.90		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus
	-	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Erilliset pientalot	0.60	2.00	3.00	8.00

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Erilliset pientalot
Rakennuksen valmistumisvuosi	1939
Lämmitetty nettoala, m ²	164
E-luku, kWhE / (m²vuosi)	330

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/vuosi	-	kWhE/vuosi	kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	4226	1.7	7184	44
Fossiilinen polttoaine	46871	1	46871	286
YHTEENSÄ	51097		54055	330

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinkolämpö	593	4

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Kaukolämpö kWh/(m ² vuosi)	Polttoaine kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmityskattila				
Tilojen lämmitys ¹	0.99	0.00	235.96	0.00
Lämpimän käyttöveden valmistus	0.00	0.00	49.84	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	-	-	-
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	-	-	-
YHTEENSÄ	25.77	0.00	285.80	0.00

¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys ²	27098.87	165.24
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0.00	0.00
Lämpimän käyttöveden valmistus	7035.44	42.90

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	9411.74	57.39
Henkilöt	1723.80	10.51
Kuluttajalaitteet	2585.71	15.77

Valaistus	1149.20	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä	293.33	1.79

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Energiajunior 12.4

Energiatodistuksen laskenta on suoritettu Iamit.fi:n kuukausitason laskentamoottorilla. Laskentamoottori perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan osaan D5, ja sitä on tarkennettu soveltuvilta osin EN -standardien kuten ISO EN 13790 pohjalta. Laskentamoottori on validoitu ASHRAE 140-2011 standardin 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.

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

LISÄMERKINTÖJÄ

Ilmanvuotoluku q_{50} on vaihdettu arvoon 1 (todellisuudessa 11,2), että saataisiin lopputulos vastaamaan nykytilannetta, jossa ilmavirta tulo/poisto on noin 0,013 m³/s.

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**

Osoite: Pinotie 7,

Lähtötilanne

Valmistumisvuosi: **1939**

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	
151-170	B	
171-190	C	
191-230	D	
231-270	E	E
271-320	F	
321-	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm²/vuosi):

236

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

Todistuksen antamispäivä:

30.7.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

29.7.2023

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

Bruttoala	195 brm ²	Ilmatilavuus	442,50 m ³
Rakennustilavuus	636,5 rak-m ³	Henkilömäärä	2
Huoneistoala	160 hum ²		

Rakenteet

Rakennusosat

Ulkoseinät

Seinä

Pinta-
ala (m²)U-arvo
(W/m²K)

166,80

0,37

Yläpohja

Yläpohja

109,70

0,33

Alapohja

Alapohja 1

105,00

0,21

Ovet

Ullakon ovet

4,05

2,2

Ulko-ovet

4,40

2,2

Ikkunat

Pohjoiseen

Ikkunat pohjoiseen

Itään

Ikkuna itään

Etelään

Ikkunat etelään

Länteen

Ikkunat länteen

5,88

2,1

g kohtisuora

0,70

F_{kehä}

0,75

7,80

2,1

0,70

0,75

10,26

2,1

0,70

0,75

7,80

2,1

0,70

0,75

Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin.} 50,00 Wh(brm²K)

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n₅₀

Ilmanvaihdon poistoilmavirta

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

Asuintilat

1,0 1/h

0,061 m³/s

Painovoimainen

0 %

Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus

36,50 m³/vuosi

Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus

kyllä ei

Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys

Lämmityskattila

Sisältää käyttöveden lämmityksen

kyllä ei

Lämmönjakotapa

Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön

Lämmönvaraajat

Varaaja , 100 l

Lämpimän käyttöveden kiertojohto

kyllä ei

Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita

kyllä ei

Energiätehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	36 280 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	9 750 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	46 030 kWh/vuosi
Rakennuksen energiatehokkuusluku	236 kWh/brm²/vuosi

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

E-luvun laskennan tulokset

Rakennuskohde

Osoite	Pinote 7, lisäty lämmöneristys
Rakennuksen tyyppi	Erilliset pientalot
Käyttötarkoitusluokka	Omakotitalo
Rakennusvuosi	1939

Lisätiedot

Vyöhyke	E-luku kWh/m ²	Raja	Luokka	Pinta-ala m ²	Tyyppi
Koko rakennus	299	162	E	164.00	Erilliset pientalot
Asuintilat	299	162	E	164.00	Erilliset pientalot

Vyöhyke:	Asuintilat
Tyyppi:	Erilliset pientalot
Käyttötarkoitus:	Omakotitalo
Lämmitetty nettoala:	164 m ²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	4226.00	1,7	7184.00	44.00
Kaukolämpö	0.00	0,7	0.00	0.00
Kaukojäähdytys	0.00	0,4	0.00	0.00
Uusiutuva polttoaine	0.00	0,5	0.00	0.00
Fossiilinen polttoaine	41601.00	1.00	41601.00	254.00
Yhteensä	45827.00		48785.00	298.00

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinkosähkö	0.00	0.00
Aurinkolämpö	592.00	3.61
Tuulisähkö	0.00	0.00
Lämpöpumppu	0.00	0.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m ² a)	Kaukolämpö kWh/(m ² a)	Polttoaine kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Lämmityskattila	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0.99	0.00	204.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	49.67	0.00
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet				
Painovoimainen	0.00	0.00	0.00	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n apulaitteet	0.00	0.00	0.00	0.00
Jäähdytysjärjestelmä	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0.00	0.00	0.00
Yhteensä	25.77	0.00	253.66	0.00

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	23478.00	143.16
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0.00	0.00
LKV:n valmistus	7035.00	42.90
Jäähdytys	0.00	0.00

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	9339.00	56.94
Ihmiset	1724.00	10.51
Kuluttajalaitteet	2586.00	15.77
Valaistus	1149.00	7.01
LKV	293.00	1.79

Laskentatyökalun nimi ja versio: Energialunior 12.4

Energiaselvityksen tekijä: Laura Kunelius

Pääsuunnittelija:

E-luvun laskennan tulokset**Rakennuskohde**

Osoite	Pinotie 7, lisätty aurinkokeräin
Rakennuksen tyyppi	Erilliset pientalot
Käyttötarkoituksiluokka	Omakotitalo
Rakennusvuosi	1939

Lisätiedot

Vyöhyke	E-luku kWh/m ²	Raja	Luokka	Pinta-ala m ²	Tyyppi
Koko rakennus	301	162	E	164.00	Erilliset pientalot
Asuintilat	301	162	E	164.00	Erilliset pientalot

Vyöhyke:	Asuintilat
Tyyppi:	Erilliset pientalot
Käyttötarkoitus:	Omakotitalo
Lämmitetty nettoala:	164 m ²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	4226.00	1,7	7184.00	44.00
Kaukolämpö	0.00	0,7	0.00	0.00
Kaukojäähdytys	0.00	0,4	0.00	0.00
Uusiutuva polttoaine	0.00	0,5	0.00	0.00
Fossiilinen polttoaine	41924.00	1.00	41924.00	256.00
Yhteensä	46150.00	-	49108.00	300.00

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinkosähkö	0.00	0.00
Aurinkolämpö	3998.00	24.38
Tuulisähkö	0.00	0.00
Lämpöpumppu	0.00	0.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m ² a)	Kaukolämpö kWh/(m ² a)	Polttoaine kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Lämmityskattila	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0.99	0.00	223.28	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	32.35	0.00
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet	-	-	-	-
Painovoimainen	0.00	0.00	0.00	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n apulaitteet	0.00	0.00	0.00	0.00
Jäähdytysjärjestelmä	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0.00	0.00	0.00
Yhteensä	25.77	0.00	255.63	0.00

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	27099.00	165.24
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0.00	0.00
LKV:n valmistus	7035.00	42.90
Jäähdytys	0.00	0.00

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	9412.00	57.39
Ihmiset	1724.00	10.51
Kuluttajalaitteet	2586.00	15.77
Valaistus	1149.00	7.01
LKV	293.00	1.79

Laskentatyökalun nimi ja versio: Energiajunior 12.4

Energiaselvityksen tekijä: Laura Kunelius

Pääsuunnittelija:

E-luvun laskennan tulokset

Rakennuskohde

Osoite	Pinotie 7, lisätty koneellinen tulo / poisto + lto ja tiivistetty
Rakennuksen tyyppi	Erilliset pientalot
Käyttötarkoitusluokka	Omakotitalo
Rakennusvuosi	1939

Lisätiedot

Vyöhyke	E-luku kWh/m ²	Raja	Luokka	Pinta-ala m ²	Tyyppi
Koko rakennus	317	162	E	164.00	Erilliset pientalot
Asuintilat	317	162	E	164.00	Erilliset pientalot

Vyöhyke:	Asuintilat
Tyyppi:	Erilliset pientalot
Käyttötarkoitus:	Omakotitalo
Lämmitetty nettoala:	164 m ²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	5527.00	1,7	9396.00	57.00
Kaukolämpö	0.00	0,7	0.00	0.00
Kaukojäähdytys	0.00	0,4	0.00	0.00
Uusiutuva polttoaine	0.00	0,5	0.00	0.00
Fossiilinen polttoaine	42475.00	1.00	42475.00	259.00
Yhteensä	48002.00	-	51871.00	316.00

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinkosähkö	0.00	0.00
Aurinkolämpö	592.00	3.61
Tuulisähkö	0.00	0.00
Lämpöpumppu	0.00	0.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m ² a)	Kaukolämpö kWh/(m ² a)	Polttoaine kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuloilman lämmitys	1.98	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	0.00	0.00
Lämmityskattila	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0.99	0.00	209.30	0.00
Tuloilman lämmitys	0.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n valmistus	0.00	0.00	49.70	0.00
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet	-	-	-	-
Pandion	5.96	0.00	0.00	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	0.00	0.00	0.00
LKV:n apulaitteet	0.00	0.00	0.00	0.00
Jäähdytysjärjestelmä	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0.00	0.00	0.00
Yhteensä	33.70	0.00	259.00	0.00

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	24074.00	146.79
Ilmanvaihdon lämmitys ³	324.00	1.98
LKV:n valmistus	7035.00	42.90
Jäähdytys	0.00	0.00

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	9412.00	57.39
Ihmiset	1724.00	10.51
Kuluttajalaitteet	2586.00	15.77
Valaistus	1149.00	7.01
LKV	293.00	1.79

Laskentatyökalun nimi ja versio: Energiajunior 12.4

Energiaselvityksen tekijä: Laura Kunelius

Pääsuunnittelija:

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite:

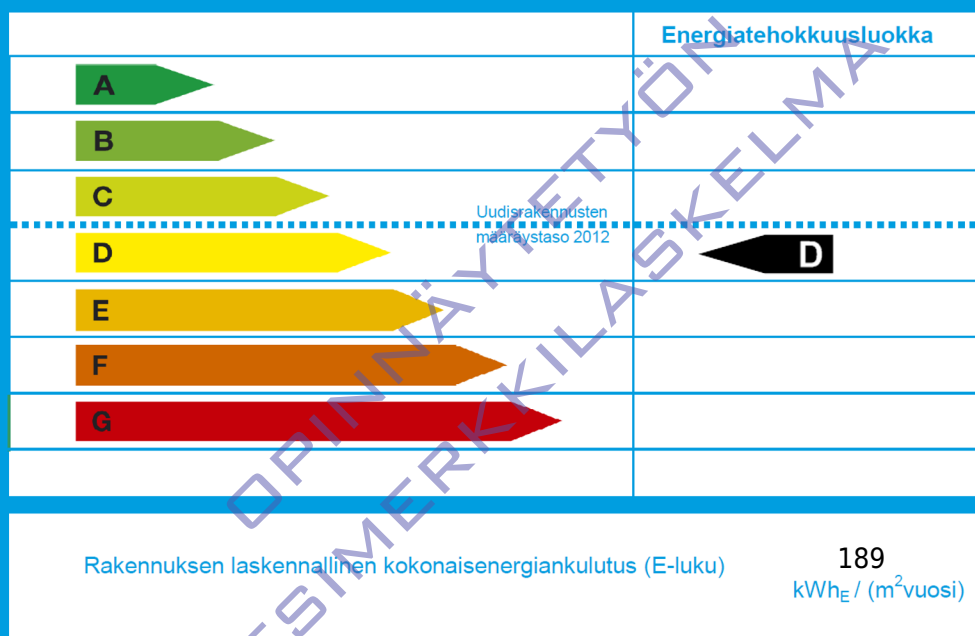
Pinotie 7, öljy vaihdettu pellettiin

Rakennustunnus:

Rakennuksen valmistumisvuosi: 1939

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Erilliset pientalot

Todistustunnus:



Todistuksen laatija:

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

30.7.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:

30.7.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 164 m²
 Lämmitysjärjestelmän kuvaus
 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	4190	26	1.7	44
Uusiutuva polttoaine	47478	289	0.5	145
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3772	23	1.7	39
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				189

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko

Erilliset pientalot

Luokkien rajat asteikolla

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

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

D

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.

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Erilliset pientalot		
Rakennuksen valmistumisvuosi	1939	Lämmitetty nettoala	164 m ²

Rakennusvaippa

Ilmanvuotoluku q_{50}	1			Osuus lämpöhäviöistä %
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	
Alapohja 1	105.00	0.21	22.05	10.19
Yläpohja	109.70	0.33	36.20	16.73
Seinä	166.80	0.37	61.72	28.53
Ullakon ovet	4.05	2.20	8.91	4.12
Ulko-ovet	4.40	2.20	9.68	4.47
Ikkunat pohjoiseen	5.88	2.10	12.35	5.71
Ikkuna itään	7.80	2.10	16.38	7.57
Ikkunat etelään	10.26	2.10	21.55	9.96
Ikkunat länteen	7.80	2.10	16.38	7.57
Kylmäsiillat	-	-	11.13	5.15

Ikkunat ilmansuunnittain

	A m ²	U W/(m ² K)	$g_{\text{kohtisuora}}$ -arvo
Pohjoinen	5.88	2.10	0.70
Itä	7.80	2.10	0.70
Etelä	10.26	2.10	0.70
Länsi	7.80	2.10	0.70

Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto °C
Painovoimainen	0.066 / 0.066	0.00	0.00	0

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 0.00

Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän kuvaus:

	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin ¹	Apulaitteiden sähkönkäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys	-	-	-	-
Lämmityskattila	0.79	0.80	-	2.77
Käyttöveden lämmitys	-	-	-	-

Lämmityskattila	0.79	0.80	-	0.77
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumpujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	0	0		
Ilmalämpöpumppu	0	0		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
	-			
Ei jäähdytystä	0			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² -vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² -vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	42.90		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
	-			
Erilliset pientalot	0.60	2.00	3.00	8.00

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Erilliset pientalot
Rakennuksen valmistumisvuosi	1939
Lämmitetty nettoala, m ²	164
E-luku, kWhE / (m²vuosi)	189

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/vuosi	-	kWhE/vuosi	kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	4190	1.7	7122	44
Uusiutuva polttoaine	47478	0.5	23739	145
YHTEENSÄ	51668		30861	189

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinkolämpö	593	4

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Kaukolämpö kWh/(m ² vuosi)	Polttoaine kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmityskattila				
Tilojen lämmitys ¹	0.77	0.00	238.23	0.00
Lämpimän käyttöveden valmistus	0.00	0.00	51.27	0.00
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	-	-	-
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	-	-	-
YHTEENSÄ	25.55	0.00	289.50	0.00

¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys ²	27098.87	165.24
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0.00	0.00
Lämpimän käyttöveden valmistus	7035.44	42.90

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	9411.74	57.39
Henkilöt	1723.80	10.51
Kuluttajalaitteet	2585.71	15.77

Valaistus	1149.20	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä	293.33	1.79

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Energiajunior 12.4

Energiatodistuksen laskenta on suoritettu Iamit.fi:n kuukausitason laskentamoottorilla. Laskentamoottori perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan osaan D5, ja sitä on tarkennettu soveltuvilta osin EN -standardien kuten ISO EN 13790 pohjalta. Laskentamoottori on validoitu ASHRAE 140-2011 standardin 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.

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

LISÄMERKINTÖJÄ

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**

Osoite:

Pinotie 7, öljy vaihdettu pellettiin

Valmistumisvuosi: **1939**

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	
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/brm²/vuosi):

236

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

Todistuksen antamispäivä:

30.7.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

29.7.2023

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

Bruttoala	195 brm ²	Ilmatilavuus	442,50 m ³
Rakennustilavuus	636,5 rak-m ³	Henkilömäärä	2
Huoneistoala	160 hum ²		

Rakenteet

Rakennusosat

Ulkoseinät

Seinä

Pinta-
ala (m²)U-arvo
(W/m²K)

166,80

0,37

Yläpohja

Yläpohja

109,70

0,33

Alapohja

Alapohja 1

105,00

0,21

Ovet

Ullakon ovet

4,05

2,2

Ulko-ovet

4,40

2,2

Ikkunat

Pohjoiseen

Ikkunat pohjoiseen

itään

5,88

2,1

g kohtisuora

F_{kehä}

0,70

0,75

Ikkuna itään

7,80

2,1

0,70

0,75

Etelään

Ikkunat etelään

10,26

2,1

0,70

0,75

Länteen

Ikkunat länteen

7,80

2,1

0,70

0,75

Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin.} 50,00 Wh(brm²K)

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n₅₀

Ilmanvaihdon poistoilmavirta

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

Asuintilat

1,0 1/h

0,061 m³/s

Painovoimainen

0 %

Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus

36,50 m³/vuosi

Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus

kyllä ei

Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys

Lämmityskattila

Sisältää käyttöveden lämmityksen

kyllä ei

Lämmönjakotapa

Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön

Lämmönvaraajat

Varaaja , 100 l

Lämpimän käyttöveden kiertojohto

kyllä ei

Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita

kyllä ei

Energiatohokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	36 280 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	9 750 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	46 030 kWh/vuosi
Rakennuksen energiatohokkuusluku	236 kWh/brm²/vuosi

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

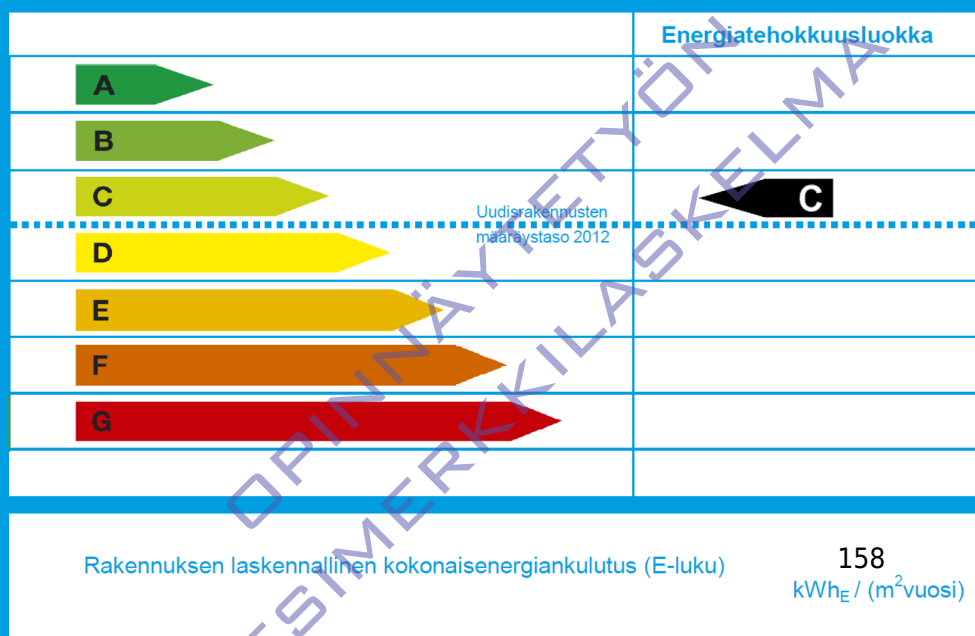
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: Pinotie 7, öljy vaihdettu pellettiin,
lisätty koneellinen tulo / poisto + lto,
lisätty aurinkokeräin

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: 1939

Rakennuksen käyttötarkoituusluokka: Erilliset pientalot

Todistustunnus:



Todistuksen laatija:

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
30.7.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
30.7.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 164 m²
 Lämmitysjärjestelmän kuvaus
 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	5491	33	1.7	57
Uusiutuva polttoaine	32902	201	0.5	101
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3772	23	1.7	39
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				158

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko

Erilliset pientalot

Luokkien rajat asteikolla

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

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

C

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.

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Erilliset pientalot		
Rakennuksen valmistumisvuosi	1939	Lämmitetty nettoala	164 m ²

Rakennusvaippa

Ilmanvuotoluku q_{50}	7	m ² /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	U×A W/K	Osuus lämpöhäviöistä %
Alapohja 1	105.00	0.21	22.05	11.75
Yläpohja	109.70	0.22	24.13	12.86
Seinä	166.80	0.27	45.04	24.01
Ullakon ovet	4.05	2.20	8.91	4.75
Ulko-ovet	4.40	2.20	9.68	5.16
Ikkunat pohjoiseen	5.88	2.10	12.35	6.58
Ikkuna itään	7.80	2.10	16.38	8.73
Ikkunat etelään	10.26	2.10	21.55	11.49
Ikkunat länteen	7.80	2.10	16.38	8.73
Kylmäsiillat	-	-	11.13	5.93

Ikkunat ilmansuunnittain

	A m ²	U W/(m ² K)	g_{kohtisuora}-arvo -
Pohjoinen	5.88	2.10	0.70
Itä	7.80	2.10	0.70
Etelä	10.26	2.10	0.70
Länsi	7.80	2.10	0.70

Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto °C
Pandion	0.066 / 0.066	1.70	0.79	0

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:

0.77

Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän kuvaus:

	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde -	Lämpökerroin¹ -	Apulaitteiden sähkönkäyttö² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys Lämmityskattila	0.79	0.80	-	2.77
Käyttöveden lämmitys				

Lämmityskattila	0.79	0.80	-	0.77
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumpujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä	Tuotto		
	kpl	kWh		
Varaava tulisija	0	0		
Ilmalämpöpumppu	0	0		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
	-			
Ei jäähdytystä	0			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus	Lämmitysenergian nettotarve		
	dm ³ /(m ² vuosi)	kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	42.90		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus
	-	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Erilliset pientalot	0.60	2.00	3.00	8.00

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Erilliset pientalot
Rakennuksen valmistumisvuosi	1939
Lämmitetty nettoala, m ²	164
E-luku, kWhE / (m²vuosi)	158

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/vuosi	-	kWhE/vuosi	kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	5491	1.7	9334	57
Uusiutuva polttoaine	32902	0.5	16451	101
YHTEENSÄ	38393		25785	158

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinkolämpö	3874	24

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Kaukolämpö kWh/(m ² vuosi)	Polttoaine kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Sähkö				
Tuloilman lämmitys	1.98	0.00	0.00	0.00
Lämmityskattila				
Tilojen lämmitys ¹	0.77	0.00	169.79	0.00
Lämpimän käyttöveden valmistus	0.00	0.00	30.83	0.00
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	5.96	-	-	-
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2.00	-	-	-
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	-	-	-
YHTEENSÄ	33.48	0.00	200.62	0.00

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys ²	20519.56	125.12
Ilmanvaihdon lämmitys ³	324.40	1.98
Lämpimän käyttöveden valmistus	7035.44	42.90

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
--	-----------	----------------------------

Aurinko	9338.62	56.94
Henkilöt	1723.80	10.51
Kuluttajalaitteet	2585.71	15.77
Valaistus	1149.20	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä	293.33	1.79

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Energiajunior 12.4

Energiatodistuksen laskenta on suoritettu Iamit.fi:n kuukausitason laskentamoottorilla. Laskentamoottori perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan osaan D5, ja sitä on tarkennettu soveltuvilta osin EN -standardien kuten ISO EN 13790 pohjalta. Laskentamoottori on validoitu ASHRAE 140-2011 standardin 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.

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

LISÄMERKINTÖJÄ

OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**

Osoite: Pinotie 7, öljy vaihdettu pellettiin,
lisätty koneellinen tulo / poisto + lto,
lisätty aurinkokeräin

Valmistumisvuosi: **1939**

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	
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/brm²/vuosi):

201

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

Todistuksen antamispäivä:

30.7.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

29.7.2023

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

Bruttoala	195 brm ²	Ilmatilavuus	442,50 m ³
Rakennustilavuus	636,5 rak-m ³	Henkilömäärä	2
Huoneistoala	160 hum ²		

Rakenteet

Rakennusosat

Ulkoseinät

Seinä

Pinta-
ala (m²)U-arvo
(W/m²K)

166,80

0,27

Yläpohja

Yläpohja

109,70

0,22

Alapohja

Alapohja 1

105,00

0,21

Ovet

Ullakon ovet

4,05

2,2

Ulko-ovet

4,40

2,2

Ikkunat

Pohjoiseen

Ikkunat pohjoiseen

Itään

Ikkuna itään

Etelään

Ikkunat etelään

Länteen

Ikkunat länteen

5,88

2,1

g kohtisuora

0,70

F_{kehä}

0,75

7,80

2,1

0,70

0,75

10,26

2,1

0,70

0,75

7,80

2,1

0,70

0,75

Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin.} 50,00 Wh(brm²K)

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n₅₀

Ilmanvaihdon poistoilmavirta

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

Asuintilat

7,0 1/h

0,061 m³/s

Pandion

77 %

Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus

36,50 m³/vuosi

Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus

kyllä ei

Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys

Lämmityskattila

Sisältää käyttöveden lämmityksen

kyllä ei

Lämmönjakotapa

Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön

Lämmönvaraajat

Varaaja , 100 l

Lämpimän käyttöveden kiertojohto

kyllä ei

Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita

kyllä ei

Energiatohokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	29 418 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	9 750 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	39 168 kWh/vuosi
Rakennuksen energiatohokkuusluku	201 kWh/brm²/vuosi

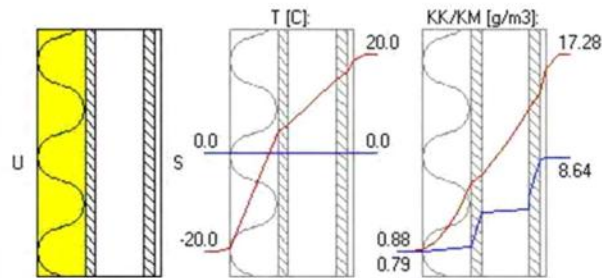
OPINNÄYTETYÖN
ESIMERKKILASKELMA

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: US1

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo: 0.271 W/m²K
Paksuus: 258.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 48.07 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 5804.491 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000172 g/m²hPa
Lämmönvastus: 3.692 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.070 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 ISOVER KL-C	100.00	0.0410	3.780000e-04	0.00	0.00
2 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
3 Sahanpuru	100.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
4 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
5 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
6 Puukuitulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
1 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
3 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:**3:n päivän kylmin (0.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.32	0.93	0.79	85.0	0.00
2	4.44	6.60	1.15	17.4	0.00
3	5.97	7.30	4.12	56.5	0.00
4	14.83	12.73	4.33	34.0	0.00
5	14.90	12.78	5.50	43.1	0.00
6	16.43	14.01	8.48	60.5	0.00
7	18.73	16.06	8.64	53.8	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

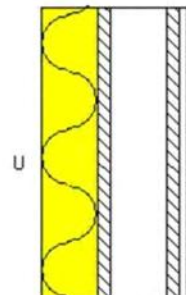
Lisätiedot:Ulkoilma - sisätilat, 111,8 m²

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

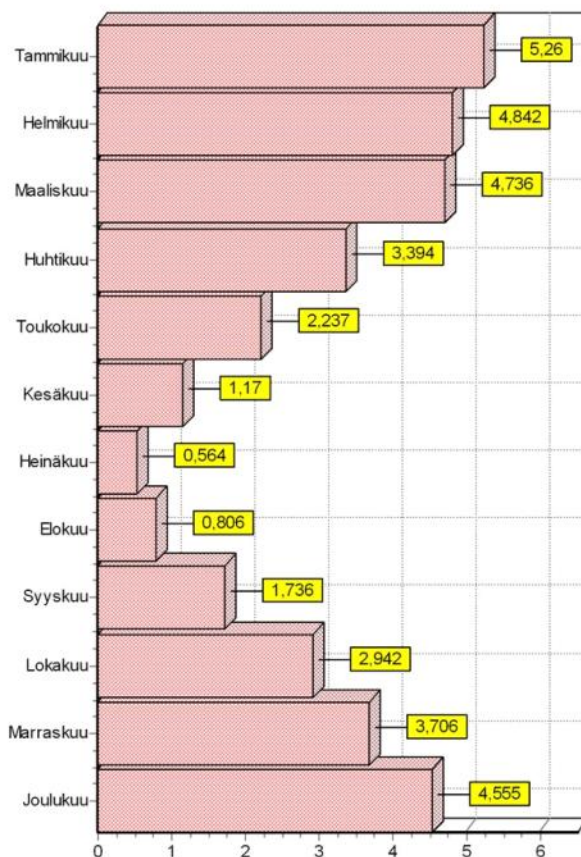
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: US1

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

KERROS:	T [mm]:
ISOVER KL-C	100.00
Puu (mänty)	22.00
Sahanpuru	100.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	22.00
Puukuitulevy, huokoi	13.00



Energian kulutus: (Yhteensä 35.948 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.271 W/m ² K
Paksuus:	258.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	48.07 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	5804.491 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000172 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.692 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

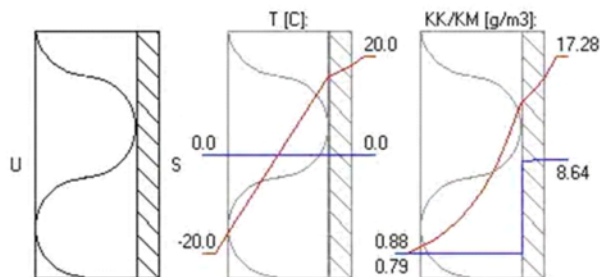
Ulkoilma - sisätilat, 111,8 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: US2

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.407 W/m²K
Paksuus: 122.200 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 17.34 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 127464.550
Vesih. läpäisykerroin: 0.000008 g/m²hPa
Lämmönvastus: 2.456 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
Kulma (0-90): 90.000



Rakenteen kerrostiedot:

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
2 Muovikalvo 0.20 mm	0.20	0.3400	1.600000e-09	0.00	900.00
3 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:	LK [W/K](kpl):
1 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-15.65	1.30	0.79	60.8	0.00
2	15.83	13.52	0.80	6.0	0.00
3	15.84	13.53	8.51	62.9	0.00
4	18.12	15.48	8.64	55.8	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

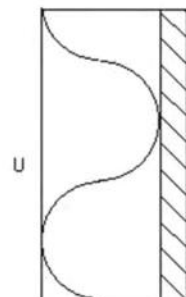
Kylmä ullakko - pukuhuone, 7,8 m²

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

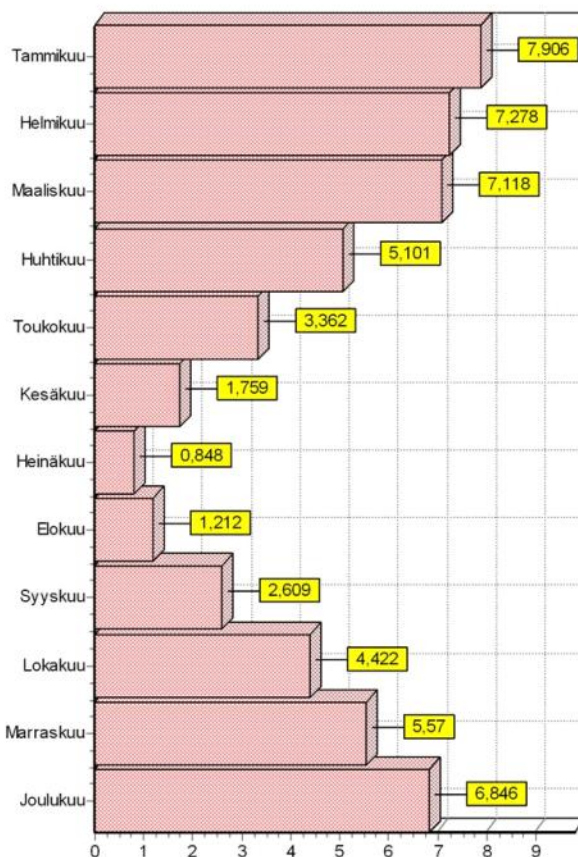
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: US2

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

KERROS:	T [mm]:
Mineraalivilla	100.00
Muovikalvo 0.20 mm	0.20
Puu (mänty)	22.00



Energian kulutus: (Yhteensä 54.030 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.407 W/m ² K
Paksuus:	122.200 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	17.34 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	127464.550 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000008 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	2.456 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

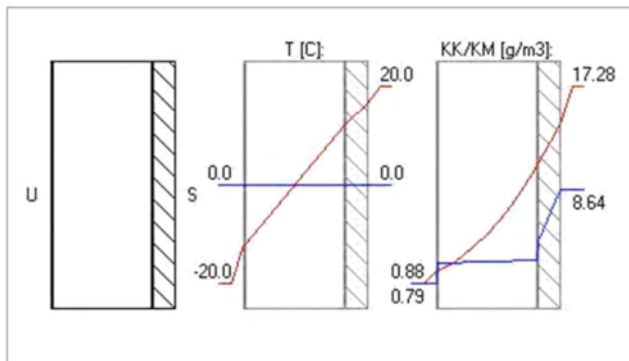
Kylmä ullakko - pukuhuone, 7,8 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: US3

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo: 0.671 W/m²K
Paksuus: 124.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 29.12 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 4087.626 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000245 g/m²hPa
Lämmönvastus: 1.491 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
Kulma (0-90): 90.000



Rakenteen kerrostiedot:

		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)				
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00	
2 Sahanpuru	100.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00	
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00	
4 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):	
2 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---	

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

Piste:	3:n päivän kylmin (0.0 h)				
	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-12.06	1.82	0.79	43.2	0.00
2	-11.87	1.86	2.46	100.0	0.00
3	12.21	10.85	2.75	25.3	0.00
4	12.40	10.98	4.42	40.2	0.00
5	16.56	14.12	8.64	61.2	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

vanha seinä makuuhuoneet ja
porrashuoneet, 36,9 m²

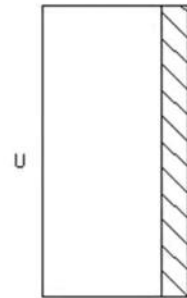
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

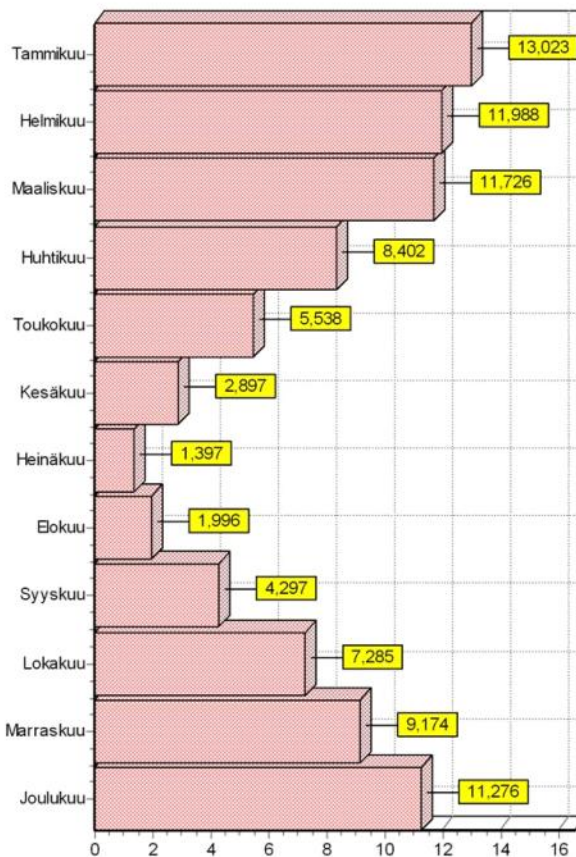
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: US3

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

KERROS:	T [mm]:
Tervapaperi	1.00
Sahanpuru	100.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	22.00



Energian kulutus: (Yhteensä 89.000 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.671 W/m ² K
Paksuus:	124.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	29.12 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	4087.626 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000245 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	1.491 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

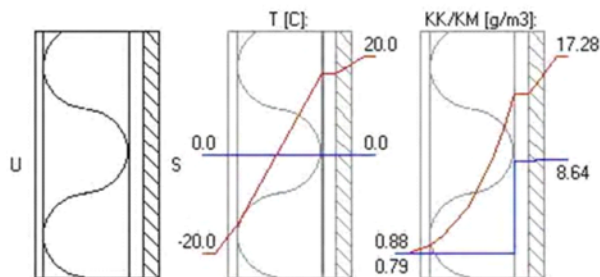
Lisätiedot:

vanha seinä makuuhuoneet ja porrashuoneet, 36,9 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: US4

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo:	0.319 W/m ² K
Paksuus:	182.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	26.43 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	280598.526
Vesih. läpäisykerroin:	0.000004 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.138 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000



Rakenteen kerrostiedot:

		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)				
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 Puukuitulevy, huok.	13.00	0.0650	6.840000e-05	0.00	350.00	
2 Mineraalivilla	125.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00	
3 Bitumi	1.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00	
4 Tuulettuva ilmarako	20.00	10.0000	1.000000e+01	0.00	0.00	
5 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):	
2 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---	
4 Puu (mänty)	0.1400	16.0	0.00	480.00	---	

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

		3:n päivän kylmin (0.0 h)				
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:	
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00	
1	-16.59	1.19	0.79	66.4	0.00	
2	-14.32	1.47	0.79	53.8	0.00	
3	16.57	14.13	0.80	5.7	0.00	
4	16.63	14.18	8.58	60.5	0.00	
5	16.66	14.20	8.58	60.4	0.00	
6	18.52	15.86	8.64	54.5	0.00	
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00	

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

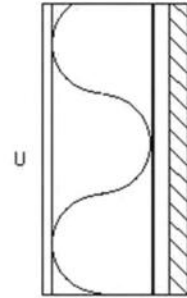
Lisätiedot:

kylmä ullakko - sauna ja kylpyhuone, 10,3 m²

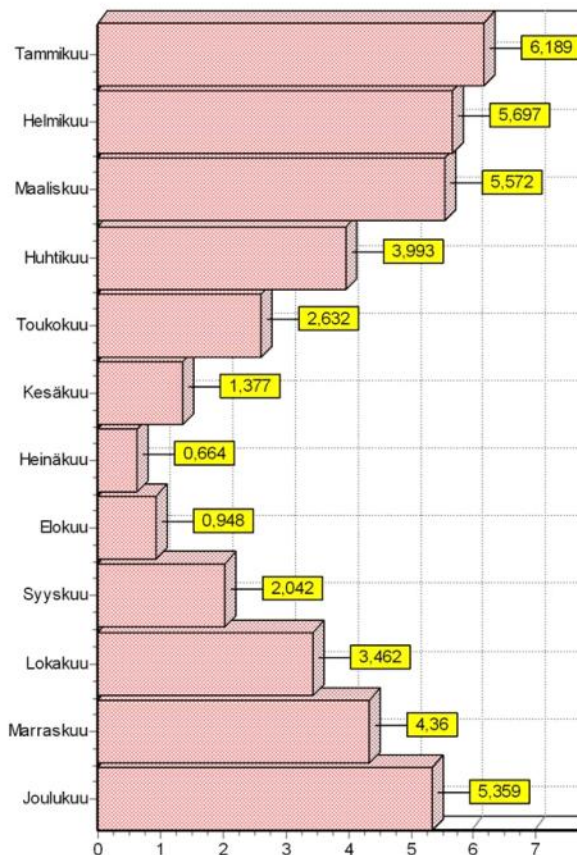
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: US4

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

KERROS:	T [mm]:
Puukuitulevy, huok.	13.00
Mineraalivilla	125.00
Bitumi	1.00
Tuulettuva ilmarako	20.00
Puu (mänty)	23.00



Energian kulutus: (Yhteensä 42.293 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.319 W/m ² K
Paksuus:	182.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	26.43 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	280598.526 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000004 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.138 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

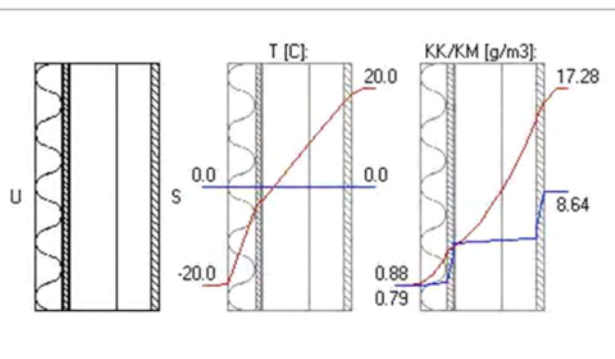
kylmä ullakko - sauna ja kylpyhuone, 10,3 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: AP1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.184 W/m²K
Paksuus: 452.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 82.68 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 7455.207 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000134 g/m²hPa
Lämmönvastus: 5.424 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.170 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
2 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Sahanpuru	175.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
5 Sahanpuru	125.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
6 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
7 Puu (mänty)	28.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
4 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
5 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.71	0.90	0.79	87.8	0.00
2	-3.85	3.65	1.07	29.3	0.00
3	-2.70	3.98	3.38	85.0	0.00
4	-2.65	4.00	4.30	100.0	0.00
5	8.96	8.85	4.58	51.7	0.00
6	17.25	14.71	4.78	32.5	0.00
7	17.30	14.76	5.69	38.6	0.00
8	18.76	16.08	8.64	53.7	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

Alapohja olohuoneiden kohdalla, 50 m²

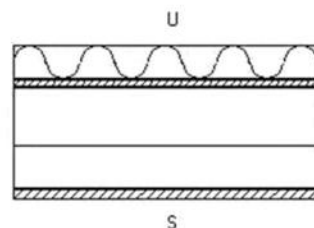
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

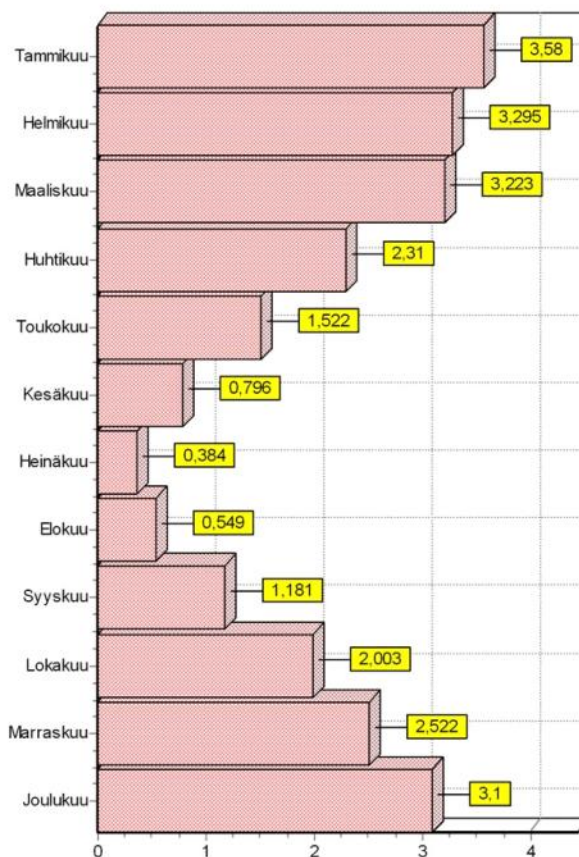
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: AP1

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

KERROS:	T [mm]:
Mineraalivilla	100.00
Puu (mänty)	22.00
Tervapaperi	1.00
Sahanpuru	175.00
Sahanpuru	125.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	28.00



Energian kulutus: (Yhteensä 24.465 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.184 W/m ² K
Paksuus:	452.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	82.68 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	7455.207 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000134 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	5.424 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

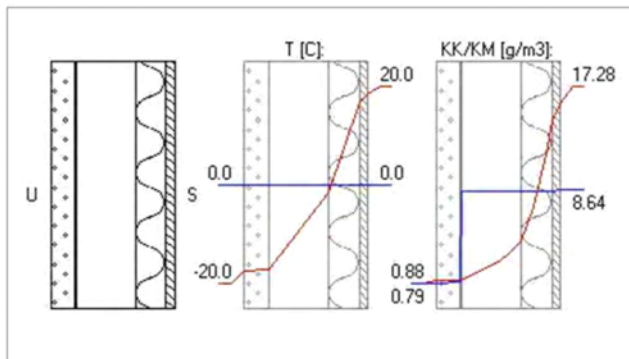
Lisätiedot:

Alapohja olohuoneiden kohdalla, 50 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: Rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: AP2

Rakenteen päättiedot:

U-arvo:	0.227 W/m ² K
Paksuus:	409.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	245.73 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	284849.062
Vesih. läpäisykerroin:	0.000004 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.404 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000



Rakenteen kerrostiedot:

		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)				
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 Betoni	80.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00	
2 Bitumi	1.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00	
3 Sahanpuru	200.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00	
4 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00	
5 Puu (mänty)	28.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):	
3 Puu (mänty)	0.1400	1.0	0.00	480.00	---	
4 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---	

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-17.45	1.09	0.79	72.1	0.00
2	-17.06	1.13	0.89	78.5	0.00
3	-17.01	1.14	8.55	100.0	0.00
4	-1.58	4.33	8.56	100.0	0.00
5	16.86	14.37	8.56	59.6	0.00
6	18.56	15.89	8.64	54.4	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Lisätiedot:

Alapohja kellarin kohdalla, 26,4 m²

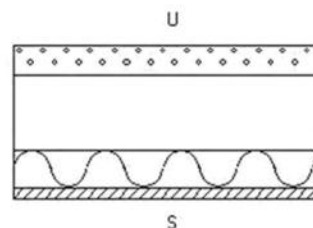
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

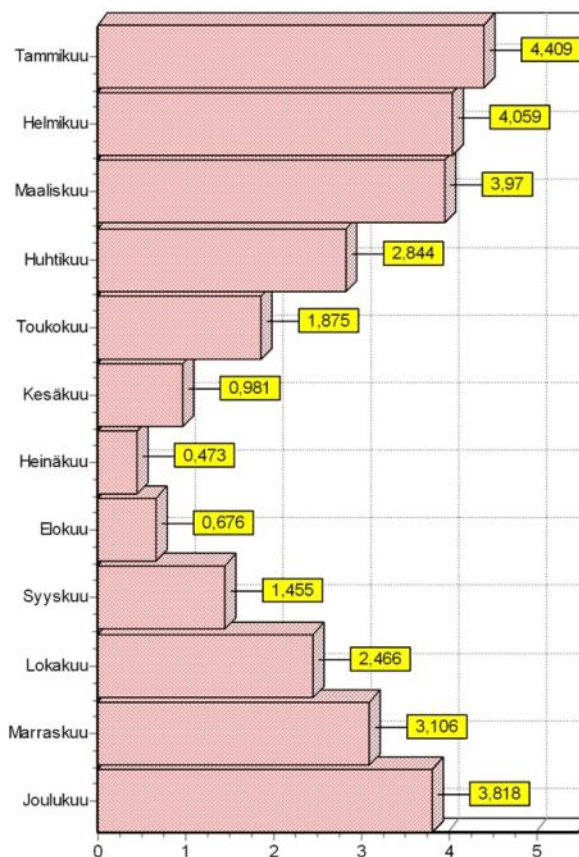
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: Rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: AP2

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

KERROS:	T [mm]:
Betoni	80.00
Bitumi	1.00
Sahanpuru	200.00
Mineraalivilla	100.00
Puu (mänty)	28.00



Energian kulutus: (Yhteensä 30.131 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.227 W/m ² K
Paksuus:	409.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	245.73 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	284849.062 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000004 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.404 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

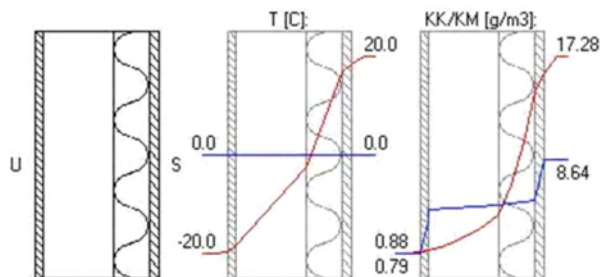
Alapohja kellarin kohdalla, 26,4 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: AP3

Rakenteen päättiedot:

U-arvo: 0.237 W/m²K
Paksuus: 351.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 67.72 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 6435.636 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000155 g/m²hPa
Lämmönvastus: 4.222 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.170 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
3 Sahanpuru	200.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
4 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
5 Puu (mänty)	28.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
3 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
4 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.65	0.90	0.79	87.4	0.00
2	-18.27	1.01	3.47	100.0	0.00
3	-18.21	1.02	4.53	100.0	0.00
4	-2.28	4.11	4.90	100.0	0.00
5	16.76	14.29	5.23	36.6	0.00
6	18.51	15.85	8.64	54.5	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

Alapohja wc-tilojen ja eteisten kohdalla, 19,6 m²

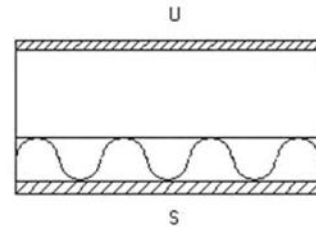
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

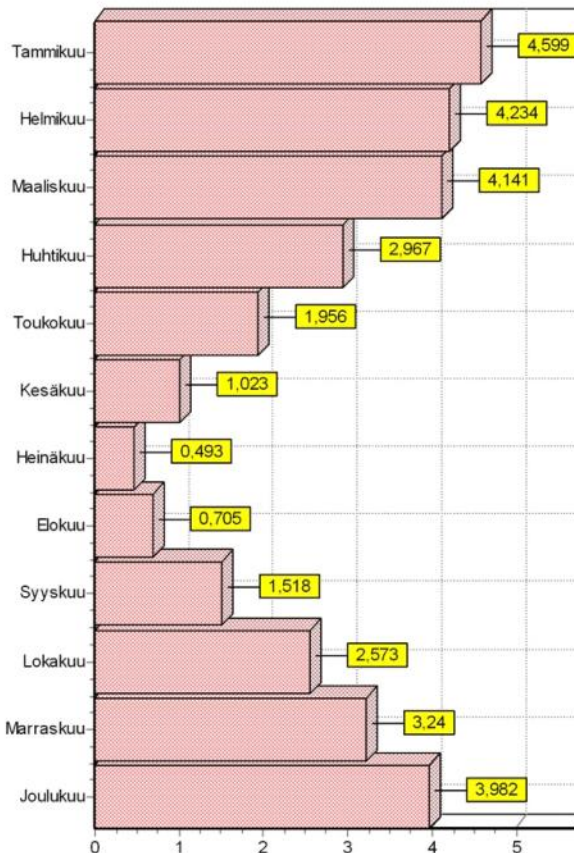
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: AP3

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

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	22.00
Tervapaperi	1.00
Sahanpuru	200.00
Mineraalivilla	100.00
Puu (mänty)	28.00



Energian kulutus: (Yhteensä 31.432 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.237 W/m ² K
Paksuus:	351.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	67.72 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	6435.636 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000155 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.222 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

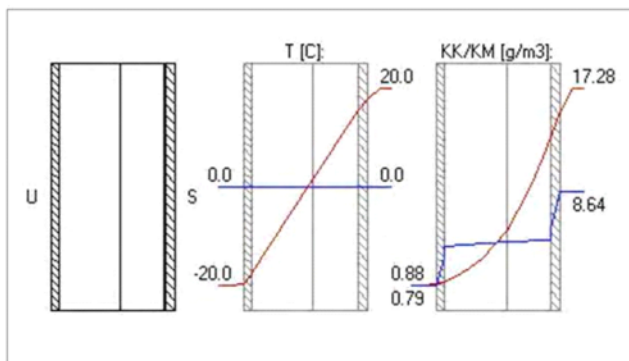
Alapohja wc-tilojen ja eteisten kohdalla,
19,6 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: AP4

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.308 W/m²K
Paksuus: 352.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 79.68 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 7190.657 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000139 g/m²hPa
Lämmönvastus: 3.250 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.170 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
3 Sahanpuru	175.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
4 Sahanpuru	125.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
5 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
6 Puu (mänty)	28.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
3 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
4 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.52	0.91	0.79	86.4	0.00
2	-17.62	1.08	3.19	100.0	0.00
3	-17.53	1.09	4.14	100.0	0.00
4	1.70	5.47	4.43	80.9	0.00
5	15.44	13.21	4.64	35.1	0.00
6	15.53	13.28	5.58	42.1	0.00
7	17.94	15.33	8.64	56.4	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

Alapohja tuulikaappien ja porrashuoneiden kohdalla, 9 m²

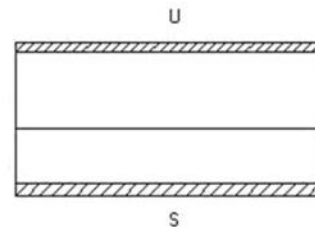
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

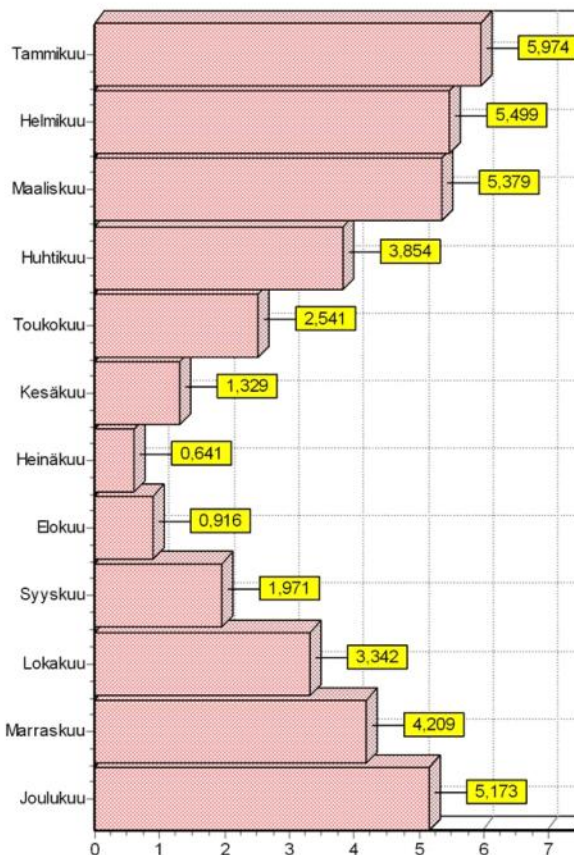
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: AP4

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

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	22.00
Tervapaperi	1.00
Sahanpuru	175.00
Sahanpuru	125.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	28.00



Energian kulutus: (Yhteensä 40.827 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.308 W/m ² K
Paksuus:	352.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	79.68 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	7190.657 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000139 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.250 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

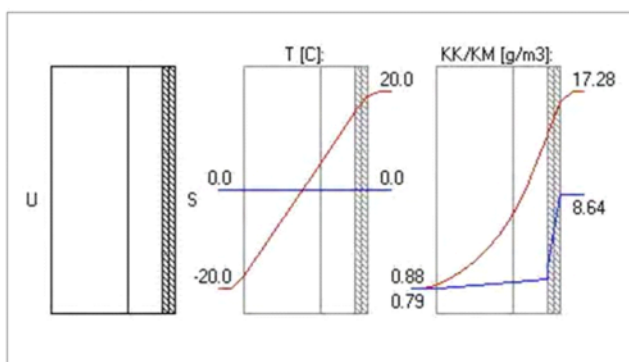
Alapohja tuulikaappien ja porrashuoneiden kohdalla, 9 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: YP1

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo: 0.230 W/m²K
Paksuus: 447.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 89.28 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 6074.116 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000165 g/m²hPa
Lämmönvastus: 4.348 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.100 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Sahanpuru	275.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
2 Sahanpuru	125.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
5 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
2 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-17.26	1.11	0.79	70.8	0.00
2	5.62	7.13	1.33	18.6	0.00
3	16.01	13.66	1.57	11.5	0.00
4	16.08	13.72	2.69	19.6	0.00
5	17.58	15.00	5.67	37.8	0.00
6	19.09	16.39	8.64	52.7	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

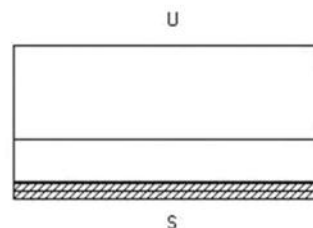
harjan alapuolinen tuuletustila -
sisätilat, 51,44 m²

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

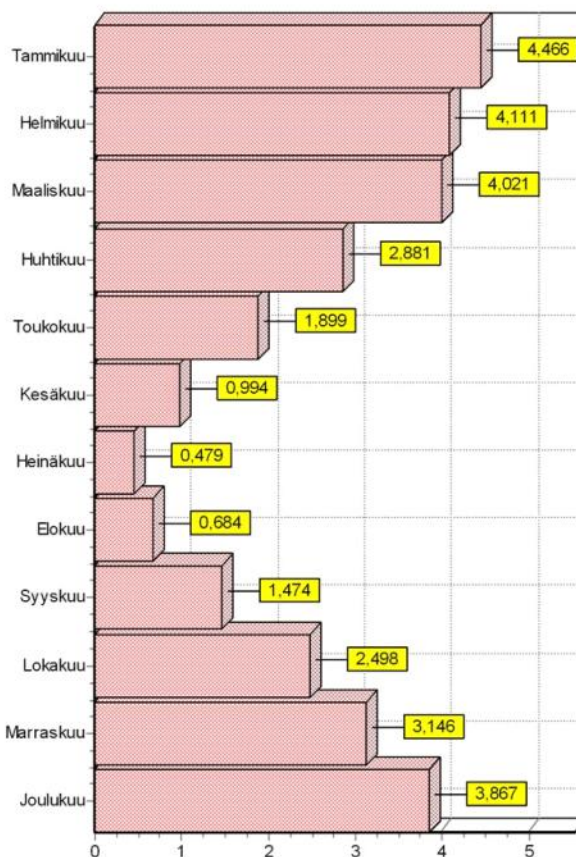
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP1

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

KERROS:	T [mm]:
Sahanpuru	275.00
Sahanpuru	125.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	23.00
Puu (mänty)	23.00



Energian kulutus: (Yhteensä 30.523 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.230 W/m ² K
Paksuus:	447.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	89.28 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	6074.116 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000165 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.348 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

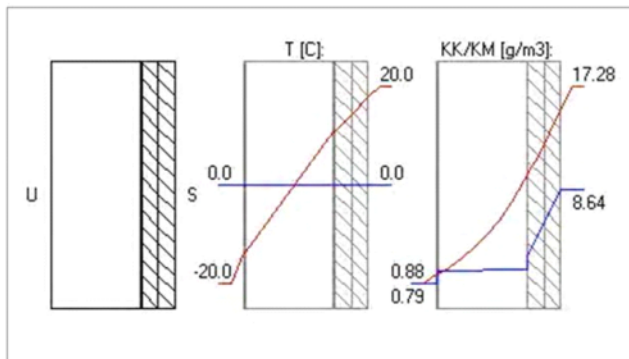
harjan alapuolinen tuuletustila - sisätilat,
51,44 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP2

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo: 0.539 W/m²K
Paksuus: 173.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 45.28 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 6525.505 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000153 g/m²hPa
Lämmönvastus: 1.855 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.100 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)				
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00	
2 Sahanpuru	125.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00	
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00	
4 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00	
5 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):	
2 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---	

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-13.61	1.58	0.79	50.0	0.00
2	-13.46	1.60	1.83	100.0	0.00
3	10.73	9.89	2.06	20.8	0.00
4	10.88	9.99	3.11	31.1	0.00
5	14.37	12.38	5.87	47.4	0.00
6	17.87	15.26	8.64	56.6	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Lisätiedot:

vino yläpohja ulkoilma - sisätilat,
21,46 m²

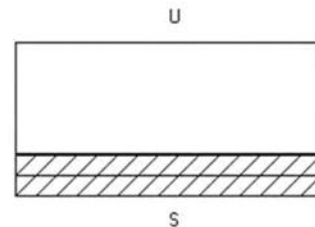
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

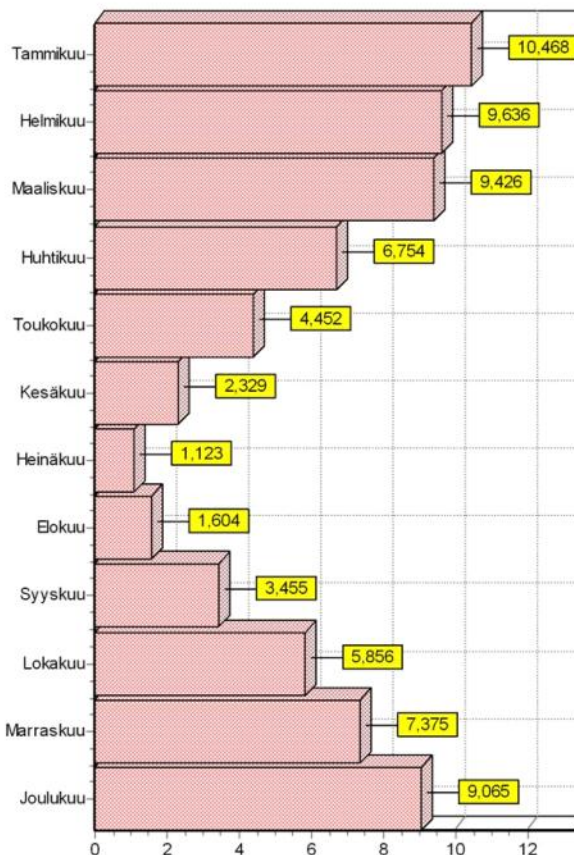
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP2

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

KERROS:	T [mm]:
Tervapaperi	1.00
Sahanpuru	125.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	23.00
Puu (mänty)	23.00



Energian kulutus: (Yhteensä 71.542 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.539 W/m ² K
Paksuus:	173.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	45.28 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	6525.505 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000153 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	1.855 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

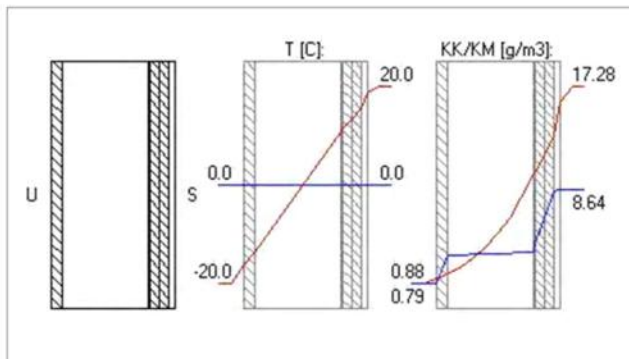
vino yläpohja ulkoilma - sisätilat, 21,46 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: YP3

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo: 0.341 W/m²K
Paksuus: 285.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 75.75 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 8391.456 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000119 g/m²hPa
Lämmönvastus: 2.930 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.100 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Puu (mänty)	25.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Sahanpuru	200.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
5 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
6 Puukuitulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m³]:	Paino [kg/m³]:	LK [W/K](kpl):
2 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-15.96	1.26	0.79	62.6	0.00
2	-13.55	1.59	3.13	100.0	0.00
3	10.94	10.03	3.41	34.0	0.00
4	11.04	10.09	4.22	41.9	0.00
5	13.25	11.57	6.38	55.1	0.00
6	15.47	13.23	8.53	64.5	0.00
7	18.65	15.98	8.64	54.1	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

sisätila - kylmä ullakko, 36,8 m²

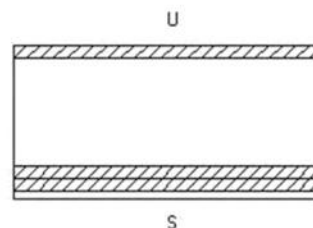
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

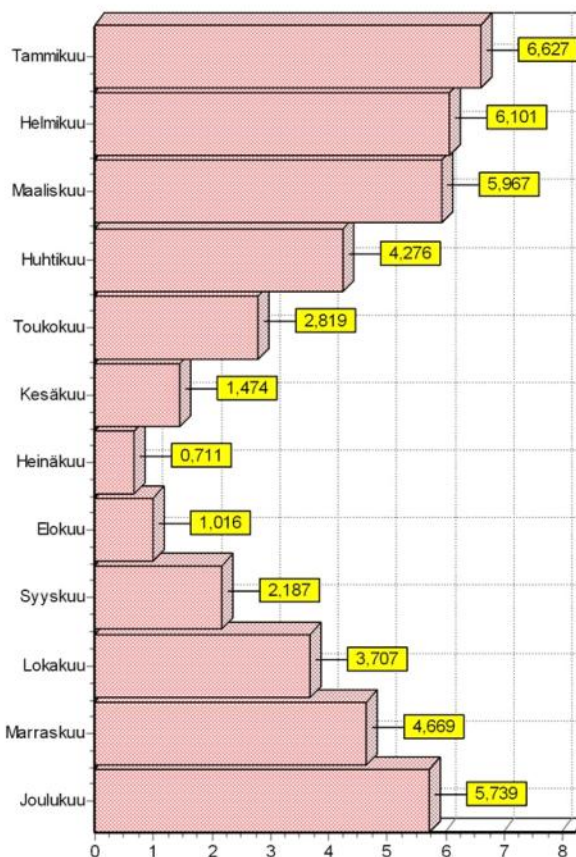
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: rakenne 2013	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP3

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

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	25.00
Sahanpuru	200.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	23.00
Puu (mänty)	23.00
Puukuitulevy, huokoi	13.00



Energian kulutus: (Yhteensä 45.293 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.341 W/m ² K
Paksuus:	285.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	75.75 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	8391.456 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000119 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	2.930 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

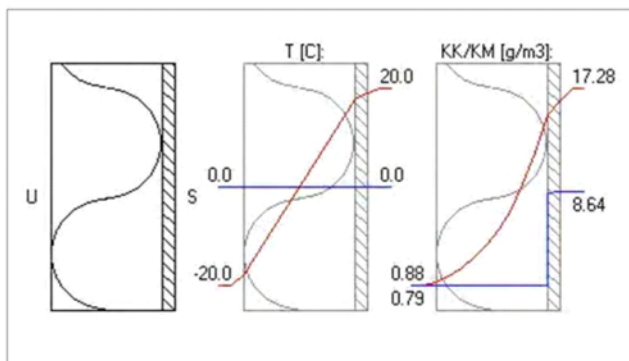
sisätila - kylmä ullakko, 36,8 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: US2

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.231 W/m²K
Paksuus: 222.200 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 23.94 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 127729.101
Vesih. läpäisykerroin: 0.000008 g/m²hPa
Lämmönvastus: 4.325 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
Kulma (0-90): 90.000



Rakenteen kerrostiedot:

		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)				
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 Mineraalivilla	200.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00	
2 Muovikalvo 0.20 mm	0.20	0.3400	1.600000e-09	0.00	900.00	
3 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):	
1 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---	

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-17.57	1.08	0.79	72.8	0.00
2	17.67	15.08	0.82	5.4	0.00
3	17.67	15.09	8.51	56.4	0.00
4	18.95	16.25	8.64	53.2	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

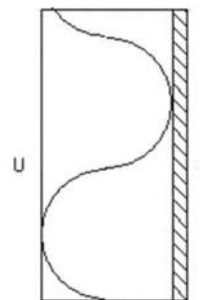
Kylmä ullakko - pukuhuone, 7,8 m²

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

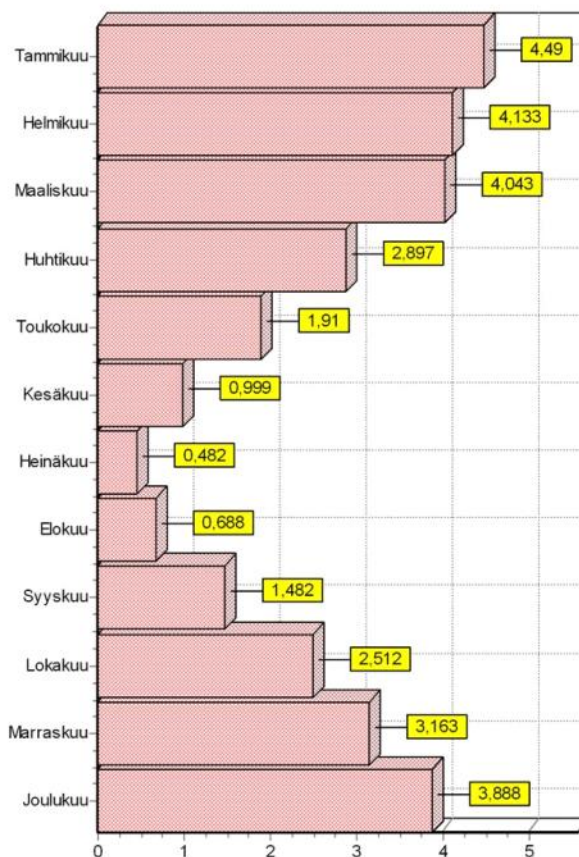
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: US2

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

KERROS:	T [mm]:
Mineraalivilla	200.00
Muovikalvo 0.20 mm	0.20
Puu (mänty)	22.00



Energian kulutus: (Yhteensä 30.686 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.231 W/m ² K
Paksuus:	222.200 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	23.94 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	127729.101 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000008 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.325 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

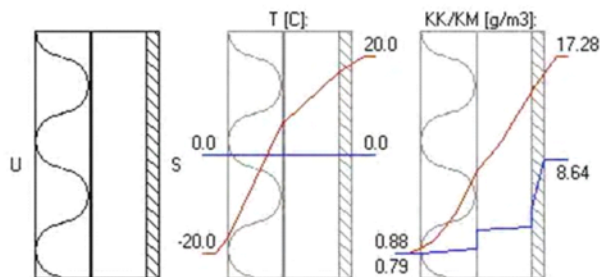
Kylmä ullakko - pukuhuone, 7,8 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: US3

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo: 0.298 W/m²K
Paksuus: 224.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 35.72 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 4352.177 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000230 g/m²hPa
Lämmönvastus: 3.360 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
Kulma (0-90): 90.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
2 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
3 Sahanpuru	100.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
4 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
5 Puu (mänty)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
1 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
3 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-16.74	1.17	0.79	67.4	0.00
2	6.86	7.73	1.27	16.4	0.00
3	6.94	7.77	2.83	36.4	0.00
4	16.81	14.33	3.11	21.7	0.00
5	16.88	14.39	4.67	32.5	0.00
6	18.59	15.92	8.64	54.3	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

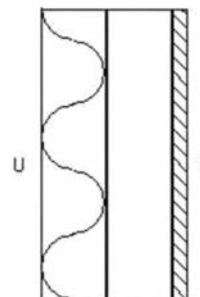
vanha seinä makuuhuoneet ja
porrashuoneet, 36,9 m²

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

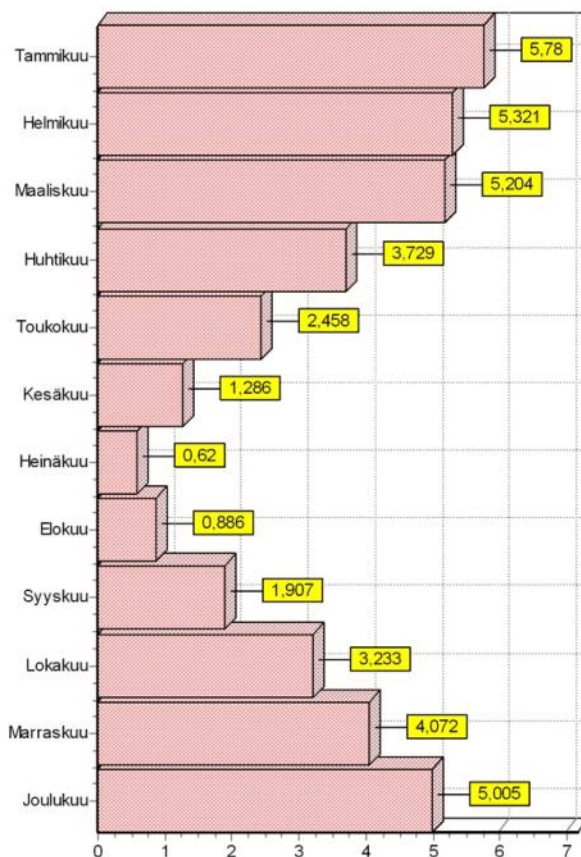
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: US3

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

KERROS:	T [mm]:
Mineraalivilla	100.00
Tervapaperi	1.00
Sahanpuru	100.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	22.00



Energian kulutus: (Yhteensä 39.501 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.298 W/m ² K
Paksuus:	224.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	35.72 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	4352.177 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000230 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.360 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

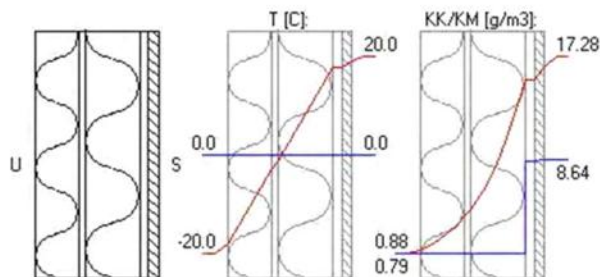
Lisätiedot:

vanha seinä makuuhuoneet ja porrashuoneet, 36,9 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: US4

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.200 W/m ² K
Paksuus:	282.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	33.03 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	280863.076
Vesih. läpäisykerroin:	0.000004 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	5.006 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
2 Puukuitulevy, huok.	13.00	0.0650	6.840000e-05	0.00	350.00
3 Mineraalivilla	125.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
4 Bitumi	1.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00
5 Tuulettuva ilmarako	20.00	10.0000	1.000000e+01	0.00	0.00
6 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
KYLMA-SILTA:					
	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
1 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
3 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
5 Puu (mänty)	0.1400	16.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

Piste:	3:n päivän kylmin (0.0 h)				
	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-17.89	1.05	0.79	75.1	0.00
2	-2.62	4.01	0.80	19.9	0.00
3	-1.21	4.44	0.80	18.0	0.00
4	17.88	15.27	0.81	5.3	0.00
5	17.92	15.30	8.58	56.1	0.00
6	17.93	15.31	8.58	56.0	0.00
7	19.09	16.39	8.64	52.7	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

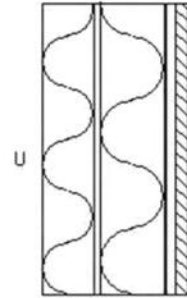
Lisätiedot:

kylmä ullakko - sauna ja kylpyhuone, 10,3 m²

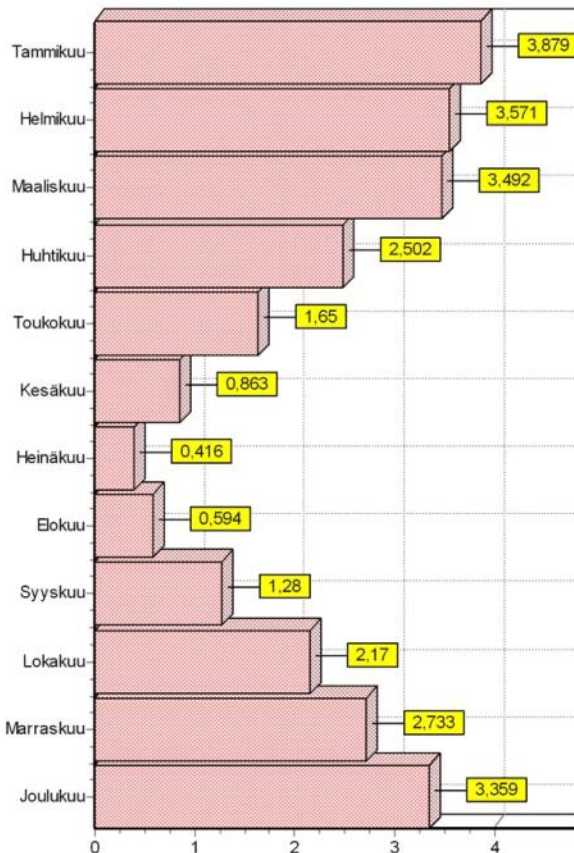
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: US4

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

KERROS:	T [mm]:
Mineraalivilla	100.00
Puukuitulevy, huok.	13.00
Mineraalivilla	125.00
Bitumi	1.00
Tuulettuva ilmarako	20.00
Puu (mänty)	23.00



Energian kulutus: (Yhteensä 26.508 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.200 W/m ² K
Paksuus:	282.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	33.03 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	280863.076 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000004 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	5.006 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

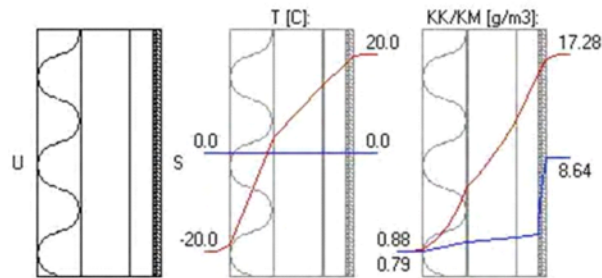
kylmä ullakko - sauna ja kylpyhuone, 10,3 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP1

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo: 0.111 W/m²K
Paksuus: 697.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 105.78 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 6735.492 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000148 g/m²hPa
Lämmönvastus: 9.019 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.100 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Mineraalivilla	250.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
2 Sahanpuru	275.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
3 Sahanpuru	125.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
4 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
5 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
6 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
1 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
3 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-18.78	0.97	0.79	81.2	0.00
2	3.39	6.14	1.56	25.4	0.00
3	13.59	11.81	2.05	17.3	0.00
4	18.22	15.58	2.27	14.5	0.00
5	18.25	15.61	3.28	21.0	0.00
6	18.92	16.23	5.96	36.7	0.00
7	19.59	16.88	8.64	51.2	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

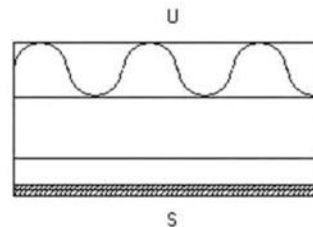
harjan alapuolinen tuuletustila -
sisätilat, 51,44 m²

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

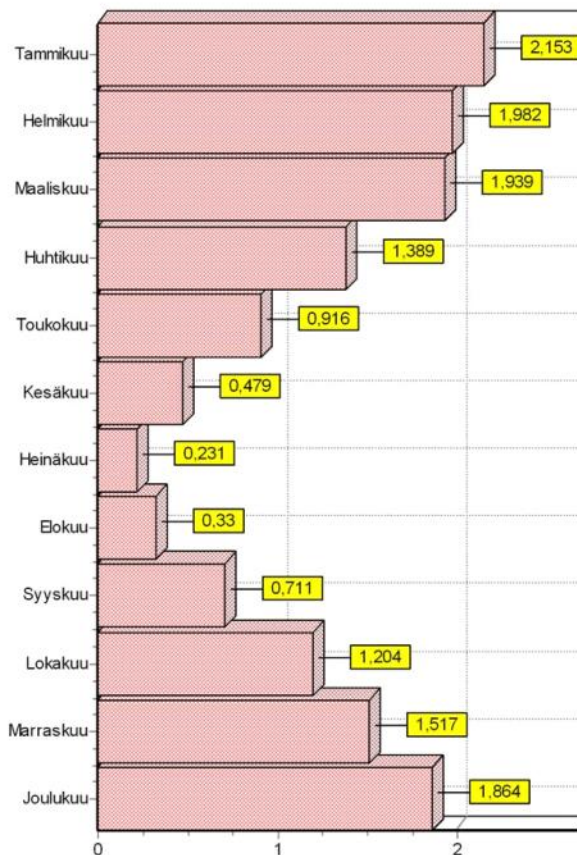
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP1

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

KERROS:	T [mm]:
Mineraalivilla	250.00
Sahanpuru	275.00
Sahanpuru	125.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	23.00
Puu (mänty)	23.00



Energian kulutus: (Yhteensä 14.714 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.111 W/m ² K
Paksuus:	697.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	105.78 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	6735.492 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000148 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	9.019 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

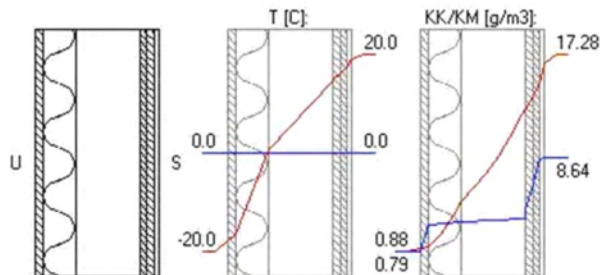
harjan alapuolinen tuuletustila - sisätilat,
51,44 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013
	Tunnus: YP3

Rakenteen päättiedot:

U-arvo: 0.208 W/m²K
Paksuus: 385.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 82.35 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 8656.006 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000116 g/m²hPa
Lämmönvastus: 4.798 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.100 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Puu (mänty)	25.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Sahanpuru	200.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
4 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
5 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
6 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
7 Puukuittulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
2 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---
3 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-17.67	1.07	0.79	73.5	0.00
2	-16.28	1.22	3.06	100.0	0.00
3	0.63	5.08	3.30	65.0	0.00
4	14.77	12.69	3.57	28.2	0.00
5	14.83	12.73	4.36	34.3	0.00
6	16.11	13.74	6.45	46.9	0.00
7	17.38	14.83	8.53	57.5	0.00
8	19.22	16.52	8.64	52.3	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

sisätila - kylmä ullakko, 36,8 m²

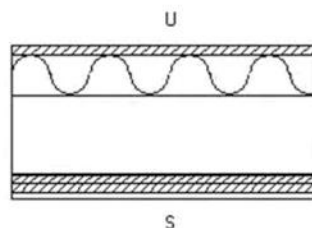
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

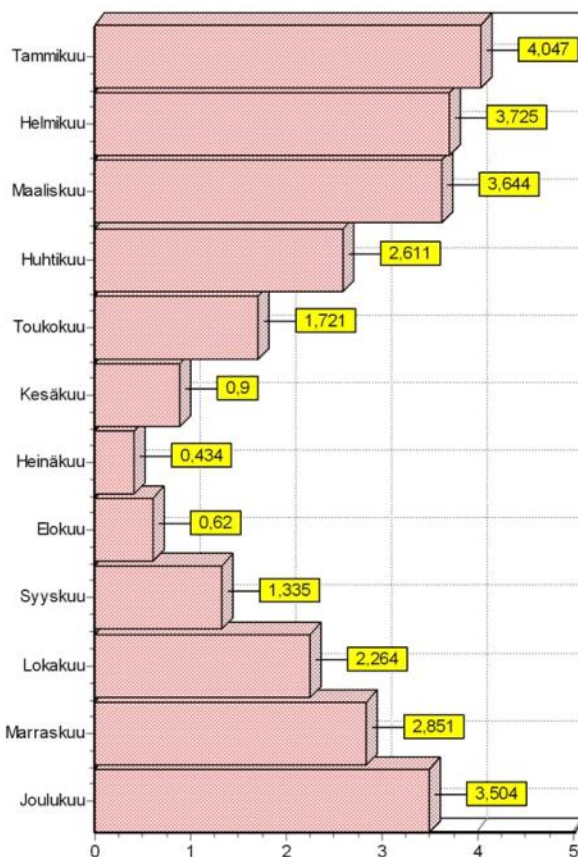
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP3

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

KERROS:	T [mm]:
Puu (mänty)	25.00
Mineraalivilla	100.00
Sahanpuru	200.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	23.00
Puu (mänty)	23.00
Puukuitulevy, huokoi	13.00



Energian kulutus: (Yhteensä 27.656 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.208 W/m ² K
Paksuus:	385.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	82.35 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	8656.006 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000116 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.798 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

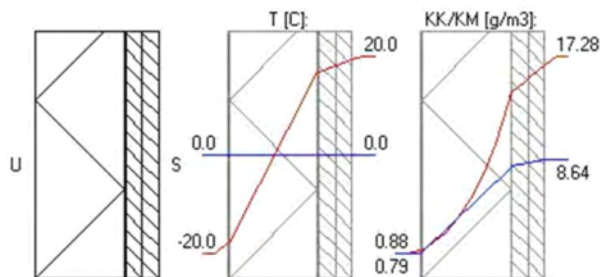
sisätila - kylmä ullakko, 36,8 m²

Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP2

Rakenteen päätiiedot:

U-arvo: 0.237 W/m²K
Paksuus: 173.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 32.63 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 72125.585 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000014 g/m²hPa
Lämmönvastus: 4.211 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.300 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.100 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
2 Polyuretaani	125.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
5 Puu (mänty)	23.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
2 Puu (mänty)	0.1400	8.0	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-17.77	1.06	0.79	74.2	0.00
2	-17.71	1.07	0.88	82.7	0.00
3	16.76	14.29	8.05	56.3	0.00
4	16.81	14.33	8.14	56.8	0.00
5	18.03	15.40	8.39	54.5	0.00
6	19.26	16.55	8.64	52.2	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

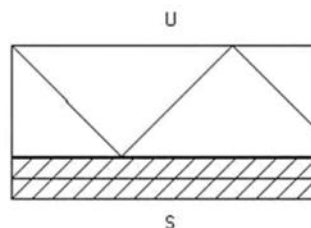
sahanpuru vaihdettu
polyuretaaniksi, vino yläpohja
ulkoilma - sisätilat, 21,46 m²

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

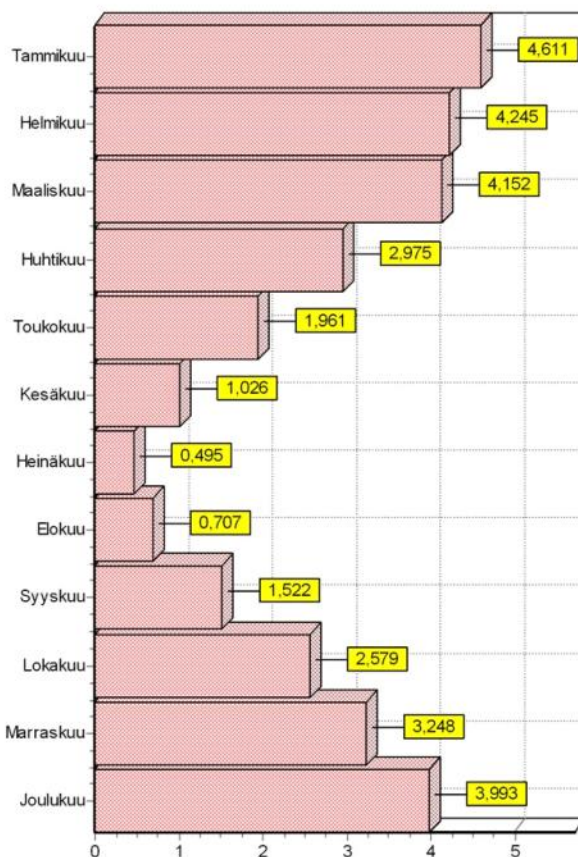
Rakennuskohde: Pinotie 7	Sisältö: parannettu rakenne	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.7.2013	Tunnus: YP2

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

KERROS:	T [mm]:
Tervapaperi	1.00
Polyuretaani	125.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	23.00
Puu (mänty)	23.00



Energian kulutus: (Yhteensä 31.513 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.237 W/m ² K
Paksuus:	173.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	32.63 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	72125.585 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000014 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.211 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.300 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

Lisätiedot:

sahanpuru vaihdettu polyuretaaniksi, vino yläpohja ulkoilma - sisätilat, 21,46 m²